

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Саратовский государственный медицинский университет
имени В.И. Разумовского
Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

ПАВЛОВ Николай Николаевич

**РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ,
ОБУСЛОВЛЕННЫЕ КОНТАМИНАЦИЕЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И
СЫРЬЯ МЕСТНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

14.02.01 – Гигиена

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук,
профессор Ю.Ю. Елисеев

Волгоград – 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	39
2.1. Организация и объект исследования	39
2.2. Санитарно-гигиенические методы исследования, статистические методы обработки результатов.....	42
ГЛАВА 3. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ МЕСТНОГО ПРОИЗВОДСТВА	50
3.1. Оценка содержания токсичных элементов в продуктах питания.....	50
3.2. Оценка содержания нитратов в продуктах питания.....	62
3.3. Оценка содержания хлорорганических пестицидов в продуктах питания.....	66
3.4. Оценка содержания химических загрязнителей в почве	72
ГЛАВА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКСПОЗИЦИИ КОНТАМИНАНТАМИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ДЕТСКОЕ И ПОДРОСТКОВОЕ НАСЕЛЕНИЕ	78
4.1. Оценка уровней поступления контаминантов с пищевыми продуктами для детей 7 – 10 лет	80
4.2. Оценка уровней поступления контаминантов с пищевыми продуктами для детей 11 – 14 лет	85
4.3. Оценка уровней поступления контаминантов с пищевыми продуктами для подростков 15 – 17 лет	90

ГЛАВА 5. ХАРАКТЕРИСТИКА РИСКА НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ КОНТАМИНАНТОВ, ПОСТУПАЮЩИХ С ПИЩЕВЫМИ ПРОДУКТАМИ, НА ЗДОРОВЬЕ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ	97
5.1. Оценка риска неканцерогенных эффектов от потребления контаминированных пищевых продуктов.....	97
5.2. Оценка риска канцерогенных эффектов от потребления контаминированных пищевых продуктов.....	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	107
ВЫВОДЫ.....	125
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	127
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	128

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ПДК – предельно допустимая концентрация

ДСД – допустимая суточная доза

УПНП – условное переносимое суточное поступление

МДУ – максимально допустимый уровень

ХОП – хлорорганические пестициды

ГХЦГ – гексахлорциклогексан

ДДТ – дихлордифенилтрихлорэтан

ДДД – дихлордифенилдихлорметилметан

ДДЭ – дихлордифенилдихлорэтилен

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Актуальность вопросов безопасности пищи возрастает с каждым годом, поскольку обеспечение должного качества пищевого сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих отсутствие опасности для здоровья человека при их употреблении. Управление гигиенической безопасностью продуктов входит в число приоритетных задач государственной политики в области здорового питания и является необходимым условием обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения (В.А.Тутельян, 2005; 2007; 2008; С.А.Хотимченко, 2007; Г.Г.Онищенко, 2010).

В современных условиях пищевые продукты содержат различные количества контаминантов, в ряде случаев, преимущественно ниже уровня установленных гигиенических нормативов (А.А.Джатдоева с соавт., 2006; О.С.Литвинова, 2009; А.М.Василовский с соавт., 2012). Однако некоторые контаминанты в конкретных видах пищевых продуктов даже в пределах допустимых уровней оказывают нагрузку на организм человека (Н.А.Лесцова, 2004; В.М.Боев с соавт., 2005; М.С.Болдырева, 2007; О.А.Фролова с соавт., 2013). Длительные химические нагрузки малой интенсивности являются одним из наиболее значимых факторов риска для здоровья, снижающих устойчивость организма к воздействию других неблагоприятных экологических и социально обусловленных факторов окружающей среды (В.М.Боев с соавт., 2002; Т.Т.Смит, С.С.Янг, 1994; У.Р.Т.Джеймс, 1999; Д.Н.Алпес и др., 2001; М.Дурсон и др., 2002; С.П.Долан и др., 2003; А.Г.Ренвик, 2004). Поэтому необходимость проведения контроля за обеспечением безопасности продуктов, изучение возможного негативного влияния малых доз чужеродных веществ на здоровье детей и подростков рассматриваются в качестве важных научных и практических задач гигиены. Однако подавляющее большинство подобных исследований осуществляется

преимущественно на моделях крупных промышленных центров (О.С.Литвинова, 2013), в то же время аналогичные проблемы не теряют своей актуальности и в городах с меньшей численностью населения. С точки зрения специализации немалая часть таких городов выполняет аграрную функцию, при этом, как правило, среди населения увеличивается степень удовлетворения пищевых потребностей за счет продукции местного производства. Это приобретает особую актуальность в связи со вступлением Российской Федерации во Всемирную торговую организацию (2012г.), в результате чего в приоритет ближайших семи лет переходного периода поставлено интенсивное развитие отечественной пищевой и перерабатывающей промышленности, контроль качества и безопасности конечной продукции. Вместе с тем, до настоящего времени остаются малоизученными в сравнительном аспекте вопросы безопасности продуктов питания, производимых в разных населенных пунктах одного региона. Научные публикации, посвященные изучению уровней контаминации местных пищевых продуктов и сырья, доз поступления токсичных веществ в организм детей и подростков, проживающих в городах Саратовского региона, отсутствуют.

Цель исследования – дать оценку рискам для здоровья детей и подростков в зависимости от нагрузки пищевых продуктов контаминантами в регионе.

Задачи исследования:

1. Оценить уровни контаминации пищевого сырья и продуктов, производимых на территориях отдельных районов Саратовского региона.
2. Определить приоритетные по контаминации группы пищевых продуктов местного производства.

3. Оценить экспозиционные дозы поступления контролируемых контаминантов с пищевыми продуктами для различных возрастных групп детей и подростков.

4. Оценить риски для здоровья детей и подростков при алиментарном поступлении контаминантов с местными пищевыми продуктами.

Научная новизна. Впервые дана гигиеническая оценка региональным особенностям контаминации продовольственного сырья и пищевых продуктов токсичными элементами, нитратами, хлорорганическими пестицидами. Рассчитана и оценена экспозиция контаминантами пищевых продуктов местного производства на различные возрастные группы детей и подростков в трех районах Саратовской области. Определен вклад каждой из групп продуктов в общее значение экспозиции на детей и подростков. Установлены уровни неканцерогенных и канцерогенных рисков для здоровья детского и подросткового населения, связанных с поступлением химических контаминантов с местными пищевыми продуктами. Обнаружены различия в формировании величин рисков для здоровья в связи с использованием продовольственного сырья и потреблением пищевых продуктов в зависимости от возраста детей и подростков.

Практическая значимость работы и внедрение в практику. Определены наиболее значимые для формирования риска здоровью детей и подростков группы пищевых продуктов с учетом содержания в них приоритетных химических контаминантов. Данные о ранжировании контаминированных пищевых продуктов местного производства позволяет использовать их для совершенствования надзора за безопасностью пищевой продукции в Саратовском регионе.

Результаты мониторинговых исследований использованы при подготовке докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации по Саратовской области»

(2010 – 2012 г.г.), «Концепции здорового питания населения Саратовской области на период до 2020 года» (Постановление Правительства Саратовской области от 29.12.2012 г. № 806-П). Материалы исследования внедрены в учебный процесс кафедр общей гигиены и экологии (акт внедрения от 14.02.2014 г.) и гигиены медико-профилактического факультета (акт внедрения от 18.02.2014 г.) ГБОУ ВПО Саратовского государственного медицинского университета им.В.И.Разумовского Минздрава России; включены в научно-методическое пособие «Мониторинг здоровья школьников: методологические основания».

Апробация работы. Материалы работы докладывались на заседаниях кафедры общей гигиены и экологии. Основные положения диссертационной работы представлены и обсуждены на XI Всероссийском съезде гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 2012), научно-практической конференции, посвященной 90-ой годовщине образования Гос.сан.-эпид.службы России (Саратов, 2012), Всероссийской научно-практической конференции «Окружающая среда и здоровье» (Саратов, 2012).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Продовольственное сырье и пищевые продукты, производимые в районах Саратовского региона, характеризуются вариативным содержанием контаминантов, определяемые, в том числе биогеохимическими особенностями территорий.
2. Экспозиция контаминантами пищевых продуктов в паттерне с риском для здоровья имеют наибольшую приоритетность для детей младшего школьного возраста.
3. Уровни контаминации основных групп местных пищевых продуктов определяют высокие неканцерогенные риски от воздействия свинца и нитратов и приемлемые для здоровья детей и подростков индивидуальные канцерогенные риски.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 150 страницах машинописного текста, содержит 34 таблицы и 3 рисунка. Состоит из введения, обзора литературы, главы «Организация, материалы и методы исследования», трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы (144 работ отечественных и 46 иностранных авторов).

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Состояние здоровья детей и подростков является одной из наиболее острых медико-социальных проблем глобального и национального масштаба (Г.Г.Онищенко, 2007; В.Р.Кучма, 2009; ВОЗ, 2012). Европейская стратегия «Здоровье детей и подростков» (ВОЗ, 2005), «Концепция развития здравоохранения РФ до 2020 года» рассматривают обязательства по охране здоровья подрастающего поколения как инвестиции в главный ресурс общественного развития. Данные многочисленных научных исследований свидетельствуют о том, что среди множества факторов, формирующих здоровье детского и подросткового населения, существенную роль играет качество среды обитания: состояние окружающей среды, питание, образ жизни, санитарно-гигиенические условия обучения, воспитания (Е.В.Агбалян, 2001; Е.Л.Денисова, 2004; Л.П.Гладкова, 2005; О.Б.Афиногенова, 2007; N.F.Butte et al., 2007; M. De Onis et al., 2007; E.Weber et al., 2008; V.Hirschler et al., 2009; ВОЗ, 2012).

В последние годы существенно возросло внимание к проблемам питания, как важнейшему фактору, опосредующему связь человека с внешней окружающей средой и определяющих состояние здоровья и взрослого, и детского населения (А.К. Батулин, 1999; 2006; Н.Г. Хайбуллина, 2002; Б.М.Раенгулов, 2003; А.М.Василовский, 2006; Х.Х.Шарафетдинов с соавт., 2007; Г.Г.Онищенко, 2009; Е.А.Хохлова, 2009; В.К.Поляков, 2010; Г.Э.Улумбекова, 2010; W.P.T.James, 1999; I.Aeberli, M.Kaspar, 2007; D.L.Paineau et al., 2008; J.Wardle, L.L.Cooke, 2008). Оптимальное количественное и качественное питание создает условия для сохранения здоровья, гармоничного роста и развития организма, поддержания высокой умственной и физической работоспособности, нормальной регуляции функциональной активности органов и систем, позволяя противостоять

воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды физической, химической и биологической природы, а также снижает риск развития ряда заболеваний (О.В.Клепиков, 2002; Л.Ю.Волкова, 2005; Ж.Ю.Горелова, 2006; Е.И.Ткаченко с соавт., 2006; Г.Н.Дегтева, 2008; И.И.Новикова с соавт., 2010; D.H.Alpes et al., 2001).

Приоритетная роль питания в сохранении и укреплении состояния здоровья населения закреплена в важнейших государственных решениях: «Доктрине продовольственной безопасности» (Распоряжение Правительства РФ от 17.03.2010г. №376-р), «Основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» (Распоряжение Правительства РФ от 25.10.2010г. №1873-р «Об утверждении основ государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года»), «Рекомендуемых размерах потребления основных групп пищевых продуктов» (Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 02.08.2010 г. №593н «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания»). Основной задачей государственной политики в области здорового питания является создание устойчивой экономической, законодательной и материальной базы, обеспечивающей мониторинг и системный анализ состояния питания населения, пропаганду и популяризацию принципов рационального, сбалансированного питания, гигиеническую безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов (В.А.Тутельян, 2005; 2007; 2008).

В настоящее время регистрируются существенные изменения в структуре и качестве питания различных групп и категорий населения, проживающих на территориях Российской Федерации (В.З.Колтун, 2002;

Ж.Ю.Горелова, 2003; Л.А.Пузанова, 2004; Е.А.Хохлова, 2004; Н.Х.Амиров, 2006; Н.А.Оглоблин, 2006; Х.Х.Батчаев, 2007; У.М.Лебедева, 2007; И.Ю.Тармаева, 2009; И.С.Марченкова, 2010; Н.П.Сетко с соавт., 2012 и др.). Оценка современного состояния фактического питания на популяционном уровне выявила серьезные отклонения, являющиеся фактором риска возникновения алиментарно-обусловленных заболеваний, на долю которых приходится более 60% в структуре общей смертности взрослого населения (Л.П.Тимофеева с соавт., 2005; Г.И.Симонова с соавт., 2006; G.V.Ambrosio et al., 1990; S.J.S.Baird et al., 1996; Н.К.Вьесальски, 1999). В России эта проблема приобретает еще большую значимость в существующей сложной демографической ситуации, связанной с устойчивым сокращением численности и старением населения, а также в связи с ухудшением здоровья детей и подростков в условиях быстро меняющейся социально-экономической обстановки в стране (Г.Г.Онищенко, 2003; Г.Э.Улумбекова, 2010).

По данным официальной статистической отчетности за период с 2005 по 2012 годы заболеваемость детей в возрасте до 14 лет увеличилась на 15%, а детей старшего подросткового возраста – на 19%. Отмечается преимущественный рост хронической патологии, доля которой в структуре общей заболеваемости составляет в настоящее время более 30%.

В последние годы в ряде отечественных и зарубежных исследований указывается, что ведущим по степени неблагоприятного воздействия на организм взрослых и детей являются качественные и количественные нарушения потребления нутриентов и микронутриентов (О.А.Вржесинская, 2004; Д.В.Турчанинов, 2006; 2007; А.К.Батулин, 2007; Т.А.Баранова с соавт., 2008; Л.П.Волкотруб, 2008; Р.В.Бузинов, 2009; В.А.Жернов, 2009; М.С.Куракин с соавт., 2009; Г.Г.Онищенко, 2009; ВОЗ, 2012; L.Burgerstein, 2002; P.Braetter et al., 2003; J.O. Fisher et al., 2007; P. Pliner, 2008; G.F.Rees et

al., 2008). Анализ уровней алиментарно-зависимых заболеваний выявил значительный рост особенно среди детей школьного возраста (Ю.И.Строев с соавт., 2003; И.Р.Уразбахтин, 2004; Е.Д.Басманова, 2007; Р.В.Валеев, 2009; Л.А.Рожавский с соавт., 2009; Е.А.Хохлова, 2009; С.И.Савельев, 2010; И.В.Колнет с соавт., 2012). По данным И.Ю.Шевченко (2009) темпы прироста заболеваемости у учащихся средних классов являются достоверно более высокими, чем у школьников младших классов, в том числе по анемии – в 1,7 раза, язвенной болезни – в 3,3 раза, гастриту и дуодениту – в 1,3 раза, функциональным расстройствам желудка – в 1,9 раза, болезням печени – в 1,2 раза. Актуальность проблемы сопровождается выраженным региональным аспектом.

По данным официальной отчетности Министерства здравоохранения по Саратовской области установлен рост общей заболеваемости детей и подростков (2011 г. – 2594,5 на 1000 детей; 2010 г. – 2510,5 на 1000 детей; РФ 2010 г. – 2383,9 на 1000 детей). В структуре заболеваемости детей до 14 лет доминируют болезни органов дыхания (50%), органов пищеварения (6,1%), кожи и подкожной клетчатки (5,0%), глаз (4,8%), нервной (4,6%) и костно-мышечной систем (4,2%).

Показатель заболеваемости подростков в возрасте 15 – 17 лет снизился в 2011 году на 6% и составил 2326,5 на 1000 человек. В структуре заболеваемости первое место занимают болезни органов дыхания – 30,3% (в 2010 г. – 31%), второе – болезни желудочно-кишечного тракта – 10,7% (в 2010 г. – 10,7%), третье – болезни органов зрения – 9,6% (в 2010 г. – 9,3%). Несмотря на принимаемые меры, начиная с 2008 года, отмечается рост заболеваниями эндокринной системы, расстройств питания и обмена веществ среди детей (2008 г. – 70 на 1000 детей; 2009 г. – 71,4 на 1000 детей; 2010 г. – 72,9 на 1000 детей; 2011 г. – 76,8 на 1000 детей).

В этой связи оптимизация качественного и количественного состава в первую очередь социально-значимых пищевых продуктов первой необходимости является главнейшей гигиенической задачей. При этом также остро выступают проблемы, связанные с гарантированием безопасности пищевых продуктов (ВОЗ, 2005).

Общеизвестно, что пищевые продукты, являясь сложными многокомпонентными системами, содержат не только необходимые для организма питательные и биологически активные минорные вещества, но одновременно могут быть источниками и носителями потенциально опасных соединений как природного, так и антропогенного происхождения (В.И.Покровский с соавт., 2002; М.К.Anke, 2004). В соответствии с документами международных организаций в области качества и безопасности питания, в частности Комиссии Codex Alimentarius, контаминантами считаются вещества, непреднамеренно загрязняющие продовольственное сырье и пищевые продукты на любой стадии жизненного цикла продукции. К контаминантам природного происхождения относятся бактериальные токсины, вторичные метаболиты микроскопических грибов – микотоксины, фитотоксины и др.; к контаминантам антропогенного происхождения – тяжелые металлы, нитрозамины, пестициды, полициклические ароматические углеводороды, гормоны, антибиотики и др. (В.А. Тутельян, 2002). Степень опасности каждого контаминанта для здоровья человека определяется не только его токсикологической характеристикой, но также видом и продолжительностью воздействия (Р.Уокер, 2002). Загрязнители пищевого сырья природного происхождения имеют высокую опасность для организма при остром воздействии, соединения антропогенного происхождения имеют высокий риск для здоровья человека преимущественно при хроническом воздействии химических веществ (Л.Горис с соавт., 2001; В.М. Боев с соавт., 2002). Одной

из наиболее значимых групп контаминантов пищевых продуктов является группа токсичных элементов, которые не только поступают в организм человека из антропогенных источников, но и являются естественными компонентами различных объектов окружающей среды (В.А.Тутельян, 2002). По данным М.П.Захарченко (1993), до 70 – 80% известных химических загрязнителей окружающей среды (в ряде случаев – до 95%) может поступать в организм человека именно алиментарным путем.

Актуальность проблемы безопасности пищи возрастает с каждым годом, поскольку обеспечение должного качества пищевого сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих отсутствие опасности для здоровья человека при их употреблении, как с точки зрения острого негативного воздействия (пищевые отравления и пищевые инфекции), так и с точки зрения опасности отдаленных последствий (аллергическое, канцерогенное, мутагенное и тератогенное действие).

В нашей стране разработано и используется на практике более 700 нормативных документов, содержащих требования к безопасности продуктов питания. Они постоянно пересматриваются и совершенствуются по мере получения новых научных данных о влиянии чужеродных веществ на организм человека, развития пищевой промышленности, глобализации процессов торговли продовольствием, разработки современных высокочувствительных методов идентификации и количественного определения загрязнителей пищевых продуктов. Ежегодно в системе Роспотребнадзора проводится около 1,5 млн. исследований пищевого сырья и продуктов питания по санитарно-химическим показателям (Э.Робертсон, 2000; Г.Г.Онищенко, 2005; О.С.Литвинова с соавт., 2009; 2011; 2013). Исследования по определению регламентируемых контаминантов проводятся на всех этапах выпуска пищевой продукции – при постановке на производство (для отечественной продукции) и ввозе на территорию страны

(для импортной продукции), на этапе промышленного изготовления (в рамках осуществления государственного санитарного надзора и производственного контроля), а также при ее реализации (А.И.Верещагин с соавт., 2007; В.А.Доценко, 2007; О.С.Литвинова с соавт., 2011; J.P.F.D'Mello et al., 1999; P.Rafai et al., 2000; S.H.Hussein, M.B.Jeffrey, 2001; E.H.Larsen et al., 2002; E.Merian et al., 2004). Накоплен огромный банк данных, имеющий большое практическое значение для предотвращения реализации некачественных и опасных пищевых продуктов и сырья, а также для разработки стратегии управления безопасностью пищевой продукции с современных позиций оценки риска и установления приоритетных загрязнителей окружающей среды для каждой территории и субъекта Российской Федерации (В.М.Боев с соавт., 2002; Е.В.Жилияков, 2002; В.А.Тутельян, 2003; 2008; С.А.Шевелева, 2006; Ф.Х.Адулова с соавт., 2007; Г.Г.Онищенко, 2010).

Концепция анализа риска в отношении контаминантов химической природы в настоящее время широко представлена в работах С.А.Хотимченко (2001; 2007), В.А.Доценко с соавт. (2003), В.В.Быстрых с соавт. (2004), А.А.Джатдоевой с соавт. (2006), М.С.Болдыревой (2007), В.С. Гельштейна с соавт. (2007), М.С.Турчаниновой с соавт. (2008), А.Г.Сетко с соавт. (2011), Ю.В.Клещиной (2012), О.А.Фроловой с соавт. (2012) и др. Для большинства химических веществ, в том числе, токсичных элементов, определены токсикологические характеристики и установлены допустимые суточные дозы и условно переносимое недельное поступление (JECFA). Однако остается недостаточно изученным вопрос об уровнях экспозиции токсичными элементами на население, что не позволяет в полной мере рассчитать показатели характеристики риска и оценить их вклад в заболеваемость.

Многочисленные исследования свидетельствуют, что в современных условиях пищевые продукты содержат различные количества контаминантов, в ряде случаев – преимущественно ниже уровня установленных гигиенических нормативов (А.А.Джатдоева с соавт., 2006; О.С.Литвинова, 2009; А.М.Василовский с соавт., 2012 и др.). Также удельный вес нестандартных проб продуктов в значительной степени различается по регионам Российской Федерации. Так, выявление разного количества неудовлетворительных проб продуктов по санитарно-химическим и микробиологическим показателям в процессе проведения гигиенического мониторинга показано в Орловской области (Г.Л.Захарченко, А.В.Истомин, 2000), Красноярском крае (Ф.Х.Адулова с соавт., 2007; А.М.Василовский с соавт., 2012), Магаданской (В.Р.Саухат с соавт., 2007), Ленинградской (Г.А.Дмитриева с соавт., 2007; О.С.Литвинова, 2013), Саратовской (С.В.Сергеева с соавт., 2011), Белгородской (Е.Е.Оглезнева с соавт., 2012), Самарской (Н.Ю.Афанасьева, 2012), Ростовской (В.С.Свечников с соавт., 2012; М.Ю.Соловьев с соавт., 2012), Московской (О.С.Литвинова, 2013) областях, республиках Башкортостан (Р.А.Даукаев с соавт., 2012), Северная Осетия – Алания (О.М.Бегина, 2012). Наибольший удельный вес в общем объеме нестандартных проб занимают пробы с повышенным содержанием нитратов, пестицидов, токсичных элементов. Наиболее загрязненными, по данным исследователей, являются молоко и молочные продукты, рыба и рыбные продукты, хлебобулочные и мукомольные продукты и др. В ряде регионов количество проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, значительно выше, чем в среднем по России в 2 – 5 раз.

Исследованиями ряда авторов показано, что поступление токсичных элементов с рационами питания у населения может значительно варьировать (С.А.Хотимченко, 2001; А.Н.Лаврентьев с соавт., 2003; Н.А. Лесцова, 2004;

М.Г.Скальная, 2005; В.Б.Гурвич с соавт., 2007; Ю.В.Клещина, 2012). Однако многие исследователи сходятся во мнении, что при содержании химических контаминантов в пищевых продуктах даже в пределах допустимых уровней, в реальной жизни все же имеет место нагрузка этими контаминантами на организм человека (В.М.Боев с соавт., 2002; В.В. Быстрых с соавт., 2004; М.С. Болдырева, 2007; В.С. Гельштейн с соавт., 2007; О.С.Литвинова, 2009; 2013; О.А. Фролова с соавт., 2013). В настоящее время определено, что длительные химические нагрузки малой интенсивности являются одним из наиболее значимых факторов риска для здоровья, снижающих устойчивость организма к воздействию других неблагоприятных экологических и социально обусловленных факторов окружающей среды. Также доказано определенное модифицирующее действие химических факторов малой интенсивности, обуславливающее неспецифическое влияние на организм человека. В его основе лежит системное нарушение гомеостаза организма, приводящее к увеличению числа и ухудшению течения различной патологии, в частности, ряда вирусных и микробных инфекций органов дыхания; аллергических, онкологических, аутоиммунных, кожных, гематологических, возрастных и других заболеваний, нарушений репродуктивного здоровья (В.В.Худолей с соавт., 1996; С.А.Хотимченко, 2001; В.М.Боев с соавт., 2002; Т.Т.Смит, С.С.Янг, 1994; W.P.T. James, 1999; D.H.Alpes et al., 2001; M.Dourson et al., 2002; S.P.Dolan et al., 2003; A.G. Renwick, 2004). Поэтому совершенствование методических подходов при осуществлении надзора за показателями безопасности пищевых продуктов, изучение возможного негативного влияния малых доз чужеродных химических веществ на здоровье населения, оценка вклада пищевых продуктов в общую химическую нагрузку рассматриваются в качестве важных научных и практических задач гигиены. В связи с этим гигиеническая безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов в настоящее время входит в число

приоритетных направлений государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации и является необходимым условием обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения (С.А.Хотимченко, 2007; В.А.Тутельян, 2007; 2008; Г.Г.Онищенко, 2010).

Одной из наиболее значимых и опасных в токсикологическом отношении групп контаминантов пищевых продуктов являются металлосодержащие соединения (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть и др.), которые обладают широким спектром неблагоприятного действия и представляют значительную опасность для организма человека при хроническом воздействии даже в малых дозах (WHO, 2000).

Тяжелые металлы характеризуют обширную группу приоритетных загрязняющих веществ. В различных научных и прикладных работах авторы по-разному трактуют значение этого понятия. В связи с этим количество элементов, относимых к группе тяжелых металлов, изменяется в широких пределах. В качестве критериев принадлежности используются многочисленные характеристики: атомная масса, плотность, токсичность, распространенность в природной среде, степень вовлеченности в природные и техногенные циклы (Е.А.Строев, 1986, Н.Ю.Келина с соавт., 2006).

В современных исследованиях (П.Ф.Забродский с соавт., 2007) к тяжелым металлам относят более 40 металлов периодической системы Д.И.Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц: хром, марганец, железо, кобальт, никель, медь, цинк, молибден, кадмий, ртуть, свинец, олово, стронций, висмут и др. При этом немаловажную роль в категорировании тяжелых металлов играют следующие условия: их высокая токсичность для живых организмов в относительно низких концентрациях, способность к биоаккумуляции и биомагнификации. Практически все металлы, попадающие под это определение (за исключением свинца, ртути,

кадмия и висмута, биологическая роль которых на настоящий момент не ясна), активно участвуют в биологических процессах, входят в состав многих ферментов. По классификации Н.Реймерса, тяжелыми следует считать металлы с плотностью более 8 г/см³. Таким образом, к тяжелым металлам относятся: свинец, медь, цинк, никель, кадмий, кобальт, олово, стронций, висмут, ртуть.

Исследованиями С.А.Хотимченко (2001), О.С.Литвиновой (2009; 2011; 2013) установлено, что именно с фактором питания связана основная химическая нагрузка на организм человека. Причинами загрязнения пищевого сырья и продуктов токсичными металлами являются: выбросы и отходы промышленных предприятий; выбросов городского транспорта; контакта с оборудованием (для пищевых целей допускается весьма ограниченное число сталей и других сплавов) и др. (З.И.Хата, 2001). Из окружающей среды различные ксенобиотики начинают мигрировать и активно включаться в биологические циклы экосистем, накапливаясь в растительных и животных организмах, что обуславливает их дальнейшее высокое содержание в пищевых продуктах и продовольственном сырье. В связи с этим в Российской Федерации, также как и во многих европейских странах, осуществляется мониторинг за содержанием токсических металлов в пищевых продуктах. В то же время ряд веществ, содержание которых жестко контролируется в объектах окружающей среды, являются биомикроэлементами, необходимыми для жизнедеятельности организма, в связи с чем, для большинства из них определена оптимальная физиологическая потребность. Однако известно, что даже жизненно необходимые микроэлементы в определенных дозах могут оказывать токсические эффекты. В большинстве случаев реализация того или иного эффекта зависит от концентрации. При повышении оптимальной физиологической концентрации элемента в организме может наступить

интоксикация, а дефицит многих элементов в пище и воде может привести к достаточно тяжелым и трудно распознаваемым явлениям недостаточности (С.А.Хотимченко, 2001; В.В.Быстрых с соавт., 2002; М.Дж.Элленхорн. 2003; Б.А.Ревич, 2005).

В настоящее время согласно международным требованиям Пищевого кодекса (Codex Alimentarius), разработанным объединенной комиссией ФАО/ВОЗ, при осуществлении торговли продуктами питания обязательным является контроль на содержание в последних восьми химических веществ: ртути, кадмия, свинца, мышьяка, меди, цинка, железа, стронция. В Российской Федерации пищевые продукты и сырье подлежат сертификации на определение токсичных металлов в соответствии с требованиями нормативной документации, в связи с чем, медико-биологическими требованиями определены критерии безопасности для следующих веществ: ртути, кадмия, свинца, мышьяка, меди, олова, цинка, железа, (В.И.Покровский с соавт., 2002).

Среди перечисленных металлов ртуть является наиболее опасным и высокотоксичным элементом кумулятивного действия, обнаруживающийся в окружающей среде как в результате естественного испарения ее из земной коры, так и в результате промышленного загрязнения (Е.М.Никифорова с соавт., 1976). Высокая токсичность ртути подтверждается очень низкими значениями ее ПДК в воздухе ($0,0003\text{мг/м}^3$) и воде ($0,0005\text{ мг/л}$).

В организм человека в наибольшей степени ртуть поступает с рыбой и рыбопродуктами ($80 - 600\text{ мкг/кг}$), в которых ее содержание может многократно превышать установленные нормативы. Мясо рыбы отличается наибольшей концентрацией ртути и ее соединений, поскольку активно аккумулирует их из воды и корма, в который входят различные гидробионты, богатые ртутью. Организм рыб также способен синтезировать метилртуть, которая накапливается в печени. У некоторых рыб в мышцах содержится

белок – металлотионеин, который с различными металлами, в том числе и с ртутью, образует комплексные соединения, способствуя тем самым накоплению ртути в организме и передаче ее по пищевым цепям (М.Дж.Элленхорн, 2003). Из других пищевых продуктов характерно содержание ртути в съедобных частях сельскохозяйственных растений (E.D.Caldas, L.L.Machado, 2004), продуктах животноводства (от 2 до 20 мкг/кг), шляпочных грибах (6 – 447 мкг/кг). Причем в отличие от растений в грибах может синтезироваться метилртуть (ВНО, 2005).

Ртуть поступает в организм человека в виде неорганических и органических соединений. Наиболее токсичными являются алкилртутные соединения с короткой цепью (метилртуть, этилртуть, диметилртуть) (Е.А.Строев, 1986). Механизм токсичного действия ртути связан с блокированием сульфгидрильных групп белков, в результате чего инактивируются гидролитические и окислительные ферменты в организме. Неорганические соединения ртути нарушают обмен аскорбиновой кислоты, пиридоксина, кальция, меди, цинка, селена; органические – обмен белков, цистеина, аскорбиновой кислоты, токоферолов, железа, меди, марганца, селена (П.Ф.Забродский с соавт., 2007). Всасывание неорганических соединений ртути из пищевых продуктов составляет около 7% от общей экспозиции, метилртути – до 90% (М.Дж.Элленхорн, 2003).

Особое сродство к метилртути проявляет мозг, который способен аккумулировать почти в 6 раз больше ртути, чем остальные органы. До 90% от общего количества абсорбированной метилртути выделяется из организма с калом и желчью, и меньше – с мочой, потом, грудным молоком. Период полувыведения метилртути из организма человека составляет в среднем 70 дней. Критической системой для ртути является центральная нервная система (М.Дж.Элленхорн, 2003). Условно переносимое недельное поступление ртути составляет 5 мкг/кг массы тела/неделю.

Одним из самых распространенных и опасных токсикантов является свинец вследствие его содержания в земной коре ($1,6 \times 10^{-3}\%$), а также в результате поступления в окружающую среду из антропогенных источников (Е.М.Никифорова с соавт., 1976). Исследованиями различных авторов (С.А.Хотимченко, 2001; В.П.Гладышев с соавт., 2002; Е.В.Колесникова, 2002; Н.А.Лесцова, 2004; В.М.Боев с соавт., 2005; А.А.Джатдоева с соавт., 2006; Е.А.Хохлова, 2009; Б.А.Кацнельсон с соавт., 2011; Е.И.Кузнецова, 2011; Ю.В.Клещина, 2011; 2012; 2013; О.А.Фролова, 2012; М.А.Peraza al., 1998; W.Solomons Noel et al., 1998; Е.Н.Larsen et al., 2002; В.А.Katsnelson et al., 2010) определено активное накопление свинца в пищевых продуктах растительного и животного происхождения. По мнению В.П.Гладышева с соавт. (2002), Н.А.Лесцовой (2004), Р.А.Даукаева с соавт. (2012) и др., высокие концентрации свинца характерны для овощной и зерновой продукции. Среди овощей наибольшее содержание свинца отмечено в луке-порее (Е.В.Колесникова, 2002), петрушке (Ю.В.Клещина, 2013). Традиционно более высокий уровень содержания свинца обнаруживается в продукции, произведенной в личных хозяйствах в населенных пунктах, расположенных вблизи автомагистралей (Р.А.Даукаев с соавт., 2012). В ряде исследований отмечено, что приоритетными продуктами питания, накапливающими свинец в наибольшем количестве, являются мясопродукты (Г.К.Василиади с соавт., 2012). В меньшей степени происходит контаминация свинцом молока, сливочного и растительного масел (Е.А.Хохлова, 2009; Г.А.Теплая с соавт., 2012; Ю.В.Клещина, 2013). Многие исследователи результатами оценки опасности свинцовой экспозиции для здоровья населения подчеркивают, что продукты питания вносят первостепенный вклад в свинцовую нагрузку, если параллельно определяется высокий уровень загрязнения свинцом почвы исследуемой территории (Н.А.Лесцова, 2004; В.М. Боев с соавт., 2004; 2005).

Ежедневное поступление свинца в организм человека с пищей составляет в среднем 0,1 – 0,5 мг, с водой – 0,02 мг. В организме взрослого человека усваивается в среднем 10% поступившего свинца, у детей его абсорбция может достигать 30 – 40%. На всасывание свинца в желудочно-кишечном тракте оказывают влияние различные пищевые вещества. Так, кальций, железо, магний и цинк снижают всасывание свинца, что объясняется конкуренцией металлов на участках связывания и переносчиках в эпителии кишечника (А.П.Авцын с соавт., 1991, Н.Ф.Измеров с соавт., 2000). Усиление всасывания свинца наблюдается при полном и частичном голодании (А.П.Авцын с соавт., 1991). Период полувыведения свинца из крови и мягких тканей составляет в среднем 25 – 40 дней. К стабильной фракции относится свинец скелета, период полувыведения которого составляет более 25 лет (П.Ф.Забродский с соавт., 2007). Основными путями выведения свинца из организма, по данным А.П.Авцына с соавт., (1991), являются экскреция с мочой (80%), калом (15%), потом, слюной и волосами (5%). Исследованиями, проведенными И.Ю.Шевченко (2009), определено, что среднее содержание свинца в волосах учащихся школ Красноярского края составляет $2,9 \pm 0,2$ мкг/г, причем, повышенные концентрации свинца у городских детей регистрируются в 1,6 раз чаще, чем у сельских детей.

Механизм токсического действия свинца имеет двойную направленность. С одной стороны, характеризуется блокадой сульфгидрильных групп белков и, как следствие, возникает энзимопатический эффект, с другой стороны, проникновение свинца в нервные и мышечные клетки сопровождается образованием лактата свинца, затем фосфата свинца, создающими клеточный барьер для проникновения ионов кальция (Б.А.Курляндский с соавт., 2002; М.Дж.Элленхорн, 2003). Основными мишенями при воздействии свинца являются кроветворная, нервная и пищеварительная системы, а также почки (А.П.Авцын с соавт.,

1991; С.Е.Колбасов с соавт., 1999). Критической системой для свинца является центральная нервная система. Условно переносимое недельное поступление свинца составляет 25 мкг/кг массы тела/неделю.

Многочисленные исследователи (С.А.Хотимченко, 2001; В.П.Гладышев с соавт., 2002; Е.В.Колесникова, 2002; Н.А.Лесцова, 2004; М.Г.Скальная, 2005; Б.А.Кацнельсон с соавт., 2011; Ю.В.Клещина, 2011; 2012; 2013; Т.Т.Смит и др., 1994; М.Сато и др., 2002; А.Г.Ренвик, 2004; В.А.Катселсон и др., 2010) также отмечают широкое распространение загрязнения продовольственного сырья и пищевых продуктов кадмием. По данным М.Г.Скальной (2005), содержание кадмия в отечественных пищевых продуктах составляет по средним величинам от 0,002 (масло растительное) до 0,017 (картофель) мг/кг. В повышенных концентрациях кадмий также часто обнаруживается в дикорастущих пищевых продуктах (Е.В.Колесникова, 2002; Б.А.Кацнельсон с соавт., 2011; Е.Д.Калдас и др., 2004; В.А.Катселсон и др., 2010). По расчетам суточного перорального поступления кадмия с пищей большинство авторов сходятся во мнении, что данный токсичный элемент поступает преимущественно с молочной продукцией, хлебопродуктами, овощами (Н.А.Лесцова, 2004; А.М.Василовский с соавт., 2012; Ю.В.Клещина, 2012; 2013; О.А.Фроловой с соавт., 2012). Результатами вышеуказанных исследователей также показан значительный вклад кадмия в риск развития канцерогенных эффектов от потребления контаминированных продуктов питания.

Установлено, что до 80% кадмия поступает в организм человека с пищей, 20% – через легкие из атмосферы и при курении. Желудочно-кишечная абсорбция кадмия для человека составляет 3 – 8%. Интенсивность всасывания кадмия зависит от растворимости соединения, дозы и частоты воздействия, возраста, пола, уровня потребления цинка. Всасывание кадмия усиливается при дефиците в рационе кальция, железа, белка (L.Noel et al.,

2004). Абсорбция кадмия в кишечнике повышается в условиях физиологического стресса, при беременности и лактации. У женщин со сниженной концентрацией ферритина в сыворотке крови интенсивность всасывания кадмия повышается в 4 раза и может достигать 20% (А.П.Авцын с соавт., 1991). У новорожденных уровень всасывания кадмия в кишечнике значительно выше, чем у взрослых (M.Dourson et al., 2002).

Кадмий, поступивший в кровь, связывается с белками, основным из которых является металлотioneин. Металлотioneин имеет низкий молекулярный вес, что позволяет ему легко проникать через гломерулярный фильтр и способствует накоплению кадмия почками (Е.А.Строев, 1986; Б.А.Курляндский с соавт., 2002; J.L.Griffin et al., 2000). Около 50% поступившего в организм кадмия обнаруживается в почках, около 15% – в печени и около 20% – в мышцах. Наименьшее содержание кадмия характерно для головного мозга, костной и жировой тканей (Б.А.Курляндский с соавт., 2002; Н.Ю.Келина с соавт., 2006). Содержание кадмия в почках возрастает по мере поступления данного токсичного элемента в организм до достижения человеком возраста 50 – 60 лет, а затем снижается в результате возрастных почечных изменений (T.R.Van Vleet, R.G.Schnellmann, 2003). Напротив, содержание кадмия в мышцах неуклонно увеличивается в течение жизни (M.Satoh et al., 2002). Основным путем выведения кадмия из организма является его экскреция с калом, а также мочой, слюной, через волосы и с грудным молоком (WHO, 2005). Период полувыведения кадмия варьирует от 10 до 40 лет (М.Дж.Элленхорн, 2003). Основным критическим органом, характеризующим интенсивность кадмиевой нагрузки на организм, являются почки, поражение которых характеризуется нарушениями реабсорбции в дистальных канальцах с протеинурией, в тяжелых случаях сопровождающимися аминокислотурией, глюкозурией и фосфатурией (J.L.Griffin et al., 2000; F.Hong

et al., 2003; A.Lutzen et al., 2004). Кроме того отмечены канцерогенный, мутагенный и тератогенный эффекты кадмия (А.П.Авцын с соавт., 1991; В.М.Боев с соавт., 2002; Б.А.Курляндский с соавт., 2002; S.A.Mouron et al., 2004). Установленное Объединенным комитетом экспертов ВОЗ/ФАО условно переносимое недельное поступление кадмия составляет 7 мкг/кг массы тела/неделю.

Мышьяк содержится во всех объектах биосферы (в земной коре – 2 мг/кг, в морской воде – 5 мкг/кг), и как элемент в чистом виде ядовит только в высоких концентрациях. По данным А.П.Авцына с соавт. (1991) допустимый уровень содержания мышьяка в продуктах питания не должен превышать 1 мг/кг. В то же время фоновое содержание мышьяка в растительных продуктах питания варьирует в пределах 0,12 – 66,7 мкмоль/кг. Наиболее высокое содержание мышьяка отмечено в водорослях (0,25 – 2,3 ммоль/кг) и других морепродуктах, а также в птице и продуктах ее переработки (73 мкг/кг). Другие группы продуктов содержат мышьяк в концентрациях, меньших 10 мкг/кг (ВНО, 2005). По данным ряда авторов (В.М.Боев с соавт., 2002; Н.А.Лесцова, 2004; М.С.Болдырева с соавт., 2007; А.И.Верещагин с соавт., 2007; Е.А.Хохлова, 2009; Ю.В.Клещина, 2011; 2012; А.М.Василовский с соавт., 2012; В.Г.Пилипенко с соавт., 2012), содержание мышьяка в продуктах питания, выращенных и произведенных на территориях различных субъектов Российской Федерации, в основном не превышает ПДК. В то же время расчетами исследователей (А.С.Катунина с соавт., 2012; И.В.Колнет с соавт., 2012 и др.) показано, что именно мышьяк в пищевых продуктах обуславливает самый высокий индивидуальный канцерогенный риск. Расчетами неканцерогенного риска выявлено, что основной вклад в общую экспозицию мышьяком вносят преимущественно хлебопродукты, картофель, овощи и бахчевые, молочные продукты.

Мышьяк может содержаться в продуктах питания в форме неорганических и органических соединений, при этом установлено, что неорганические соединения мышьяка обладают большей токсичностью, однако обе формы соединения мышьяка хорошо всасываются в желудочно-кишечном тракте. Поступивший в кровь мышьяк связывается с белками плазмы крови и эритроцитами, при этом установлено, что с эритроцитами связывается в 2,5 – 3 раза больше мышьяка, чем с белками плазмы крови. Неорганические соединения мышьяка в плазме крови можно разделить на три фракции с периодами полувыведения 24 часа, 30 часов и 200 часов соответственно. Период полувыведения органических соединений мышьяка из плазмы крови составляет 24 часа. Соединения мышьяка распределяются по всем органам и тканям, при этом наибольшее их содержание определяется в печени, почках, легких, селезенке, наименьшее – в головном мозге (П.Ф.Забродский с соавт., 2007). Основным путем выделения мышьяка является экскреция с мочой (F.Hong et al., 2003).

Механизмы токсического действия соединений мышьяка зависят от формы и вида соединения. Неорганические и органические соединения трехвалентного мышьяка (арсениты, монометиларсоновая кислота и диметиларсиновая кислота) взаимодействуют с тиоловыми группами белков, цистеина, липоевой кислоты, глутатиона, кофермента А. В результате взаимодействия арсенитов с липоевой кислотой и коэнзимом А нарушается функционирование цикла трикарбоновых кислот. В первую очередь это происходит в основном органе выделения мышьяка – почках. Кроме того, арсенит активирует тропомиозинфосфатазу, отвечающую за процесс мышечного сокращения. Также следует отметить влияние арсенита на митоз и синтез ДНК, что связано преимущественно с блокированием тиоловых групп ДНК-полимеразы (Е.А.Строев, 1986). Критической системой для мышьяка является центральная нервная система. Установлен

канцерогенный эффект мышьяка (вызывает рак легких, мочевого пузыря, почек и кожи). Условно переносимое недельное поступление мышьяка составляет 25 мкг/кг массы тела/неделю.

Медь, в отличие от вышеперечисленных элементов, является жизненно важным микроэлементом, принимающим активное участие в процессах жизнедеятельности, входя в состав ряда ферментных систем (в связи с этим, согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 медь, а также олово, железо и цинк выведены за границу контаминантов химической природы). Суточная потребность в меди составляет 4 – 5 мг. Дефицит меди приводит к анемии, недостаточности роста, ряду других заболеваний, в отдельных случаях – к смертельному исходу. В организме присутствуют механизмы биотрансформации меди. При длительном воздействии высоких доз этого элемента наступает «поломка» механизмов адаптации, переходящая в интоксикацию и специфическое заболевание (А.П.Авцын с соавт., 1991). В этой связи актуальной проблемой является контроль пищевой продукции на предмет определения загрязнения медью и ее соединениями (В.М.Боев с соавт., 2005).

К критериям безопасности продуктов питания (чаще всего консервированных) также относится определение содержания олова. Физиологическая потребность олова для организма человека не доказана. При поступлении олова алиментарным путем всасывается около 1%. Олово выводится из организма преимущественно с мочой и желчью. Неорганические соединения олова являются малотоксичными, органические – более токсичными. Основным источником загрязнения пищевых продуктов оловом являются консервные банки, фляги, железные и медные кухонные котлы, другая тара и оборудование, изготовленное с применением лужения и гальванизации (А.П.Авцын с соавт., 1991). Активность перехода олова в пищевой продукт возрастает при температуре хранения выше 20⁰С, высоком

содержании в продукте органических кислот, нитратов и окислителей, которые усиливают растворимость олова. Опасность отравления оловом увеличивается при постоянном присутствии свинца. Не исключено взаимодействие олова с отдельными веществами пищи и образование более токсичных органических соединений. Повышенная концентрация олова в продуктах придает им неприятный металлический привкус, изменяет цвет (Е.А.Строев, 1986). Имеются данные, что токсичная доза олова при его однократном поступлении с пищей составляет 5 – 7 мг/кг массы тела, т.е. 300 – 500 мг. Отравление оловом может вызвать признаки острого гастрита, отрицательно влияет на активность пищеварительных ферментов (М.Дж.Элленхорн, 2003). Действенной мерой предупреждения загрязнения пищи оловом является покрытие внутренней поверхности тары и оборудования стойким, гигиенически безопасным лаком или полимерным материалом, соблюдение сроков хранения баночных консервов, особенно продуктов детского питания, использование для некоторых консервов (в зависимости от рецептуры и физико-химических свойств) стеклянной тары.

Цинк как кофактор входит в состав около 80 ферментов, участвуя тем самым, в многочисленных реакциях обмена веществ. Суточная потребность в цинке взрослого человека составляет 15 мг, при беременности и лактации – 20 – 25 мг. Цинк, содержащийся в растительных продуктах, менее доступен для организма, поскольку фитин растений и овощей связывает цинк (10% усвояемости). Цинк из продуктов животного происхождения усваивается на 40%. Цинк и его соединения малотоксичны. Вместе с тем возможны случаи интоксикации при нарушении использования пестицидов, небрежного терапевтического применения препаратов цинка. Известны случаи отравлений пищей или напитками, хранившимися в железной оцинкованной посуде. Такие продукты содержали 200 – 600 мг/кг и более цинка. В этой

связи приготовление и хранение пищевых продуктов в оцинкованной посуде запрещено (А.П.Авцын с соавт., 1991).

Железо является элементом, необходимым для жизнедеятельности организма, и выполняет целый ряд жизненно важных функций: перенос кислорода, образование эритроцитов, обеспечивает активность негемовых ферментов – альдолазы, триптофаноксигеназы и т.д. (А.П.Авцын с соавт., 1991; В.В.Быстрых с соавт., 2004). В организме взрослого человека содержится около 4,5 г железа. Содержание железа в пищевых продуктах колеблется в пределах 0,07 – 4 мг/100г. Основным источником железа в питании являются печень, почки, бобовые культуры (6 – 20 мг/100г). Потребность взрослого человека в железе составляет около 14 мг/сут, у женщин в период беременности и лактации она возрастает. Железо из мясных продуктов усваивается организмом на 30%, из растений – 10%. Последнее объясняется тем, что растительные продукты содержат фосфаты и фитин, которые образуют с железом труднорастворимые соли, что препятствует его усвояемости. Несмотря на активное участие железа в обмене веществ, этот элемент может оказывать токсическое действие при поступлении в организм в больших количествах (С.А.Хотимченко, 2001). Так, у детей после случайного приема 0,5 г железа или 2,5 г сульфата железа наблюдали состояние шока (М.Дж.Элленхорн, 2003). Широкое промышленное применение железа, распространение его в окружающей среде повышает вероятность хронической интоксикации. Загрязнение пищевых продуктов железом может происходить через сырье, при контакте с металлическим оборудованием и тарой, что определяет соответствующие меры профилактики.

Представленные данные литературы свидетельствуют о том, что токсичные элементы являются одними из приоритетных контаминантов пищевых продуктов. Они характеризуются не только широким спектром

токсического действия, но и возможностью хронического воздействия в малых дозах, а также способностью к накоплению в организме животных и человека. Однако безопасность и качество продуктов питания могут быть надежно гарантированы при функционировании в режиме реального времени системы контроля и других групп химических контаминантов. Учитывая, что примерно 80 – 85% пестицидов человек получает с пищей, особое внимание должно уделяться именно этому объекту санитарно-эпидемиологического контроля (Е.Г.Чхвирия, 2003).

Повышенное внимание к пестицидам обусловлено их стойкостью в объектах окружающей среды (почва, вода, растения), высокой биологической активностью, повсеместностью применения, а также способностью мигрировать, а в ряде случаев, циркулировать в природных биоценозах. Во всех странах мира пестициды регламентируются наиболее строго и в структуре химических загрязнителей пищевых продуктов занимают особое место (Т.А.Синицкая, 2005; Б.А.Ревич с соавт., 2008).

Пестицидами могут загрязняться как продукты растениеводства, так и продукты животного происхождения. Растительные продукты интенсивно контаминируются пестицидами главным образом при неправильном их применении: при несоблюдении установленных сроков обработки, норм расходов препаратов, кратности обработки продовольственных, фуражных и технических культур. Продукты животноводства и птицеводства загрязняются пестицидами вследствие содержания их в кормах и при нарушении правил обработки сельскохозяйственных животных и кур (П.Ф.Забродский с соавт., 2007). Пестициды, поступающие в организм человека с пищей, подвергаются биотрансформации, что затрудняет их обнаружение и осложняет раскрытие механизмов воздействия на человека. Кроме того, промежуточные продукты биотрансформации ксенобиотиков могут быть более токсичными, чем первоначальный источник

(В.Н.Ракитский с соавт., 2005).

Из-за высокой устойчивости в окружающей среде, острой токсичности и способности к биоконцентрации в пищевых цепях группа хлорорганических пестицидов (ХОП) относится к глобальным загрязнителям (О.В.Сергеев с соавт., 2007). Производство и применение персистентных ХОП повсеместно запрещено в прошлом столетии. В то же время, актуальность проблемы негативного воздействия их на природные системы сохраняется, что подтверждено на Стокгольмской конференции (2001), на которой принята Конвенция по стойким органическим загрязнителям, в том числе ХОП.

ХОП применяются в качестве инсектицидов, акарицидов и фумигантов в борьбе с вредителями зерновых и технических культур. К ним относятся гексахлорбензол, гексахлорбутадиен, ДДТ, ГХЦГ и др. Характер персистентности и некоторые другие физико-химические свойства ХОП свидетельствуют о том, что они могут мигрировать из одной среды в другую, то есть циркулировать в окружающей среде и определяться в таких районах, где они не применялись. ХОП долго сохраняются в почве (1,5 – 10 лет и более), воздействуют на почвенные микроорганизмы, переходят в растения и включаются в отдельные звенья пищевой цепи. ХОП хорошо накапливаются в листовых овощах, капусте, картофеле, тыкке, фасоли. Отмечено, что содержание ХОП в овощах, выращенных при недостаточном увлажнении почвы, ниже, чем при избыточном (Б.А.Курляндский с соавт., 2002).

Представитель ХОП – инсектицид ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан) – сыграл огромную роль в борьбе с малярией. Но из-за высокой стойкости и летучести (период обращения вокруг Земли составляет 3 – 4 недели), токсичности, способности кумулироваться и передаваться по пищевым цепям (был обнаружен в грудном молоке) в 60-х г.г. в большинстве стран

был запрещен. Препарат высокотоксичен: ЛД₅₀ = 200 мг/кг; ПДК в воздухе – 0,1 мг/м³; ПДК в воде – 0,1 мг/л; допустимые остаточные количества в почве – 1,0 мг/кг, в овощах и фруктах – 0,5 мг/кг; в других продуктах – не допускается. Период полураспада ДДТ может составлять 20 и более лет. За это время половина ДДТ разлагается до простых соединений. Метаболизм ДДТ во внешней среде и различных биологических средах протекает по механизмам дегидрохлорирования и восстановления через образование ДДД. ДДД – это активный контактный инсектицид, лишь немного уступающий ДДТ по токсичности (П.Ф.Забродский с соавт., 2007). По данным эпидемиологов ДДТ относится к группе «возможных канцерогенов для человека» (В.С.Турусов с соавт., 2003).

В целом ХОП обладают эмбриотоксическим, мутагенным, канцерогенным и аллергенным действиями. Это явилось основанием для ограничения либо запрещения их применения в РФ.

Одними из наиболее многочисленных и распространенных в окружающей среде являются фосforoорганические пестициды (ФОП). К ним относятся: бромфос, хлорофос, карбофос, фталофос и др. Большинство ФОП мало растворимы в воде. По стойкости в окружающей среде ФОП значительно уступают ХОП, но некоторые из них сохраняют свои токсические свойства в почве и на растениях в течение нескольких месяцев. В результате этого возможно их поступление в организм человека с продуктами питания, водой и воздухом. Наиболее устойчивы ФОП в плодах citrusовых (период полураспада составляет 75 – 100 дней), что объясняется их растворимостью в маслах кожуры плодов. Долгое время ФОП способны сохраняться в зерне (Б.А.Курляндский с соавт., 2002).

ФОП способны накапливаться в организме человека в меньшей степени, чем ХОП. Симптомы хронических отравлений и острой интоксикации ФОП выражаются в головной боли, ухудшении памяти,

нарушении сна, дезориентации в пространстве. Установлены генетические нарушения (рост эмбриональной смертности и врожденных аномалий у потомства) у лиц, перенесших острое отравление ФОП (М.Дж.Элленхорн, 2003; П.Ф.Забродский с соавт., 2007).

К сильнодействующим ядовитым веществам относят ртутьорганические пестициды (РОП). Их применяют только для обработки семян против бактериальных и грибных заболеваний. В России, Германии и Японии их применение запрещено. Опасность этих препаратов для людей связана не только с их высокой токсичностью самих по себе, но и с летучестью паров ртути, что может привести к тяжелым отравлениям. В окружающей среде одним из конечных продуктов превращений РОП является метилртуть. При хроническом отравлении этим соединением наблюдается потеря веса, слабость, утомляемость, психические расстройства, зрительные и слуховые галлюцинации (П.Ф.Забродский с соавт., 2007).

Наряду с тяжелыми металлами и пестицидами наиболее распространенными контаминантами окружающей среды, в том числе, продовольственного сырья и продуктов питания, являются азотистые соединения. Растущий во многих странах мира нитратно-нитритный прессинг представляет реальную опасность для здоровья населения (А.П.Ильницкий, 2003; С.И.Крохалева, 2005; Е.А.Белоусова с соавт., 2012; А.М.Василовский с соавт., 2012; И.В.Колнет с соавт., 2012; J.Dich et al., 1996). Так, результатами исследований Е.А.Белоусовой с соавт. (2012), установлено наличие корреляций средней силы между суммарным коэффициентом загрязнения овощей нитратами и первичной заболеваемостью сахарным диабетом (0,402) и инсулиннезависимым сахарным диабетом (0,428), а также их распространенностью (0,471 и 0,74 соответственно). По данным 2008 года этими же авторами выявлена статистически значимая корреляционная связь между суммарным

коэффициентом загрязнения овощей нитратами и первичной заболеваемостью (0,312) и распространенностью мочекаменной болезни среди взрослых (0,328), между нитратами пищи и количеством детей под диспансерным наблюдением с болезнями органов пищеварения (0,369), гастритом и дуоденитом (0,344), между нитратами и первичной заболеваемостью взрослых ожирением (0,459). По данным Г.К.Василиади с соавт. (2007) среди основной массы овощей по уровню накопления нитратов лидируют свекла, морковь. Результаты исследований С.И.Крохалевой (2005) определена закономерность в содержании нитратов в зависимости от размера плода.

Общеизвестно, что при потреблении в повышенном количестве нитраты (NO_3^-) в пищеварительном тракте под воздействием фермента нитратредуктазы частично восстанавливаются до нитритов (NO_2^-), механизм токсического действия которых заключается в окислении двухвалентного железа гемоглобина в трехвалентное. В результате образуется метгемоглобин, неспособный связывать и переносить кислород, вследствие чего развивается тканевая гипоксия, которая сопровождается накоплением молочной кислоты, холестерина и других продуктов обмена (Г.К.Василиади с соавт., 2007). Далее нитрит-ион способен участвовать в реакции нитрозирования аминов и амидов. По данным В. J. Miller et al. (1989), S. L. Habib et al. (1998), около 80% известных N-нитрозаминов обладают канцерогенным, мутагенным, тератогенным действиями, причем канцерогенное действие этих соединений определяющее.

В общей схеме воздействия разнообразных нитрозосоединений (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин, N-нитрозодипропиламин, N-нитрозодибутиламин, N-нитрозопиперидин, N-нитрозопирролидин) на человека основное место отводится пищевым продуктам, что обусловлено

широким применением в технологии их производства нитрита натрия и нитрозирующих оксидов азота (NO_2 , N_2O_4 , N_2O_3) коптильного дыма.

В настоящее время N-нитрозамины встречаются практически во всех мясных, молочных и рыбных и других продуктах (С.А.Хотимченко, 2001; WHO, 2005). Особую актуальность имеет контроль за содержанием N-нитрозаминов в продуктах горячего и холодного копчения (И.Н.Ким с соавт., 2002). Принимая во внимание высокий канцерогенный потенциал N-нитрозаминов, законодательно ограничивается их содержание в пищевых продуктах до 3,0 мкг/кг по N-нитрозодиметиламину.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения контроля за обеспечением безопасности продуктов и предупреждением контаминации пищевого сырья и продуктов ксенобиотиками различной природы. Однако подавляющее большинство подобных исследований осуществляется преимущественно на моделях крупных промышленных центров (О.С.Литвинова, 2013), в то же время аналогичные проблемы не теряют своей важности и актуальности и в городах с меньшей численностью населения.

Большую часть от общего количества городов России составляют большие, средние и малые города. Согласно Градостроительному Кодексу Российской Федерации (2004) к большим городам относятся населенные пункты с численностью 100- 250 тыс., средним – 100- 50 тыс., малым – 50-20 тыс. человек и каждый четвертый житель страны проживает в них.

Подобные населенные пункты занимают особое место в хозяйственном комплексе России и играют важную экономическую роль, являясь связующим звеном между крупными городскими агломерациями и сельской местностью. С точки зрения специализации немалая часть таких городов выполняет аграрную функцию, при этом, как правило, среди населения увеличивается степень удовлетворения пищевых потребностей за счет

продукции местного и собственного производства. Это приобретает особую актуальность в связи со вступлением Российской Федерации во Всемирную торговую организацию (2012 г.), в результате чего в приоритет ближайших семи лет переходного периода поставлено интенсивное развитие отечественной пищевой и перерабатывающей промышленности, контроль качества и безопасности конечной продукции. Вместе с тем, до настоящего времени остаются малоизученными в сравнительном аспекте вопросы безопасности продуктов питания, производимых в разных населенных пунктах одного региона. Научные публикации, посвященные изучению уровней контаминации местных пищевых продуктов и сырья, доз поступления токсичных веществ в организм детей и подростков, проживающих в городах Саратовского региона, отсутствуют.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Организация и объект исследования

Исследование проводилось в Саратовской области, традиционно являющейся территорией с развитым аграрным комплексом, специализирующимся на зерно-хлебопродуктовом, мясном, молочнопродуктовом направлении. В немалой степени развиты и другие подкомплексы: масложировой, плодоовощной, свеклосахарный, по производству яиц. В области производится на душу населения больше, чем в Поволжье и России, зерна, мяса, молока, овощей, фруктов. За пределы области вывозятся зерно, крупа, макаронные изделия, животное масло, сухие молочные продукты, мясо, колбасные изделия, капуста, лук и другие продовольственные товары. В состав агропромышленного комплекса Саратовской области входят свыше 10 тыс. организаций и предприятий пищевой промышленности, а также личные подсобные хозяйства граждан. В области большая часть населения удовлетворяет пищевые потребности за счет местной и собственной продукции.

Для исследований были выбраны три населенных пункта области – г.г.Энгельс, Балашов и Маркс, относящиеся соответственно к категориям больших, средних и малых городов по численности населения (согласно Градостроительному Кодексу РФ, 2004). Анализ и оценка качества выпускаемой пищевой продукции местного производства проводились также в одноименных районах – Энгельском, Балашовском и Марксовском.

Энгельский район расположен в центральной части области на левом берегу Волгоградского водохранилища; численность населения – 284 991 человек, в том числе в городе Энгельсе – 212 899 человек.

Специализация сельского хозяйства в районе – зерново-маслично-животноводческая. Производство основных видов сельскохозяйственной продукции составляют: зерно – 54 тыс. т, овощи – 38 тыс. т, подсолнечник – 11 тыс. т, картофель – 6 тыс. т, мясо – 1,2 тыс. т, молоко – свыше 7 тыс. т, яйца – 46 млн. шт. В городе действуют следующие предприятия пищевой промышленности: ОАО «Молочный комбинат «Энгельсский», ОАО «Энгельсский хлебокомбинат», ОАО «Энгельсский мясокомбинат», ОАО «Кондитерская фабрика „Покровск“» и другие, ежегодно производящие колбасные изделия (1,2 тыс. т), масло животное (800 т), консервы (свыше 12 туб), муку (35 тыс. т), кондитерские изделия (свыше 4 тыс. т), масло растительное, пиво, мясо-костную муку.

Балашовский район расположен в западной части правобережья; численность населения – 113 354 человек, в том числе в городе Балашове – 80 668 человек.

Специализация сельского хозяйства в районе – зерново-маслично-животноводческая, значительное место занимают посеы сахарной свеклы. Производство основных видов сельскохозяйственной продукции составляют: зерно – 114 тыс. т, подсолнечник – 26 тыс. т, картофель – около 6 тыс. т, мясо – свыше 1 тыс. т, молоко – около 14 тыс. т, яйца – около 9 млн. шт. В городе действуют следующие предприятия пищевой промышленности: ООО «МакПром», ООО «Балашовский сахарный комбинат», ООО «Балашовский маслосыркомбинат», ОАО «Балкомхлебопродукт», ОАО «Балашовская хлебная база», ОАО «Мельница 11», ООО «Балашовская птицефабрика» и другие, ежегодно производящие колбасные изделия (1,5 тыс. т), масло животное (880 т), сыры жирные (870 т), консервы, муку (55 тыс. т), крупы (24 тыс. т), макаронные и кондитерские изделия (3,5 тыс. т), масло растительное, сахар-песок (свыше 15 тыс. т).

Марковский район расположен в центральной части области на левом берегу р.Волги; численность населения – 65 255 человек, в том числе в городе Марксе – 31 724 человека.

Специализация сельского хозяйства – зерново-животноводческая. Производство основных видов сельскохозяйственной продукции составляют: зерно – 87 тыс. т, подсолнечник – 14,4 тыс. т, картофель – свыше 7 тыс. т, овощи – свыше 3 тыс. т, мясо – свыше 3 тыс. т, молоко – 27 тыс. т, яйца – 9,5 млн. шт. В городе действуют маслосырдельный, пивоваренный заводы, завод по производству растительного масла и другие, ежегодно производящие колбасные изделия (113 тыс. т), масло животное (550 т), сыры жирные (559 т), консервы мясные (173 туб), пиво (254 тыс. дкл).

Оценка гигиенической безопасности продовольственного сырья и продуктов питания, выращенных и произведенных в Энгельском, Балашовском, Марковском районах Саратовской области, проводилась на основании лабораторных исследований содержания кадмия (Cd), свинца (Pb), ртути (Hg), мышьяка (As), меди (Cu), цинка (Zn), железа (Fe), нитратов, пестицидов (изомеры ГХЦГ, ДДТ и его метаболиты). Отбор проб и пробоподготовка осуществлялись в соответствии с нормативной документацией на каждый вид продукции. Было отобрано и проанализировано 586 образцов тканей и органов крупного рогатого скота (мясо, печень) и свиней (мясо); 144 образца (штук) яиц куриных; 745 образцов молока и продуктов его переработки (масло коровье, творог, сыр); 994 образца основных видов растениеводческой продукции, выращиваемой в открытом грунте (картофель, морковь, свекла, томаты, капуста, лук); 872 образца хлеба пшеничного и хлебных продуктов (мука пшеничная, готовые мучные изделия, крупяные изделия, бобовые); 120 образцов меда натурального пчелиного; 158 образцов масла растительного (подсолнечного). Всего проанализировано 3619 проб продовольственного сырья и пищевых

продуктов. Исследования выполнялись на базах аккредитованных лабораторий ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» (2010-2011г.г.), ФГУ ГСАС «Саратовская» (2010-2011г.г.), ООО «Стандарт» (2012 г.). Полученные результаты исследований дополнялись данными информационного фонда социально-гигиенического мониторинга по качеству и безопасности пищевого сырья и продуктов питания в Саратовской области ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» и Управления Роспотребнадзора по Саратовской области за 2010 – 2012 г.г.

В соответствии с выбором в рамках нашего исследования трех населенных пунктов и одноименных районов области проводилось изучение контаминации продовольственного сырья и пищевых продуктов в каждом районе, а результаты оценивались в сравнительном аспекте, а также сравнивались с ПДК.

2.2. Санитарно-гигиенические методы исследования, статистические методы обработки результатов

Оценка безопасности пищевой продукции, выращенной и произведенной в трех районах Саратовской области, проводилась с использованием общепринятых методик.

Определение содержания в пищевых продуктах и сырье токсичных элементов (кадмия, свинца, меди, цинка, железа) проводилось методом атомно-абсорбционного анализа на спектрофотометре «Квант Z-ЭТА» (Россия) в соответствии ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. Межгосударственный стандарт», МУ 01-19/47-11-92 «Методические указания по атомно-абсорбционным методам определения токсических элементов в пищевых продуктах». Пробоподготовка проводилась согласно

ГОСТ 26929-94 «Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов».

Определение содержания ртути в продуктах питания проводилось в соответствии с ГОСТ 26927-86 «Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути», МУК 4.1.1472-03 «Методические указания. Атомно-абсорбционное определение массовой концентрации ртути в биоматериалах животного и растительного происхождения (пищевых продуктах, кормах и др.)».

Определение мышьяка в пищевых продуктах и сырье проводилось атомно-абсорбционным методом по ГОСТ Р 51766-01 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка».

Оценка содержания нитратов в растениеводческой продукции осуществлялась ионометрическим методом в соответствии с ГОСТ 29270-95 «Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения нитратов», МУ 5048-89 «Определение нитратов и нитритов в продукции растениеводства».

Анализ содержания хлорорганических пестицидов (ХОП) в пищевых продуктах и сырье проводился согласно ГН 1.2.2701-10 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды». Определение гексахлоциклогексана (ГХЦГ) и его изомеров, дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) и его метаболитов (дихлордифенилдихлорэтана – ДДД, дихлордифенилдихлорэтилен – ДДЭ) проводили методом газожидкостной хроматографии, основанной на извлечении препаратов органическими растворителями, очистке экстрактов путем распределения между двумя несмешивающимися жидкостями. Анализ проводился на хроматографе «Shimadzu GC-16A» с детектором электронного захвата ECD-15. Колонка ККК 25 м × 0,22 мм. Температура инжектора 230 °С, колонки – 220 °С, детектора – 250 °С. Газ-носитель – смесь аргона с

метаном, давление на входе – 2 кг/см². Скорость потока – 0,5 мл/мин. Исследования проводили в соответствии с МУ 2142-80 «Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях методом хроматографии в тонком слое», МУ 1875-78 «Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в растительных маслах и животных жирах, фосфатидных концентратах, лузге, жмыхе и шроте методом жидкостной хроматографии».

Оценка всех полученных результатов содержания токсикантов в пищевом сырье и продуктах питания местного производства проводилась в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 «Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы».

Исследования загрязненности почвенного покрова Саратовского региона проводили согласно ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб». В почве определяли массовые доли тяжелых металлов (МУ 52.18.289-90 «Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, цинка, свинца, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом», МУ 52.18.571-96 «Методические указания. Определение массовой доли мышьяка в пробах почв и донных отложений методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с беспламенной атомизацией»), ХОП (МУ 52.18.180-01 «Методические указания. Определение массовой доли галоидорганических пестицидов п, п.-ДДТ, п, п'-ДДЭ, альфа-ГХЦГ, гамма-ГХЦГ, трифлуралина в пробах почвы. Методика выполнения измерений методом газожидкостной хроматографии»).

При изучении уровней перорального поступления контаминантов нами проводилась оценка двух основных переменных величин: содержания

химических загрязнителей в пищевых продуктах и уровне потребления пищевых продуктов детским и подростковым населением.

Анализ химического загрязнения пищевого сырья и продуктов осуществлялся в соответствии с МУ 2.3.7.2125-06 «Социально-гигиенический мониторинг. Контаминация продовольственного сырья и пищевых продуктов химическими веществами. Сбор, обработка и анализ показателей. Методические указания». Рассчитывалось среднее содержание контаминантов в различных видах продуктов. При выявлении распределений величин, не подчиняющихся закону Гаусса, для дальнейших расчетов экспозиции использовали медиану (уровень содержания контаминанта в среднем образце из всех исследованных в вариационном ряду, включая образцы, не содержащие контаминанты) содержания контаминантов в пищевых продуктах и сырье, поскольку в таком случае рассчитанные средние значения данных величин оказываются завышенными или заниженными.

Оценка экспозиции различными контаминантами пищевых продуктов на детей и подростков 7 – 17 лет, проживающих в исследуемых районах Саратовской области, осуществлялась согласно МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население». Расчет суточной алиментарной нагрузки исследуемыми токсикантами осуществлялся на основании оценки потребления пищевых продуктов по данным фактического питания учащихся трех возрастных групп (7 – 10, 11 – 14, 15 – 17 лет; всего 2516 человек) шести общеобразовательных школ в трех городах области. Применяли метод 24-часового (суточного) воспроизведения питания с анализом продуктового набора меню-раскладок в течение 10 дней в каждый сезон года (зимой, весной, летом, осенью).

Экспозиция рассчитывалась по формуле:

$$Exp = \frac{\sum_{i=1}^N (C_i \times M_i)}{BW}, \text{ где}$$

Exp – значение экспозиции контаминантом, мг/кг массы тела/сут. (мг/кгмассы тела/неделю, мг/кг массы тела/мес.);

C_i – содержание контаминанта в *i*-м продукте, мг/кг;

M_i – потребление *i*-го продукта, кг/сут. (кг/нед., кг/год);

BW – масса тела человека, кг;

N – общее количество продуктов, включенных в исследование.

Вклад каждой группы пищевых продуктов в общее значение экспозиции контаминантом рассчитывали по формуле:

$$Contr\ i = \frac{C_i \times M_i}{\sum_{i=1}^N (C_i \times M_i)} \times 100\%, \text{ где}$$

Contr i – вклад *i*-го продукта в общее значение экспозиции;

C_i – содержание контаминанта в *i*-м продукте, мг/кг;

M_i – потребление *i*-го продукта, кг/сут. (кг/нед., кг/год).

Оценка влияния рассчитанной экспозиции химическими контаминантами пищевых продуктов на здоровье детского и подросткового населения, расчет дозовых рисков от загрязнителей, поступающих алиментарным путем, осуществлялся в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04).

Риск развития неканцерогенных эффектов оценивался через расчет коэффициентов опасности (НQ) и индексов опасности (НI).

Расчет НQ проводился с учетом средней или медианной дозы по формуле:

$$HQ = \frac{E_{xp}}{ДСД} \text{ или } \frac{E_{xp}}{УПНП};$$

НQ – коэффициент опасности;

E_{xp} – значение экспозиции контаминантом по среднему содержанию или медиане, мг/кг массы тела/сут. (мг/кг массы тела/нед., мг/кг массы тела/мес.);

ДСД – допустимая суточная доза поступления контаминанта с пищевыми продуктами, мг/кг;

УПНП – условное переносимое недельное поступление контаминанта с пищевыми продуктами, мг/кг.

Суммарная характеристика риска развития неканцерогенных эффектов (НI) при условии одновременного поступления нескольких загрязняющих веществ пероральным путем высчитывалась по формуле:

$$HI = HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_n$$

Величины неканцерогенного риска оценивались: как пренебрежительно малый риск в развитии токсических эффектов – при $HQ \leq 1,0$, высокий – при $HQ > 1,0$.

Оценка риска канцерогенных эффектов от использования контаминированного пищевого сырья и употребления контаминированных пищевых продуктов включала расчет индивидуальных канцерогенных (СR) и популяционного канцерогенного рисков.

Для расчета CR от воздействия канцерогенных веществ использовались данные о величине экспозиции и значения факторов канцерогенного потенциала по формуле:

$$CR = LADD + SF, \text{ где}$$

CR – индивидуальный канцерогенный риск;

LADD – среднесуточная доза поступления загрязняющего вещества в течение жизни, мг/кг в сутки;

SF – фактор наклона, $(\text{мг}/(\text{кг} \times \text{день}))^{-1}$.

LADD рассчитывали по формуле:

$$LADD = (C \times CR \times ED \times EF) / (BW \times AT \times 365) \text{ мг/кг, где:}$$

C – концентрация контаминанта в пищевом продукте мг/кг;

CR – скорость поступления потребляемых продуктов, мг/сут;

ED – продолжительность воздействия, лет;

EF – частота воздействия, сут/год;

BW – масса тела человека, кг;

AT – период осреднения экспозиции, лет;

365 – число дней в году.

Определение величины популяционного канцерогенного риска (PCR), отражающее дополнительное (к фоновому) число случаев злокачественных новообразований, способных возникнуть на протяжении жизни вследствие потребления контаминированных пищевых продуктов, проводили по формуле:

$$PCR = CR \times POP, \text{ где}$$

PCR – популяционный канцерогенный риск;

CR – индивидуальный канцерогенный риск;

POP – численность исследуемой популяции, чел.

Величины канцерогенного риска оценивались: как минимальный – при значении $< 10^{-6}$, низкий – при значении $1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$, средний – при значении $1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-4}$, высокий – при значении $>10^{-3}$.

Статистическая обработка материалов исследований выполнена методами параметрической и непараметрической статистики (программа «Descriptive Statistics», пакет «Statistica 6,0»). Проверка нормальности распределения производилась с использованием критерия Колмогорова-Смирнова. Используются методы описательной статистики (среднее значение, стандартное отклонение, стандартная ошибка среднего, медиана, максимум, минимум); критерии F-Фишера, Вилкоксона. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости p принимался равным 0,05.

ГЛАВА 3. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ МЕСТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Поступление в организм человека химических загрязнителей алиментарным путем, как правило, существенно отличается в разных регионах РФ. Основу отличий составляют региональные особенности структуры питания населения и вариативное содержание контаминантов в продовольственном сырье и пищевых продуктах местного производства. В связи с этим представляется целесообразным мониторинг содержания контаминантов в пищевой продукции, выращенной и произведенной в районах Саратовской области, для населения которой традиционной является большая доля потребления местных продуктов питания.

3.1. Оценка содержания токсичных элементов в продуктах питания

Оценка содержания токсичных элементов в основных видах пищевых продуктов местного производства проводилась на основании лабораторных исследований содержания кадмия, свинца, ртути, мышьяка, меди, цинка, железа. Среди перечисленных веществ свинец, кадмий, мышьяк и ртуть относятся к истинным контаминантам, обладающим сильно выраженными токсикологическими и кумулятивными свойствами, их поступление с пищей в повышенных количествах может привести к острой или хронической интоксикации, в ряде случаев, к развитию злокачественных новообразований. Медь, цинк и железо, в отличие от вышеперечисленных металлов, являются эссенциальными веществами, принимающими активное участие в процессах жизнедеятельности, в связи с чем, выведены за границу истинных контаминантов химической природы. Однако при том, что для меди, цинка и железа определена оптимальная физиологическая потребность, в определенных дозах они являются токсичными для организма, а

присутствие их в пищевых продуктах рассматривается как факт контаминации (С.А.Хотимченко, 2001).

Результатами анализа концентраций токсичных элементов в пищевых продуктах местного производства определено, что среднее содержание ($M \pm m$) металлов в продуктах питания за исследуемый период превышало значение медианы в 1,2 – 3,5 раза в зависимости от группы продуктов и вида контаминанта. Данный факт объяснялся тем, что содержание токсичных элементов в наибольшем количестве образцов продуктов находилось в области низких концентраций, составляя 0 – 20% от значений гигиенических нормативов. В этой связи среднее содержание химических загрязнителей исследуемых пищевых продуктов не отражало уровень содержания, характерный для основного количества образцов в выборке, что необходимо для дальнейшего расчета поступления токсичных элементов с рационами питания. Поэтому дальнейший анализ содержания токсичных элементов в пищевых продуктах был проведен на основании медиан (M_e), в том числе выраженных в долях от допустимых уровней (ПДК).

Анализ данных о содержании свинца в пищевых продуктах по районам области не выявил превышений ПДК, установленных гигиеническим нормативом. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Наибольшие уровни свинца по медианам, выраженным в долях от допустимого уровня, установлены в молоке и молочной продукции, получаемой в центральной части области – Энгельском и Марксовском районах. В этих же районах наименьшие доли медиан от ПДК определены для хлебопродуктов (0,10 и 0,09 соответственно), картофеля (0,12 и 0,15 соответственно). В Балашовском районе наибольшее содержание свинца в долях от ПДК установлено для молочных продуктов (масло коровье – 0,30, творог – 0,29, сыр – 0,24), однако их медианы в 1,2 – 1,4 раз были ниже, чем в аналогичной продукции Энгельского и Марксовского районов. Наименьшее

содержание свинца обнаружено в яйцах куриных (0,10). Содержание свинца в мясе и мясопродуктах по районам области отличалось незначительно: доли медиан от ПДК составили в Энгельском районе – 0,20, в Балашовском – 0,18, Марксовском – 0,19.

Исследование содержания кадмия в основных видах продуктов питания вывило следующие особенности (табл. 2). Наибольшие различия по содержанию кадмия в районах характерны для овощной продукции: в Энгельском районе в 1,8 раза выше, чем в Балашовском и в 1,3 раза выше, чем в Марксовском районе. В Энгельском и Балашовском районах обращают на себя внимание высокие медианы, выраженные в долях от ПДК, в хлебе – 0,20 и 0,23 соответственно. Аналогичные значения долей были определены для некоторых молокопродуктов (сыров сычужных твердых), производимых во всех районах (по 0,20). Наименьшее загрязнение кадмием определено в растительном масле, производимом во всех трех районах: медианы, выраженные в долях от ПДК, соответственно составили: в Энгельском районе – 0,04, в Балашовском – 0,06, в Марксовском – 0,10.

Изучение содержания ртути показало, что в исследуемых образцах пищевого сырья и продуктов данный токсичный элемент обнаруживался в концентрациях, намного ниже установленных ПДК (табл. 3). Наибольшие уровни контаминации ртутью установлены для хлеба и хлебобулочных изделий. В Западном регионе области (Балашовский район) в хлебе определена наибольшая медиана и ее доля от ПДК (0,2), превышающая в 1,5 раза показатели Центрального региона (Энгельский и Марксовский районы). Наименьший уровень загрязнения ртутью обнаружен в подсолнечном масле, производимом в Марксовском районе, – в 100 раз меньше ПДК. Однако в пробах растительного масла, производимого в Энгельском и Балашовском районах, ртуть не обнаружена вообще. Также во всех районах области установлено отсутствие ртути во всех образцах яиц.

Таблица 1

Содержание свинца в пищевых продуктах, выращенных и произведенных в различных районах области, мг/кг

Районы области	Энгельсский район				Балашовский район				Марксовский район				ПДК мг/кг
	Группы пищевых продуктов	n	M ± m	Me	Доля от ПДК	n	M ± m	Me	Доля от ПДК	n	M ± m	Me	
Хлеб и хлебные продукты	310	0,063±0,02	0,036	0,10	256	0,074±0,004	0,042	0,12	204	0,059±0,002	0,03	0,09	0,35
Овощи	396	0,15±0,07	0,1	0,20	320	0,1±0,06	0,085	0,17	278	0,19±0,08	0,11	0,22	0,5
в т.ч., картофель	115	0,067±0,05	0,062	0,12	68	0,053±0,05	0,05	0,10	54	0,1±0,05	0,075	0,15	0,5
Мясо и мясопродукты	210	0,16±0,08	0,099	0,20	196	0,13±0,006	0,089	0,18	180	0,18±0,08	0,094	0,19	0,5
Молоко	155	0,046±0,003	0,028	0,28	95	0,032±0,003	0,022	0,22	108	0,041±0,003	0,026	0,26	0,1
Молокопродукты:													
- масло коровье	67	0,041±0,004	0,031	0,31	45	0,029±0,003	0,03	0,30	45	0,04±0,003	0,033	0,33	0,1
- творог	40	0,19±0,08	0,097	0,32	40	0,18±0,05	0,088	0,29	35	0,21±0,09	0,12	0,40	0,3
- сыр сычужный	40	0,25±0,1	0,16	0,32	40	0,2±0,09	0,12	0,24	35	0,2±0,09	0,15	0,30	0,5
Яйца	34	0,078±0,07	0,034	0,11	80	0,85±0,08	0,031	0,10	30	0,69±0,07	0,024	0,08	0,3
Мед пчелиный	35	0,035±0,005	0,023	0,23	60	0,042±0,006	0,024	0,24	25	0,04±0,005	0,021	0,21	0,1
Масло подсолнечное	23	0,03±0,003	0,019	0,19	50	0,036±0,004	0,018	0,18	85	0,03±0,002	0,012	0,12	0,1

Таблица 2

Содержание кадмия в пищевых продуктах, выращенных и произведенных в различных районах области, мг/кг

Районы области	Энгельсский район				Балашовский район				Марксовский район				ПДК мг/кг
	Группы пищевых продуктов	n	M ± m	Me	Доля от ПДК	n	M ± m	Me	Доля от ПДК	n	M ± m	Me	
Хлеб и хлебные продукты	310	0,022±0,004	0,014	0,20	256	0,029±0,004	0,016	0,23	204	0,017±0,003	0,011	0,16	0,07
Овощи	396	0,016±0,003	0,009	0,30	320	0,011±0,002	0,005	0,17	278	0,01±0,002	0,007	0,23	0,03
в т.ч., картофель	115	0,01±0,002	0,007	0,23	68	0,012±0,002	0,005	0,17	54	0,01±0,002	0,006	0,20	0,03
Мясо и мясопродукты	210	0,02±0,003	0,009	0,18	196	0,015±0,002	0,008	0,16	180	0,022±0,003	0,009	0,18	0,05
Молоко	155	0,015±0,001	0,005	0,17	95	0,011±0,001	0,005	0,17	108	0,017±0,002	0,006	0,20	0,03
Молокопродукты:													
- масло коровье	67	0,01±0,001	0,005	0,17	45	0,01±0,001	0,005	0,17	45	0,011±0,002	0,007	0,23	0,03
- творог	40	0,025±0,003	0,013	0,13	40	0,02±0,002	0,013	0,13	35	0,029±0,003	0,016	0,16	0,1
- сыр сычужный	40	0,09±0,005	0,04	0,20	40	0,08±0,004	0,04	0,20	35	0,08±0,004	0,04	0,20	0,2
Яйца	34	0,005±0,0002	0,001	0,10	80	0,007±0,0001	0,0015	0,15	30	0,005±0,0002	0,001	0,10	0,01
Мед пчелиный	35	0,02±0,003	0,007	0,14	60	0,023±0,001	0,007	0,14	25	0,015±0,002	0,006	0,12	0,05
Масло подсолнечное	23	0,007±0,0001	0,002	0,04	50	0,004±0,0001	0,003	0,06	85	0,01±0,003	0,005	0,10	0,05

Таблица 3

Содержание ртути в пищевых продуктах, выращенных и произведенных в различных районах области, мг/кг

Районы области	Энгельский район				Балашовский район				Марковский район				ПДК мг /кг
	Группы пищевых продуктов	n	M ± m	Me	Доля от ПДК	n	M ± m	Me	Доля от ПДК	n	M ± m	Me	
Хлеб и хлебные продукты	310	0,005± 0,0001	0,002	0,13	256	0,006± 0,0002	0,003	0,2	204	0,005± 0,0002	0,002	0,13	0,015
Овощи	396	0,003± 0,0003	0,0009	0,045	320	0,003± 0,0002	0,001	0,05	278	0,001± 0,0001	0,0015	0,075	0,02
Мясо и мясопродукты	210	0,005± 0,0003	0,0015	0,05	196	0	0	0	180	0,002± 0,0001	0,0009	0,03	0,03
Молоко	155	0,0004± 0,00	0,0002	0,04	95	0,0007± 0,00	0,0003	0,06	108	0,0005± 0,00	0,0002	0,04	0,005
Молокопродукты: - масло коровье	67	0,004± 0,0001	0,002	0,07	45	0,006± 0,0002	0,002	0,07	45	0,004± 0,0001	0,001	0,03	0,03
Яйца	34	0	0	0	80	0	0	0	30	0	0	0	0,02
Масло подсолнечное	23	0	0	0	50	0	0	0	85	0,0005± 0,00	0,0003	0,003	0,03

Таблица 4

Содержание мышьяка в пищевых продуктах, выращенных и произведенных в различных районах области, мг/кг

Районы области	Энгельсский район				Балашовский район				Марковский район				ПДК мг/кг
	Группы пищевых продуктов	n	M ± m	Me	Доля от ПДК	n	M ± m	Me	Доля от ПДК	n	M ± m	Me	
Хлеб и хлебные продукты	310	0,009± 0,0002	0,005	0,06	256	0,009± 0,0003	0,0045	0,03	204	0,008 ±0,0002	0,005	0,06	0,15
Овощи	396	0,019±0,002	0,007	0,035	320	0,011±0,002	0,005	0,025	278	0,016±0,002	0,006	0,03	0,2
в т.ч., картофель	115	0,015±0,001	0,006	0,03	68	0,01±0,001	0,0045	0,02	54	0,018±0,002	0,005	0,025	0,2
Мясо и мясопродукты	210	0,007± 0,0002	0,003	0,03	196	0,005± 0,0001	0,001	0,01	180	0,01±0,001	0,005	0,05	0,1
Молоко	155	0,0009± 0,00	0,001	0,02	95	0	0	0	108	0,001± 0,001	0,001	0,02	0,05
Молокопродукты: - масло коровье	67	0	0	0	45	0	0	0	45	0	0	0	0,1
Яйца	34	0,001± 0,0001	0,0004	0,004	80	0,0006± 0,00	0,0003	0,003	30	0,0007± 0,00	0,0004	0,004	0,1
Мед пчелиный	35	0,005± 0,0002	0,0009	0,002	60	0,009± 0,0003	0,002	0,004	25	0,004± 0,0001	0,0009	0,002	0,5
Масло подсолнечное	23	0	0	0	50	0,0001± 0,00	0,0001	0,001	85	0	0	0	0,1

Концентрации мышьяка в продуктах питания определялись на уровне сотых и тысячных от ПДК. Во всех районах области наиболее высокие ранги по содержанию мышьяка определены для хлеба и хлебных продуктов, овощей, мяса и мясопродуктов (табл. 4).

Исследование содержания эссенциальных элементов (медь, цинк, железо) в пищевой продукции местного производства по районам области выявило следующие особенности.

Средние концентрации меди и цинка во всех исследуемых образцах пищевых продуктов не превышали установленных гигиенических нормативов, а их уровни, в целом, согласовались с литературными данными, хотя и имели некоторые различия, зависящие, по-видимому, от внешних факторов (содержание этих элементов в почве, воде, кормах для животных) или способов производства конкретной продукции (Н.А.Лесцова, 2004).

Так, в молоке, производимом во всех трех районах области, определено содержание меди в 4 – 7,7 раз меньше, а цинка – в среднем в 4 раза меньше, чем установлено гигиеническими нормативами. При переработке молока обнаружено как снижение (в масле коровьем), так и некоторое повышение концентраций исследуемых металлов (в твороге и сыре) за счет их концентрирования казеиновыми фракциями молочных белков (табл. 5, 6).

Исследование содержания меди и цинка в мясе и мясопродуктах местного производства выявило резкое снижение концентраций этих элементов. Однако содержание меди в мясе Энгельсского района определялось в 1,3 раза меньше ($p < 0,05$), чем в Балашовском районе (табл. 5). В то же время в Балашовском районе установлены более низкие средние концентрации и медианы содержания цинка в хлебе и хлебных продуктах, а также овощах, по сравнению с Энгельским и Марксовским районами (табл. 6), однако отличия не были статистически достоверными ($p > 0,05$).

По другим группам продуктов, производимых в различных районах, содержание меди и цинка имело незначительные различия (табл. 5, 6).

Таблица 5

Содержание меди в пищевых продуктах, выращенных и произведенных в различных районах области, мг/кг

Районы области	Энгельсский район			Балашовский район			Марксовский район			ПДК мг/кг
	Группы пищевых продуктов	n	M ± m	Me	n	M ± m	Me	n	M ± m	
Хлеб и хлебные продукты	310	1,33±0,5	1,25	256	1,21±0,4	1,11	204	1,18±0,2	1,2	5,0
Овощи	396	0,58±0,02	1,0	320	0,5±0,01	0,92	278	0,66±0,04	1,01	5,0
в т.ч., картофель	115	0,64±0,01	0,92	68	0,55±0,02	0,9	54	0,59±0,01	0,87	5,0
Мясо и мясопродукты	210	0,44±0,04	0,55	196	0,57±0,05*	0,68	180	0,52±0,04	0,61	5,0
Молоко	155	0,14±0,01	0,13	95	0,2±0,03	0,25	108	0,18±0,01	0,14	1,0
Молокопродукты:										
- масло коровье	67	0,08±0,002	0,1	45	0,1±0,004	0,15	45	0,09±0,001	0,1	0,5
- творог	40	0,31±0,05	0,42	40	0,42±0,06	0,45	35	0,45±0,03	0,4	4,0
- сыр сычужный	40	0,45±0,07	0,35	40	0,56±0,09	0,5	35	0,61±0,06	0,54	4,0
Яйца	34	0,3±0,04	0,23	80	0,3±0,02	0,29	30	0,22±0,01	0,25	3,0
Масло подсолнечное	23	0,029±0,003	0,4	50	0,035±0,002	0,03	85	0,031±0,001	0,034	0,5

Примечание. * - статистически достоверные отличия в сравнении со значением в Энгельском районе, $p < 0,05$.

Таблица 6

Содержание цинка в пищевых продуктах, выращенных и произведенных в различных районах области, мг/кг

Районы области	Энгельсский район			Балашовский район			Марксовский район			ПДК мг/кг
	п	М ± m	Me	п	М ± m	Me	п	М ± m	Me	
Хлеб и хлебные продукты	310	5,61±1,05	5,0	256	3,44±0,92	4,05	204	5,02±1,0	4,86	25,0
Овощи в т.ч., картофель	396	0,8±0,05	0,9	320	0,5±0,01	0,59	278	0,5±0,03	0,7	10,0
	115	1,04±0,08	1,0	68	0,079±0,05	0,99	54	0,087±0,06	1,0	10,0
Мясо и мясопродукты	210	9,92±1,45	10,0	196	10,65±1,6	10,33	180	9,65±1,51	10,1	70,0
Молоко	155	1,15±0,2	1,17	95	1,25±0,16	1,2	108	1,22±0,1	1,25	5,0
Молокопродукты:										
- масло коровье	67	0,5±0,06	0,7	45	0,9±0,04	0,88	45	0,9±0,05	0,89	5,0
- творог	40	2,61±0,9	2,5	40	4,05±1,0	4,01	35	4,34±1,2	4,67	50,0
- сыр сычужный	40	5,15±1,27	5,5	40	7,0±1,21	6,92	35	7,71±1,55	7,89	50,0
Яйца	34	7,93±1,04	8,0	80	6,55±1,3	7,76	30	6,14±1,0	6,51	50,0
Масло подсолнечное	23	0,06±0,002	0,055	50	0,1±0,002	0,05	85	0,1±0,005	0,05	5,0

Особый интерес представляли исследования содержания железа в продуктах питания местного производства.

Железо является жизненно важным микроэлементом для организма человека. Его дефицит может приводить к снижению активности ряда ферментов монооксигеназной системы, и, как следствие, существенно влиять на метаболизм и механизм действия чужеродных химических соединений в организме. Несмотря на активное участие железа в обмене веществ, данный элемент может оказывать токсическое действие при алиментарном поступлении в больших количествах, аккумулироваться в органах и тканях (А.П.Авцын с соавт., 1991; С.А.Хотимченко, 2001).

В рамках исследования было изучено содержание железа в коровьем и подсолнечном маслах, производимых в районах Саратовской области. Результаты исследования представлены в таблице 7.

Таблица 7

Содержание железа в продуктах питания по районам области, мг/кг

Вид продукта	Энгельский район		Балашовский район		Марковский район		ПДК мг/кг
	М ± m	Me	М ± m	Me	М ± m	Me	
Масло коровье	1,37±0,2	1,51	1,91±0,5	2,0	1,62±0,3	1,74	5,0
Масло подсолнечное	0,59±0,03	0,65	0,85±0,06 *	0,89	0,73±0,03	0,81	5,0

Примечание. * - статистически достоверные отличия в сравнении со значением в Энгельском районе, p<0,05.

Как видно из представленной таблицы, все пробы исследованных масел характеризовались низким содержанием железа. В то же время в растительном масле из Балашовского района среднее содержание железа

составило $0,85 \pm 0,06$ мг/кг, что в 1,4 ($p < 0,05$) и 1,2 ($p > 0,05$) раз больше, чем в продуктах Энгельсского и Марксовского районов.

В масле коровьем во всех районах также отмечался низкий уровень содержания железа, причем в Балашовском районе определены наибольшие колебания концентраций в изученных пробах (наименьшее значение по району составило 0,6 мг/кг, максимальное – 4,0 мг/кг). Более высокое содержание железа в данном продукте питания, по-видимому, обусловлено таковыми концентрациями железа в молоке, производимом в Балашовском районе, поскольку в процессе обычной переработки молочного сырья соединения металлов с компонентами молока не подвергаются значительным изменениям и их концентрация в готовом продукте практически аналогична таковой в исходном сырье (Л.А.Боярская, 2010).

Таким образом, на примере двух представителей групп пищевых продуктов местного производства установлено пониженное содержание в них железа. В литературе имеются сведения, что дефицит железа может существенно потенцировать возможность кумуляции свинца в организме, увеличивать риск отравления свинцом вследствие общеизвестного физиологического антагонизма между металлами (А.П.Авцын с соавт., 1991). Этот факт приобретает особую актуальность, поскольку по результатам нашего исследования во всех районах области выявлено поступление свинца с основными группами продуктов питания – молоком и молочной продукцией, овощами, мясом и мясопродуктами и др. Несмотря на то, что концентрации свинца не превышают установленных ПДК, это указывает на потенциальное суммарное поступление свинца с пищей.

Резюмируя вышеизложенное, следует, что во всех трех районах области отмечается дефицит контролируемых эссенциальных элементов в пищевом сырье и продуктах питания, тогда как содержание токсичных элементов, в

основном не превышающих допустимых уровней, характеризуются вариативным контаминированием пищевой продукции в разных районах.

Наибольшее загрязнение свинцом (в долях от ПДК) характерно для молока, производимом в Энгельском и Марксовском районах; кадмием – для овощной продукции Энгельского района; ртутью – для хлеба и хлебных продуктов Балашовского района; мышьяком – для хлеба и хлебных продуктов Энгельского и Марксовского районов. Наименьшие средние и медианные концентрации эссенциальных элементов установлены в следующих продуктах и сырье: медь – для мяса Энгельского района; цинк – для хлебопродуктов и овощей Балашовского района и куриных яиц, производимых в хозяйствах Марксовского района; железо – для подсолнечного масла Энгельского района.

3.2. Оценка содержания нитратов в продуктах питания

Особую актуальность приобретают исследования по определению содержания нитратов в овощной продукции местного производства (картофель, морковь поздняя, свекла столовая, капуста поздняя, томаты, лук репчатый). Это обусловлено увеличивающимся применением азотных удобрений, как следствие, возрастанием уровня нитратов в почве и опосредованно в используемых для водоснабжения грунтовых и поверхностных водах, а также в продовольственных и фуражных сельскохозяйственных культурах и др. (А.П.Ильницкий, 2003; С.И.Крохалева, 2005; Е.А.Белоусова с соавт., 2012; А.М.Василовский с соавт., 2012; И.В.Колнет с соавт., 2012; J.Dich et al., 1996).

Механизм поглощения нитратов растениями до сих пор является малоизученным вопросом. Считается, что при низких концентрациях нитратов в почве его поглощение представляет собой ферментативный

процесс, катализируемый специфичной ферментной системой. При высоких концентрациях нитратов в среде первоначально происходит резкое усиление активности нитратредуктазы, которое сменяется ее падением вследствие быстрого накопления ионов аммония или продуктов его метаболизма. Далее процесс поглощения нитратов продолжается до установления равновесия с концентрацией нитратов в почве. В результате растение может накопить значительное количество нитратов (С.Ф. Измайлов, 1986).

Анализ содержания нитратов в овощной продукции, выращенной в Саратовском регионе, представлен в таблицах 8, 9, 10, рисунке 1.

Таблица 8

**Содержание нитратов в овощной продукции
Энгельсского района, мг/кг**

Наименование продукта	n	C min	C max	M ± m	Me	ПДК мг/кг
Картофель	115	25	604	138,7±9,1	143,1	250
Морковь поздняя	100	55	500	180,8±9,2	175,5	250
Свекла столовая	84	171	3088	795,5±16,2	815,1	1400
Капуста поздняя	76	21	1008	469,8±11,2	482,4	500
Томаты	80	14	240	41,0±5,5*	45,9	150
Лук репчатый	56	3	135	32,4±3,0	37,5	80

Примечание. * - статистически достоверные отличия в сравнении со значением в Балашовском районе, $p < 0,05$.

Таблица 9

**Содержание нитратов в овощной продукции
Балашовского района, мг/кг**

Наименование продукта	n	C min	C max	M ± m	Me	ПДК мг/кг
Картофель	68	8	432	104,5±7,7	110,0	250
Морковь поздняя	55	30	450	150,5±9,2	160,3	250

Свекла столовая	60	150	2505	702,2±14,0	688,0	1400
Капуста поздняя	92	15	745	361,0±5,8	350,9	500
Томаты	60	26	280	81,2±6,1	88,0	150
Лук репчатый	53	6	94	29,2±2,1	28,5	80

Таблица 10

**Содержание нитратов в овощной продукции
Марковского района, мг/кг**

Наименование продукта	n	C min	C max	M ± m	Me	ПДК мг/кг
Картофель	54	24	465	122,5±8,8	130,9	250
Морковь поздняя	50	30	695	216,4±10,0	196,3	250
Свекла столовая	34	315	5112	1102,8±141,0	1203,0	1400
Капуста поздняя	65	30	1150	430,0±10,1	425,0	500
Томаты	74	20	209	48,9±4,9*	51,7	150
Лук репчатый	55	5	109	30,1±2,8	33,9	80

Примечание. * - статистически достоверные отличия в сравнении со значением в Балашовском районе, $p < 0,05$.

Результатами исследований показано, что уровень нитратов в овощах местного производства (осенью) варьирует в широких пределах, однако рассчитанные средние и медианные концентрации не превышали ПДК во всех районах области.

Самые высокие максимальные значения нитратов определены в свекле (до 3 г/кг – в Энгельсском районе и до 5 г/кг – в Марковском районе), капусте – до 1,0 – 1,1 г/кг (Энгельсский, Марковский районы). Наименьшие средние и медианные концентрации нитратов установлены в луке репчатом во всех районах (28,5 – 37,5 мг/кг). В Балашовском районе определено, что в томатах грунтовых содержание нитратов составило 81,2±6,1 мг/кг, что в 2

раза больше, чем в Энгельсском районе ($p < 0,05$) и 1,7 раза больше, чем в Марксовском районе ($p < 0,05$). Средние и медианные концентрации нитратов в картофеле были в 1,7 – 2,4 раз меньше установленной ПДК, однако статистически не различались по районам области ($p > 0,05$).

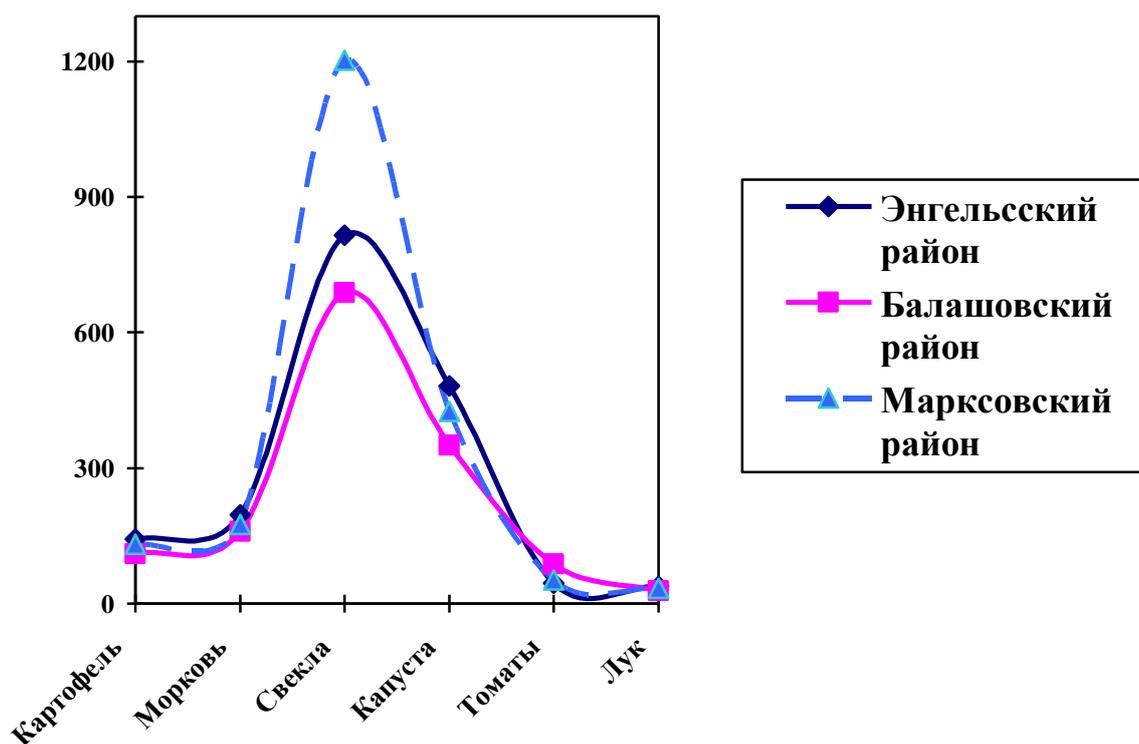


Рис. 1. Медианные концентрации нитратов в овощах, выращенных в различных районах области, мг/кг

Полученные данные о вариативных концентрациях нитратов в овощной продукции по районам области можно объяснить тем, что содержание нитратов различно не только в отдельных культурах, но и в сортах. Эти различия могут достигать 5 – 10 раз из-за разной способности поглощать нитраты из почвы. Так, известны сорта многих культур, содержащих минимальные и максимальные количества нитратов. Используя особенности

каждого сорта, можно существенно влиять на качество выращиваемых овощных культур (С.Ф. Измайлов, 1986).

Полученные результаты фактического содержания нитратов в овощной продукции Саратовского региона были использованы в дальнейшем при расчете поступления этих соединений в организм с пищевыми рационами.

3.3. Оценка содержания хлорорганических пестицидов в продуктах питания

ХОП являются галопроизводными полициклических углеводов и углеводов алифатического ряда. Они обладают высокой химической стойкостью к воздействию различных факторов внешней среды, относятся к группе высокостабильных и сверхвысокостабильных соединений, для которых наиболее характерна миграция из одной среды в другую с последующим вторичным загрязнением объектов среды и концентрированием в различных звеньях пищевых цепей (Е.Г.Чхвирия, 2003; В.Н.Ракитский с соавт., 2005; Т.А.Синицкая, 2005; Б.А.Ревич с соавт., 2008 и др.).

Результатами исследований уровней содержания контролируемых ХОП в пищевой продукции местного производства обнаружены остаточные количества изомеров ГХЦГ, ДДТ и его метаболитов на уровне значительно ниже установленных пределов нормативов.

За период исследований (2011 – 2012 г.г.) в местной продукции выявлено наличие остаточного количества инсектицида ГХЦГ в 100% образцов – в Энгельском районе, в 80,6% образцов – в Балашовском районе, в 95,7% – в Марксовском районе. Установлены средние данные по сумме изомеров ГХЦГ в различных пищевых продуктах по районам области (табл. 11, рис. 2).

Наибольшее суммарное содержание ГХЦГ установлено для мяса, что подтверждает высокую биокумуляцию ХОП по пищевой цепи. Определено, что остаточные концентрации ГХЦГ в мясе Энгельсского района были в 1,2 раза выше, чем в Балашовском районе и в 1,4 раза выше, чем в Марксовском районе (табл. 11).

Помимо суммарного содержания ГХЦГ также определялись его изомеры. В природе известно 11 стереоизомеров ГХЦГ. Все изомеры обладают выраженными кумулятивными свойствами. Следует отметить, что α -, β - изомеры обладают большей хронической токсичностью, чем γ -изомер-линдан, который имеет наибольшую инсектицидную активность. Общеизвестно, что γ -изомер ГХЦГ может трансформироваться в α - и β -изомеры, которые термодинамически более устойчивы (Т.А.Синицкая, 2005).

В лаборатории нами определялись 3 изомера ГХЦГ (α -, β -, γ). При этом из отдельных изомеров основным в мясе являлся α -ГХЦГ (до 90%). Наиболее высокое значение коэффициента α/γ -изомеров установлено в Балашовском районе (4,6), свидетельствующее о давнем присутствии ХОП в среде; наименьшее – в Марксовском районе (1,1). Отсутствие в пробах мяса Марксовского района β -ГХЦГ подтверждало недавнее поступление линдана в среду (возможно использование загрязненных кормов, применение ГХЦГ для обработки животных). Суммарное содержание ДДТ и его метаболитов в мясе и мясопродуктах различных районов варьировало от 3,15 до 2,5 мкг/кг (в 31,7 – 40,0 раз меньше ПДК), присутствовали все метаболиты ДДТ (табл. 12).

Липофильность ХОП также определила факт обнаружения ГХЦГ в молоке и яйцах куриных в концентрациях в 1,3 – 3,4 раз выше, чем в местной растениеводческой продукции. Суммарное содержание ГХЦГ (мкг/кг) в молоке установлено по убывающей для Энгельсского, Марксовского, Балашовского районов – 1,11; 1,04; 0,98 соответственно; в исследуемых

образцах преобладал β -ГХЦГ (табл. 11). В большинстве проб молока доминировал ДДТ (табл. 12).

Высокое содержание жиров в яйцах птиц (около 10% в целом яйце и до 30% в желтке) также способствовало накоплению ХОП. Наибольшее суммарное содержание ГХЦГ (1,38 мкг/кг) определено в куриных яйцах Балашовской птицефабрики, превышающее в 1,4 – 1,7 раз аналогичные показатели в других районах (табл. 11). Соотношение α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ составило 9,6. В яйцах, отобранных в частных хозяйствах Энгельсского и Марксовского районов, остаточные концентрации γ -изомера не обнаруживались, что свидетельствует об отсутствии использования более токсичного γ -изомера ГХЦГ (линдана), по сравнению с техническим ГХЦГ, однако суммарное содержание ДДТ и его метаболитов по сравнению с продукцией Балашовского района были выше в 1,9 и 1,7 раз соответственно. Для всех исследуемых образцов яиц куриных концентрации ДДД и ДДЭ в сумме значительно превышали ДДТ, указывая на трансформацию исходного соединения с дальнейшим накоплением его метаболитов.

Анализ содержания пестицидов в овощной продукции выявил наибольшие суммарные концентрации препаратов ГХЦГ в Марксовском районе – 1,12 мкг/кг. Однако содержание остатков ГХЦГ в Энгельсском и Балашовском районах отличались незначительно – 0,98 мкг/кг и 0,81 мкг/кг соответственно (табл. 11). Соотношение изомеров в исследуемых образцах овощей распределилось следующим образом: α -изомер – 4–5,0%, β -изомер – 33–40%, γ -изомер – 55–63%, т.е. отношение более стабильного изомера α -ГХЦГ к γ -ГХЦГ составляло менее 1,0 и свидетельствовало о недавнем поступлении ГХЦГ в окружающую среду. Отношения концентраций ДДТ/ДДЭ в пробах овощей Энгельсского и Марксовского районов были значительно выше 1,0, что позволяет судить также о постоянном поступлении пестицида в экосистему (табл. 12).

Таблица 11

Содержание остаточных количеств ГХЦГ и его изомеров в пищевых продуктах,
выращенных и произведенных в различных районах области, мкг/кг

Группы пищевых продуктов	Энгельсский район			Балашовский район			Марксовский район			ПДК мг/кг
	ГХЦГ, мкг/кг	γ-ГХЦГ, мкг/кг	Σ ГХЦГ, мкг/кг	ГХЦГ, мкг/кг	γ-ГХЦГ, мкг/кг	Σ ГХЦГ, мкг/кг	ГХЦГ, мкг/кг	γ-ГХЦГ, мкг/кг	Σ ГХЦГ, мкг/кг	
Хлеб	0,56±0,16	0,05±0,002	0,61	0,53±0,09	0	0,53	0,49±0,11	0,08±0,006	0,57	0,5
Овощи	0,31±0,08	0,67±0,12	0,98	0,25±0,1	0,56±0,22	0,81	0,39±0,14	0,73±0,28	1,12	0,5
Мясо	1,82±0,54	0,71±0,08	2,53	1,68±0,33	0,36±0,05	2,04	0,94±0,31	0,89±0,26	1,83	0,1
Молоко	1,02±0,41	0,09±0,02	1,11	0,93±0,29	0,05±0,01	0,98	0,71±0,31	0,33±0,12	1,04	0,05
Яйца	1,02±0,46	0	1,02	1,25±0,12	0,13±0,09	1,38	0,81±0,26	0	0,81	0,1
Мед пчелиный	0,018± 0,0002	0	0,018	0,013± 0,0001	0	0,013	0,014± 0,0001	0	0,014	0,005
Масло подсолнеч- ное	0,61±0,29	0,08± 0,002	0,69	0,6±0,21	0,05± 0,001	0,65	0,45±0,13	0,09± 0,006	0,54	0,2

Таблица 12

**Содержание ДДТ и его метаболитов в продуктах,
выращенных и произведенных в различных районах области, мкг/кг**

Группы пищевых продуктов	Энгельский район					Балашовский район					Марксовский район					ПДК мг/ кг
	ДДТ	ДДД	ДДЭ	ДД Т/Д ДЭ	Σ	ДДТ	ДДД	ДДЭ	ДД Т/Д ДЭ	Σ	ДДТ	ДДД	ДДЭ	ДД Т/Д ДЭ	Σ	
Хлеб	0	0,63± 0,15	0,59± 0,09	0	1,22	0	0,69± 0,23	0,38± 0,12	0	1,07	0,01± 0,001	1,12± 0,45	0,22± 0,1	0,05	1,35	0,02
Овощи	2,18± 0,68	0,47± 0,13	0,07± 0,005	31,1	2,72	1,84± 0,45	0,35± 0,12	0	0	2,19	2,33± 0,79	0,42± 0,1	0,09± 0,006	26,0	2,84	0,1
Мясо	1,61± 0,72	1,25± 0,51	0,29± 0,06	5,6	3,15	1,24± 0,55	1,01± 0,09	0,25± 0,05	5	2,5	1,4± 1,05	1,16± 0,06	0,33± 0,06	4,1	2,89	0,1
Молоко	1,17± 0,32	0,53± 0,09	0	0	1,75	1,27± 0,44	0,39± 0,06	0	0	1,66	1,38± 0,42	0,3± 0,05	0	0	1,68	0,05
Яйца	0,44± 0,14	1,32± 0,52	0,49± 0,1	0,9	2,25	0,39± 0,11	0,83± 0,26	0	0	1,22	0,59± 0,13	1,04± 0,38	0,46± 0,12	1,3	2,09	0,1
Мед пчелиный	0,001 ±0,00 01	0,017 ±0,00 4	0,013 ±0,00 02	0,4	0,031	0	0,019 ±0,00 6	0,009 ±0,00 01	0	0,028	0,002 ±0,00 01	0,014 ±0,00 6	0,01± 0,003	0,2	0,026	0,005
Масло подсолнеч.	0,12± 0,09	0,56± 0,13	0	0	0,68	0	0,77± 0,18	0	0	0,77	0,16± 0,1	0,65± 0,16	0	0	0,81	0,2

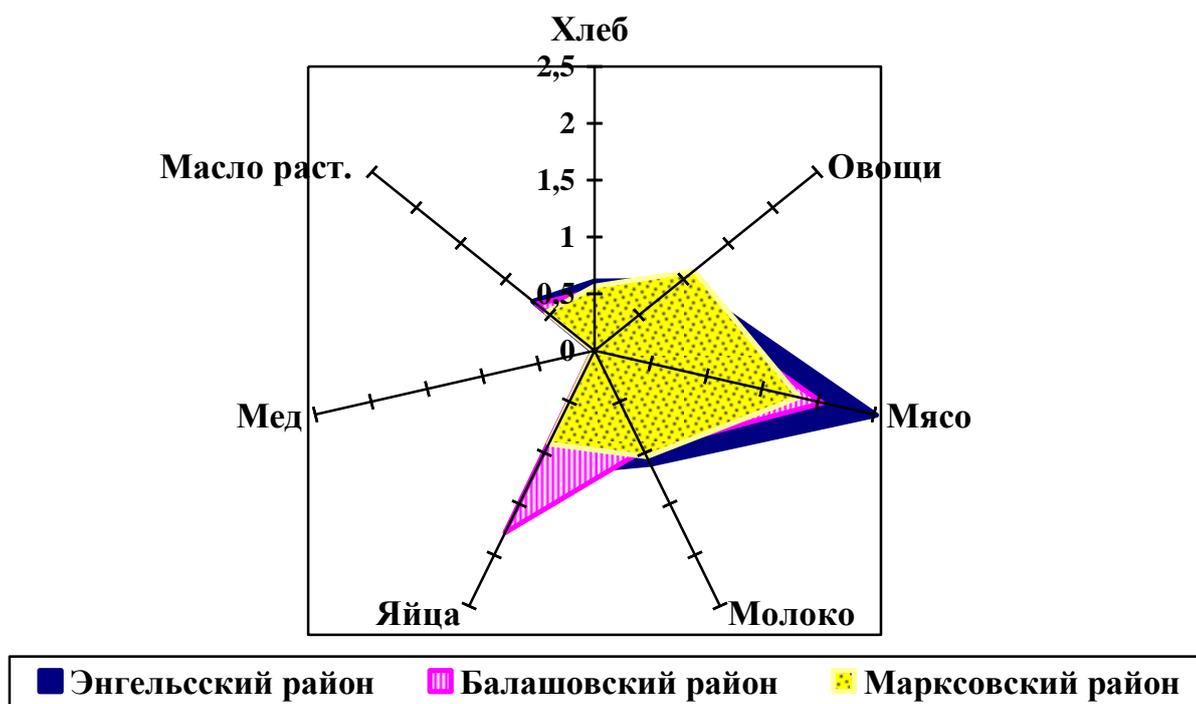


Рис.2. Суммарное содержание изомеров ГХЦГ в различных группах пищевых продуктов по районам области, мкг/кг

Частота обнаружения и уровни остатков ГХЦГ в пробах хлеба из всех исследуемых районов были практически на одном уровне (табл. 11). Во всех исследуемых образцах хлеба, меда натурального сотового, масла подсолнечного нерафинированного уровни содержания ДДД и ДДЭ в сумме значительно превышали ДДТ (табл. 12), указывая на длительное пребывание пестицида в системе и его постепенную деградацию.

Учитывая более чем 30-летний срок формального запрета использования некоторых ХОП в сельском хозяйстве (Конвенция ООН по Стойким Органическим Загрязнителям), данные пестициды не должны регистрироваться в объектах окружающей среды и пищевых продуктах вследствие процессов метаболизма и деградации ХОП. Однако полученные данные свидетельствуют об отсутствии полной трансформации ХОП в среде и продолжающемся факте загрязнения местных пищевых продуктов и пищевого сырья. Процент обнаружения и уровни остатков ХОП в сельскохозяйственной продукции животного происхождения несколько

выше, чем в продукции растительного происхождения, однако обнаруженные остаточные количества пестицидов в несколько раз ниже МДУ.

3.4. Оценка содержания химических загрязнителей в почве

Качество почвы в большей степени определяется содержанием в ней различных загрязнителей. Концентрации ксенобиотиков в почве обычно отражают фоновое загрязнение региона. Почвы могут получать сбросы экологических загрязнителей разными путями, из которых наиболее распространенными являются выпадение из атмосферы, внесение осадков сточных вод или компостов, разливы, эрозия находящихся поблизости загрязненных участков. В результате почвенный покров становится долговременной депонирующей средой для многочисленных стойких, а также липофильных соединений, которые адсорбируются на органическом углероде почвы и после этого остаются относительно неподвижными (Buckley-Golder et al., 1999). В то же время почвы выполняют роль связующего звена всех компонентов биосферы и биогеохимического барьера. Опасность загрязнения почв определяется уровнем ее возможного отрицательного влияния на контактирующие среды вследствие процессов миграции и перераспределения в них ксенобиотиков, также прямо или опосредованно на человека.

Почвенный покров Саратовской области представляет собой разнообразное в геохимическом отношении геопространство. Он имеет свои особенности в районах, выбранных в разрезе нашего исследования. Состояние почв, прежде всего, определяется характером и объемом производства в районе, в частности, сочетанной аграрной и промышленной нагрузкой на территории Энгельсского и Балашовского районов и преимущественно аграрной – в Марксовском районе.

Сравнительная оценка содержания некоторых тяжелых металлов в почве осуществлялась по их валовому содержанию. Для обнаруженных металлов также были рассчитаны коэффициенты концентрации (K_c – соотношение фактического содержания элемента в почве к его ПДК/ОДК), характеризующие уровень загрязнения почвы. Расчетные результаты представлены в таблице 13.

Таблица 13

**Среднее содержание валовых форм некоторых металлов
в почве (мг/кг) и их значения K_c**

Исследуемый район Элемент	Энгельсский		Балашовский		Марковский	
	$M \pm m$	K_c	$M \pm m$	K_c	$M \pm m$	K_c
Свинец	45,9±5,9	1,4	38,7±5,5	1,2	34,5±4,8	1,1
Цинк	50,4±5,4	0,9	53,6±5,7	0,9	38,1±5,0	0,7
Мышьяк	1,8±0,9	0,9	1,5±0,7	0,75	2,0±1,0	1,0
Ртуть	2,2±1,0	1,1	1,8±0,9	0,9	2,5±1,4	1,2
Кадмий	0,7±0,04*	1,4	0,7±0,05*	1,4	0,5±0,07	1,0

Примечание. * - статистически достоверные отличия в сравнении со значением в Марковском районе, $p < 0,05$.

Из таблицы 13 видно, что в почве Энгельсского района содержание свинца составляло 1,4 ПДК, цинка – 0,9 ПДК, мышьяка – 0,9 ПДК, ртути – 1,1 ПДК, кадмия – 1,4 ПДК. В почве Балашовского района приоритетными загрязняющими металлами являлись свинец (1,2 ПДК) и кадмий (1,4 ПДК). В почве Марковского района основными загрязнителями, содержание которых в отдельных пробах в 1,1 – 1,2 раз превышало ПДК, являлись свинец и ртуть. В Марковском районе установлено достоверно более низкое содержание в почве кадмия (0,5±0,07 мг/кг; $p < 0,005$) по сравнению с другими районами. Одновременно с невысоким содержанием кадмия в почве Марковского района отмечено невысокое, в сравнении с другими районами ($p > 0,05$),

содержание цинка ($38,1 \pm 5,2$ мг/кг), поскольку известно, что эти элементы являются элементами-синергистами (Е.А. Хохлова, 2009).

Также представлялось важным изучение и анализ содержания подвижных форм элементов в почве, поскольку именно они обладают способностью переходить из твердой фазы в почвенный раствор, а далее – в растения.

Сравнительная оценка содержания подвижных форм некоторых контролируемых элементов в почве (табл. 14) показала, что во всех районах области установленные концентрации цинка, меди и никеля не превышали ПДК. В Энгельском районе содержание подвижной формы свинца в почве ($7,9 \pm 1,1$ мг/кг) превышало ПДК в 1,3 раза. В Балашовском и Марксовском районах концентрации свинца в почве в 1,2 и 1,4 раз были соответственно ниже, чем в Энгельском районе, однако статистически не различались ($p > 0,05$).

Таблица 14

Содержание подвижных форм некоторых металлов в почве (мг/кг)

Исследуемый район Элемент	Энгельский	Балашовский	Марксовский
Свинец	$7,9 \pm 1,1$	$6,5 \pm 0,9$	$5,8 \pm 1,0$
Цинк	$12,4 \pm 1,8$	$13,5 \pm 1,9$	$12,2 \pm 1,6$
Медь	$1,8 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,2$
Никель	$3,1 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,2$	$2,4 \pm 0,2$

Более высокое содержание свинца (валовая и подвижная формы) в почвенном покрове Энгельского района, по-видимому, обусловлены техногенной нагрузкой от машиностроительной и металлообрабатывающей отраслей промышленности, развитой в районе (ОАО Троллейбусный завод «Тролза», заводы металлоконструкций; топливных фильтров;

автотракторных запальных свечей; авторемонтный и др.). Помимо техногенных источников свой вклад в загрязнение почвы вносят и природные факторы. Почвенный покров данной территории представлен неоген-четвертичными отложениями (пески, суглинки, глины), которые активно аккумулируют тяжелые металлы.

Почва Марковского района (темно-каштановый подтип почв) также способен к накоплению поллютантов, однако в данном районе техногенная нагрузка от стационарных источников незначительна.

Почва Балашовского района представлена обыкновенным подтипом черноземов. Несмотря на влияние техногенных факторов, суммарное накопление металлов в данном типе почв происходит менее активно по сравнению с другими типами почв.

Для Саратовского региона наиболее актуальной является проблема, связанная с широкомасштабным применением в прошлом и сохранением в настоящее время неиспользованных запасов ГХЦГ и ДДТ. Стойкие пестициды в почве могут сохраняться от нескольких недель до 25 и более лет, также способны испаряться даже при низких температурах и таким образом загрязнять смежные с почвой среды. Кроме непосредственного, существует опосредованное негативное воздействие ХОП, которое выражается в загрязнении воздушной среды не только пестицидами, испаряющимися с поверхности почвы, но и токсичными газообразными продуктами их распада, а также почвенной пылью, аккумулирующей в своем составе значительную часть поступивших в почву пестицидов (В.Н.Ракитский с соавт., 2005).

Проведенные нами исследования показали, что в пахотном слое почв (слой 0 – 20 см) в исследуемых районах области ХОП определялись в остаточных количествах, не превышающих пределов установленного норматива. Среднее содержание в почве суммы изомеров ГХЦГ (γ -ГХЦГ, β -

ГХЦГ) составило: в Энгельсском районе – $18,1 \pm 5,7$ мкг/кг, в Балашовском районе – $10,8 \pm 3,1$ мкг/кг, в Марксовском районе – $26,3 \pm 6,9$ мкг/кг (рис. 3). Статистически достоверно концентрация ГХЦГ в почве Марксовского района превышала значение в Балашовском районе ($t > 1,96$; $p < 0,05$). В почве Балашовского района препарат отсутствовал полностью в 21 образце почв (19,3%).

Обнаруженные суммы метаболитов ДДТ в почвах были несколько выше, чем у ГХЦГ. Количество проанализированных образцов, где препарат полностью отсутствовал, составляло по районам области 1,9 – 15,2%; концентрации ДДТ варьировали на уровне в 3,5 – 5,5 раз меньше ПДК. Среднее содержание препарата в почве Энгельсского района составило $22,4 \pm 5,4$ мкг/кг, Балашовского района – $18,1 \pm 4,8$ мкг/кг, Марксовского района – $28,2 \pm 5,6$ мкг/кг (рис. 3).

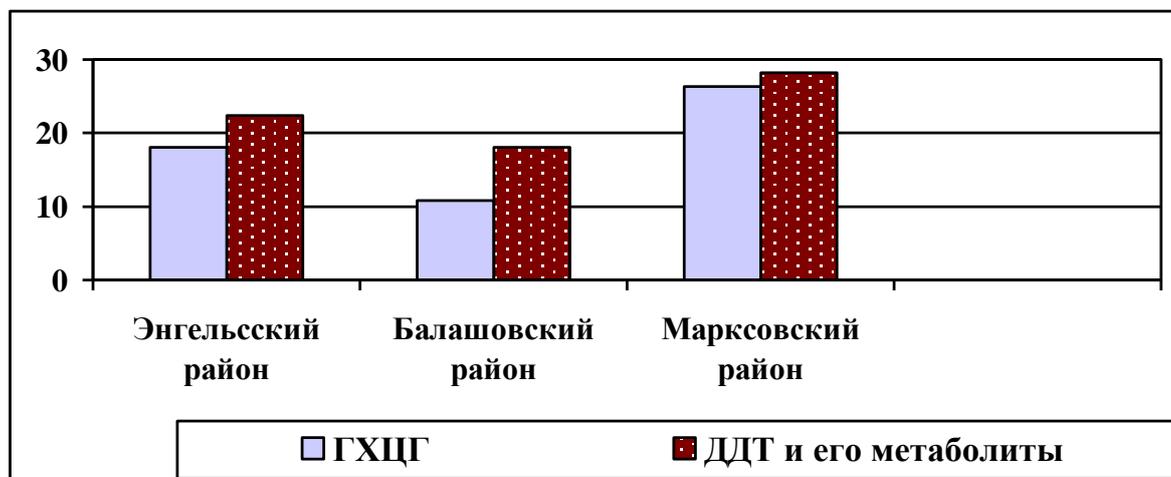


Рис.3. Содержание ХОП в пробах почвы по районам области, мкг/кг

На основании полученных результатов можно считать, что более высокий уровень загрязнения почвы металлами (в частности, свинцом) выявлен в Энгельсском районе (на основании валового содержания элемента

и его подвижной формы). ГХЦГ находится в почвах исследуемых районов Саратовской области на низком уровне, большая часть площадей загрязнена остатками ДДТ также незначительно. Однако наибольшие суммарные концентрации контролируемых ХОП характерны для почвы Марксовского района. Подтвердились исследования многих специалистов о стойкости препаратов в объектах окружающей среды и их циркуляции в природных биоценозах (Е.Г.Чхвирия, 2003; В.Н.Ракитский с соавт., 2005; Т.А.Синицкая, 2005 и др.).

ГЛАВА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКСПОЗИЦИИ КОНТАМИНАНТАМИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ДЕТСКОЕ И ПОДРОСТКОВОЕ НАСЕЛЕНИЕ

Расчет суточной нагрузки контаминантами пищевых продуктов на население проводится на основе данных об объеме потребления продуктов питания с рационами. В качестве данных о потреблении пищевых продуктов населением могут использоваться сведения Федеральной службы государственной статистики о среднедушевом годовом потреблении основных групп пищевых продуктов («Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах»).

Анализ статистических исследований структуры питания детского населения Саратовской области, устанавливающих объем потребления пищевых продуктов на одного человека в год (данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области), показал отсутствие распределения объемов потребляемых продуктов питания в зависимости от возраста детей и подростков (табл. 15).

Таблица 15

Продукты питания, составляющие потребительскую корзину для детского населения в целом по Саратовской области (данные за 2012 г.).

Наименование групп пищевых продуктов	Объем потребления (кг) в среднем на одного ребенка в год
Хлеб и хлебные продукты	78,7
Картофель	81,0
Овощи и бахчевые	123,3
Мясопродукты	44,2
Молоко и молокопродукты в пересчете на молоко	360,2
Яйца (штук)	201,0
Масло растительное	6,4

Исходя из имеющихся средних данных, целесообразным в разрезе нашего исследования представлялось проведение специальных исследований по изучению фактического потребления пищевых продуктов детьми и подростками различных возрастов методом 24-часового воспроизведения.

Данные фактического потребления продуктов питания (усредненные с учетом сезона года) различными возрастными группами детей и подростков (7 – 10 лет, 11 – 14 лет, 15 – 17 лет) за 2012 год по районам Саратовской области представлены в таблице 16.

Таблица 16

Фактическое потребление пищевых продуктов (кг) в различных возрастных группах детей и подростков по районам области (за 2012г.)

Группы пищевых продуктов	Энгельский район			Балашовский район			Марксовский район		
	7-10	11-14	15-17	7-10	11-14	15-17	7-10	11-14	15-17
Хлеб и хлебные продукты	74,1	101,2	120,9	70,7	90,5	112,4	72,2	80,9	106,8
Картофель	70,1	79,8	82,2	72,8	74,6	79,0	76,6	80,5	86,3
Овощи и бахчевые	119,1	117,4	117,9	118,9	119,3	116,5	124,5	122,9	120,8
Мясопродукты	39,8	48,3	53,0	39,3	47,1	50,8	40,4	47,9	52,2
Молоко и молокопродукты в пересчете на молоко	379,5	250,8	228,7	350,8	271,4	245,8	366,0	286,9	240,1
Яйца (штук)	161,2	181,8	188,0	169,0	182,8	189,8	155,9	196,1	191,2
Масло растительное	6,1	8,0	11,0	5,5	6,7	10,5	5,7	5,9	9,8

Для оценки уровней поступления химических контаминантов с пищевыми продуктами на килограмм массы тела ребенка (или подростка) были рассчитаны средние значения массы тела школьников по районам

области с использованием общепринятых антропометрических методик. Результаты исследования представлены в таблице 17.

Таблица 17

**Средние значения массы тела детей и подростков
различных возрастных категорий по районам области**

Возрастные группы	n	Энгельский район	n	Балашовский район	n	Марковский район
7 – 10 лет	380	28,2±1,2	277	25,4±0,9	252	25,8±1,3
11 – 14 лет	386	42,1±1,1	243	44,7±1,2	215	40,3±1,5
15 – 17 лет	352	55,8±1,0	230	58,1±1,4	181	52,4±1,1

Данные фактического потребления основных продуктов питания, средние значения массы тела школьников, а также результаты изучения содержания контаминантов в 1 кг различных видов пищевых продуктов позволили рассчитать экспозицию контаминантами местных пищевых продуктов на детское и подростковое население, проживающего в исследуемых районах Саратовской области. Результаты расчета представлены в подглавах 4.1, 4.2, 4.3.

4.1. Оценка уровней поступления контаминантов с пищевыми продуктами для детей 7 – 10 лет

На основании данных фактического питания детей 7 – 10 лет установлено вариативное поступление химических контаминантов с местными пищевыми продуктами (табл. 18). Также определен вклад каждой из групп пищевых продуктов в общее значение экспозиции на детей, проживающих в различных районах области (табл. 19, 20, 21).

Уровни поступления свинца с продуктами питания определялись как самые высокие для детей всех исследуемых районов. Экспозиция свинцом составила в Энгельском районе – 0,028, в Балашовском – 0,029, в Марковском – 0,025 мг/кг массы тела/неделю, что соответствовало 112,0%,

100,0% и 116,0% от УПНП. Во всех районах максимальное поступление свинца происходило с овощами (29,3 – 35,4%) и молочной продукцией (23,2 – 26,1%).

Анализ медианной экспозиции кадмием выявил наибольшее значение в Марксовском районе – 0,004 мг/кг массы тела/неделю, что составило 57,1% от УПНП. Максимальный вклад в общую экспозицию контаминантом внесли молочная (43,7%) и овощная (17,9%) продукции. Уровни поступления кадмия с пищевыми продуктами в Энгельсском и Балашовском районах составляли по 0,003 мг/кг массы тела/неделю (42,9% от УПНП). Для детей Энгельсского района отмечалось высокое поступление кадмия с молоком и молочными продуктами (37,2%), овощами (21,5%); в Балашовском районе – с молочными продуктами (39,8%), хлебом и хлебопродуктами (24,3%).

Экспозиция ртутью и мышьяком на детей 7 – 10 лет по районам области отличалась незначительно. Нагрузка ртутью в целом не превышала 6,0% от УПНП, мышьяком – 10,7% от УПНП. В Энгельсском районе ртуть поступала в равновысоких количествах с хлебной и овощной продукцией (по 29,4%), в Балашовском районе – в основном с хлебными продуктами (50,0%), в Марксовском районе – с овощами (50,0%); мышьяк – преимущественно с овощами (32,4 – 46,5%) во всех районах.

Уровни поступления меди (0,04 – 0,05 мг/кг массы/сутки) и цинка (0,25 – 0,28 мг/кг массы/сутки) с пищевыми продуктами не превышали ДСД. Среди исследуемых групп местных пищевых продуктов наибольший вклад в среднесуточное поступление меди вносили овощи, для цинка – яйца.

Алиментарная нагрузка нитратами для детей превышала рекомендуемую ДСД и составила по районам: 4,5 мг/кг массы/сутки (Энгельсский район), 4,0 мг/кг массы/сутки (Балашовский район), 5,8 мг/кг массы/сутки (Марксовский район), что соответствовало 121,6%, 108,1% и 156,8% от ДСД.

Таблица 18

Потребление контаминантов с местными пищевыми продуктами детьми 7 – 10 лет

Наименование контаминанта	Энгельсский район			Балашовский район			Марксовский район		
	в год	в неделю	в день	в год	в неделю	в день	в год	в неделю	в день
Pb, мг/кг массы тела % от УПНП	1,45	0,028 112,0	0,004	1,3	0,025 100,0	0,004	1,49	0,029 116,0	0,004
Cd, мг/кг массы тела % от УПНП	0,18	0,003 42,9	0,0005	0,18	0,003 42,9	0,0005	0,19	0,004 57,1	0,0005
Hg, мг/кг массы тела % от УПНП	0,01	0,0002 4,0	0,00003	0,016	0,0003 6,0	0,00004	0,015	0,0003 6,0	0,00004
As, мг/кг массы тела % от УПНП	0,08	0,0015 10,0	0,0002	0,05	0,0009 6,0	0,0001	0,08	0,0016 10,7	0,0002
Cu, мг/кг массы тела % от ДСД	13,8	0,28	0,04 80,0	16,7	0,3	0,05 100,0	15,15	0,29	0,04 80,0
Zn, мг/кг массы тела % от ДСД	95,7	1,8	0,26 86,7	102,7	2,0	0,28 93,3	92,1	1,8	0,25 83,3
Нитрат-ион, мг/кг массы тела % от ДСД	1639,9	31,5	4,5 121,6	1478,1	28,3	4,0 108,1	2111,6	40,5	5,8 156,8
изомеры ГХЦГ, мг/кг массы тела % от ДСД	0,304	0,00058	0,00008 1,6	0,0318	0,0006	0,00009 1,8	0,0294	0,00056	0,00008 1,6
ДДТ и его метаболиты, мг/кг массы тела % от ДСД	0,056	0,0011	0,00015 6,0	0,0491	0,00094	0,00013 5,2	0,0582	0,0011	0,00016 6,4

Экспозиция ХОП не превышала рекомендуемые ДСД по всем районам области. При этом более высокий уровень экспозиции изомеров ГХЦГ выявлен в Балашовском районе (1,8% от ДСД), ДДТ и его метаболитов – в Марксовском районе (6,4% от ДСД). Наибольшее количество хлорорганических пестицидов поступало в организм детей по всем районам области с молоком и молочной продукцией (ГХЦГ – 43,3-49,8%, ДДТ и его метаболитов – 40,6-47,5%).

Таблица 19

**Вклад каждой из групп пищевых продуктов местного производства
в общее значение экспозиции на детей 7 – 10 лет
Энгельсского района, %**

Наименование контаминанта	Группы пищевых продуктов						ИТОГО
	Хлеб	Овощи / картофель	Мясо	Молоко	Яйца	Масло раст.	
Pb	6,7	29,3 / 10,6	9,6	26,1	17,5	0,2	100
Cd	19,6	21,5 / 9,8	7,8	37,2	3,9	0,2	100
Hg	29,4	29,4 / -	17,6	23,6	0	0	100
As	18,5	37,0 / 18,5	4,6	18,5	2,9	0	100
Cu	23,9	30,8 / 16,7	5,7	12,7	9,6	0,6	100
Zn	13,8	4,0 / 2,6	14,9	16,6	48,09	0,01	100
Нитрат-ион	-	78,8 / 21,2	-	-	-	-	100
изомеры ГХЦГ	5,3	13,7 / -	11,8	49,4	19,3	0,5	100
ДДТ и его метаболиты	5,7	20,6 / -	8,0	42,3	23,1	0,3	100

Таблица 20

**Вклад каждой из групп пищевых продуктов местного производства
в общее значение экспозиции на детей 7 – 10 лет
Балашовского района, %**

Наименование контаминанта	Группы пищевых продуктов						ИТОГО
	Хлеб	Овощи / картофель	Мясо	Молоко	Яйца	Масло раст.	
Pb	9,1	30,4 / 10,8	10,5	23,2	15,7	0,3	100
Cd	24,3	13,3 / 8,8	6,7	39,8	6,7	0,4	100
Hg	50,0	25,0 / -	0	25,0	0	0	100
As	23,2	46,5 / 23,2	3,15	0	3,9	0,05	100
Cu	18,85	26,2 / 15,7	6,4	21,0	11,8	0,05	100
Zn	11,19	2,7 / 2,8	15,8	16,4	51,1	0,01	100
Нитрат-ион	-	79,4 / 20,6	-	-	-	-	100
изомеры ГХЦГ	4,7	12,1 / -	10,1	43,3	29,3	0,5	100
ДДТ и его метаболиты	6,2	21,2 / -	8,0	47,5	16,8	0,3	100

Таблица 21

**Вклад каждой из групп пищевых продуктов местного производства
в общее значение экспозиции на детей 7 – 10 лет
Марксовского района, %**

Наименование контаминанта	Группы пищевых продуктов						ИТОГО
	Хлеб	Овощи / картофель	Мясо	Молоко	Яйца	Масло раст.	
Pb	5,7	35,4 / 14,8	9,8	24,5	9,6	0,2	100
Cd	15,9	17,9 / 9,9	8,0	43,7	4,0	0,6	100
Hg	25,0	50,0 / -	10,0	14,5	0	0,5	100
As	18,5	32,4 / 18,5	9,3	18,5	2,8	0	100

Cu	22,0	31,95/16,9	6,2	13,0	9,9	0,05	100
Zn	14,69	3,6 / 3,2	17,0	19,1	42,4	0,01	100
Нитрат-ион	-	82,9 / 17,1	-	-	-	-	100
изомеры ГХЦГ	5,4	18,2 / -	9,7	49,8	16,5	0,4	100
ДДТ и его метаболиты	6,5	23,4 / -	7,7	40,6	21,5	0,3	100

Важным представляется отметить, что во всех исследуемых районах области наибольшие уровни поступления некоторых истинных контаминантов (свинец, кадмий, изомеры ГХЦГ, ДДТ и его метаболиты) для детей младшего школьного возраста отмечаются с молоком и молочной продукцией, что объясняется особенностями структуры питания детского населения. В то же время подобные продукты относятся не только к социально-значимым товарам массового потребления, но и являются природным источником множества эссенциальных нутриентов и микронутриентов и занимают особое место в структуре питания детей дошкольного и младшего школьного возрастов в силу легкой усвояемости и исключительной питательности. В этой связи важно, чтобы контаминация получаемой молочной продукции была сведена к минимуму. Это указывает на необходимость проведения строгих санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на соблюдение контроля качества и безопасности молока и молочных продуктов на всех этапах их производства, переработки, хранения и реализации.

4.2. Оценка уровней поступления контаминантов с пищевыми продуктами для детей 11 – 14 лет

На основании данных об объеме потребления пищевых продуктов по результатам изучения фактического питания детей 11 – 14 лет рассчитано

поступление химических контаминантов с пищевыми продуктами, производимыми в районах области (табл. 22). В таблицах 23, 24, 25 приведены сведения, показывающие вклад каждой из групп пищевых продуктов в общее значение экспозиции на детей среднего школьного возраста, проживающих в трех районах области.

Медиана поступления свинца с местными пищевыми продуктами у детей 11 – 14 лет во всех исследуемых районах не превышала УПНП. Наименьший уровень алиментарного поступления свинца (56,0% от УПНП) установлен в Балашовском районе, наибольший – у детей в Марксовском районе (76,0% от УПНП). Во всех районах области наибольшая пероральная нагрузка свинцом у детей отмечается за счет потребления местной овощной продукции (29,1 – 34,9%).

Экспозиция кадмием, ртутью, мышьяком по всем районам составила 0,002; 0,0002; 0,001-0,0006 мг/кг массы тела/неделю, что соответствовало 28,6%; 4,0%; 6,7-4,0% от УПНП. Наибольший вклад в общую экспозицию кадмием в Энгельсском и Балашовском районах внесли молочная продукция (25,2 – 31,0%) и хлебопродукты (28,2 – 31,0%), в Марксовском районе – молочная (36,7%), хлебная (19,5%) и овощная (19,5%) продукция. Максимальный вклад ртути в общую экспозицию в различных районах обеспечивался за счет хлебной продукции (35,9 – 62,5%) и овощей (20,8 – 40,9%), мышьяка – за счет овощей (28,1 – 42,8%), хлеба (17,5 – 28,5%) и картофеля (17,5 – 21,4%).

Уровни поступления меди и цинка с продуктами питания различались по районам области незначительно. Среди исследуемых пищевых продуктов местного производства наибольший вклад в среднесуточное поступление меди вносили овощная продукция (25,5 – 30,3%) и хлебопродукты (23,4 – 30,0%), для цинка – яйца куриные (47,6 – 51,7%).

Таблица 22

Потребление контаминантов с местными пищевыми продуктами детьми 11 – 14 лет

Наименование контаминанта	Энгельсский район			Балашовский район			Марксовский район		
	в год	в неделю	в день	в год	в неделю	в день	в год	в неделю	в день
Pb, мг/кг массы тела % от УПНП	0,96	0,018 72,0	0,003	0,75	0,014 56,0	0,002	0,97	0,019 76,0	0,003
Cd, мг/кг массы тела % от УПНП	0,12	0,002 28,6	0,0003	0,1	0,002 28,6	0,0003	0,12	0,002 28,6	0,0003
Hg, мг/кг массы тела % от УПНП	0,01	0,0002 4,0	0,00003	0,01	0,0002 4,0	0,00003	0,01	0,0002 4,0	0,00003
As, мг/кг массы тела % от УПНП	0,07	0,001 6,7	0,0002	0,03	0,0006 4,0	0,00009	0,05	0,001 6,7	0,0001
Cu, мг/кг массы тела % от ДСД	10,0	0,19	0,03 60,0	9,6	0,18	0,03 60,0	10,2	0,20	0,03 60,0
Zn, мг/кг массы тела % от ДСД	69,6	1,33	0,19 63,3	60,9	1,17	0,17 56,7	67,0	1,3	0,18 60,0
Нитрат-ион, мг/кг массы тела % от ДСД	1113,0	21,3	3,0 81,1	827,5	15,9	2,3 62,2	1369,8	26,3	3,75 101,4
изомеры ГХЦГ, мг/кг массы тела % от ДСД	0,0183	0,00035	0,00005 1,0	0,0178	0,00034	0,00005 1,0	0,0183	0,00035	0,00005 1,0
ДДТ и его метаболиты, мг/кг массы тела % от ДСД	0,0345	0,0007	0,00009 3,6	0,0257	0,00049	0,00007 2,8	0,0373	0,00072	0,0001 4,0

Среднесуточная нагрузка нитратами с потребляемыми овощами местного производства составила в Энгельсском районе – 3,0 мг/кг массы тела сутки (81,1% от ДСД), в Балашовском районе – 2,3 мг/кг массы тела сутки (62,2% от ДСД), в Марксовском районе – 3,75 мг/кг массы тела сутки (101,4% от ДСД).

Экспозиция ХОП для детей среднего школьного возраста по исследуемым районам области не превышала рекомендуемых ДСД. Определен одинаковый уровень поступления изомеров ГХЦГ с продуктами питания (0,00005 мг/кг массы тела/сутки), составляющий 1,0% от ДСД. Наименьший уровень поступления ДДТ и его метаболитов (2,8% от ДСД) установлен в Балашовском районе, наибольший – у детей в Марксовском районе (4,0% от ДСД). Наибольшее количество хлорорганических пестицидов поступало в организм детей 11 – 14 лет по всем районам с молоком и молочной продукцией (ГХЦГ – 33,1%-40,8%, ДДТ и его метаболитов – 30,3-39,0%).

Таблица 23

Вклад каждой из групп пищевых продуктов местного производства в общее значение экспозиции на детей 11 – 14 лет Энгельсского района, %

Наименование контаминанта	Группы пищевых продуктов						ИТОГО
	Хлеб	Овощи / картофель	Мясо	Молоко	Яйца	Масло раст.	
Pb	9,0	29,1 / 12,2	11,9	17,4	19,9	0,5	100
Cd	28,2	22,1 / 12,1	8,0	25,2	4,0	0,4	100
Hg	47,6	23,8 / -	16,7	11,9	0	0	100
As	17,5	28,1 / 17,5	3,5	8,8	24,6	0	100
Cu	30,0	27,9 / 17,4	6,3	7,7	9,9	0,8	100
Zn	17,39	3,6 / 2,7	16,5	10,0	49,8	0,01	100

Нитрат-ион	-	76,3 / 23,7	-	-	-	-	100
изомеры ГХЦГ	8,0	15,0	16,0	36,2	24,1	0,7	100
ДДТ и его метаболиты	8,5	22,1	10,5	30,3	28,2	0,4	100

Таблица 24

Вклад каждой из групп пищевых продуктов местного производства в общее значение экспозиции на детей 11 – 14 лет Балашовского района, %

Наименование контаминанта	Группы пищевых продуктов						ИТОГО
	Хлеб	Овощи / картофель	Мясо	Молоко	Яйца	Масло раст.	
Pb	11,3	30,0 / 11,0	12,5	17,9	17,0	0,3	100
Cd	31,0	13,3 / 8,8	8,8	31,0	6,7	0,4	100
Hg	62,5	20,8 / -	0	16,7	0	0	100
As	28,5	42,8 / 21,4	3,4	0	3,4	0,5	100
Cu	23,35	25,5 / 15,6	7,4	15,8	12,3	0,05	100
Zn	13,4	2,6 / 2,69	17,7	11,9	51,7	0,01	100
Нитрат-ион	-	79,1 / 20,9	-	-	-	-	100
изомеры ГХЦГ	6,0	12,0 / -	12,0	33,1	31,4	5,5	100
ДДТ и его метаболиты	8,4	22,6 / -	10,2	39,0	19,3	0,5	100

Таблица 25

**Вклад каждой из групп пищевых продуктов местного производства
в общее значение экспозиции на детей 11 – 14 лет
Марксовского района, %**

Наименование контаминанта	Группы пищевых продуктов						ИТОГО
	Хлеб	Овощи / картофель	Мясо	Молоко	Яйца	Масло раст.	
Pb	6,2	34,9 / 15,5	11,6	19,4	12,1	0,2	100
Cd	19,5	19,5 / 10,8	8,6	36,7	4,3	0,6	100
Hg	35,9	40,9 / -	9,1	13,6	0	0,002	100
As	19,2	33,7 / 19,2	9,6	14,4	3,9	0	100
Cu	23,7	30,3 / 17,1	7,1	9,8	11,95	0,05	100
Zn	14,7	3,2 / 3,0	18,1	13,4	47,59	0,01	100
Нитрат-ион	-	82,0 / 18,0	-	-	-	-	100
изомеры ГХЦГ	6,3	18,8 / -	12,0	40,8	21,7	0,4	100
ДДТ и его метаболиты	7,3	23,4 / -	9,3	32,3	27,4	0,3	100

**4.3. Оценка уровней поступления контаминантов с пищевыми
продуктами для подростков 15 – 17 лет**

На основании данных об объеме потребления пищевых продуктов по результатам изучения фактического питания подростков 15 – 17 лет установлены особенности поступления контаминантов с местными пищевыми продуктами (табл. 26). Определен вклад каждой из групп пищевых продуктов в общее значение экспозиции на подростков, проживающих в различных районах области (табл. 27, 28, 29).

Уровни поступления свинца с продуктами питания по районам области не превышали УПНП. Значения экспозиции свинцом на подростков 15 – 17 лет во всех исследуемых районах были в 1,9 – 2,5 раза меньше аналогичных показателей для группы детей 7 – 10 лет. Наибольший вклад в общую экспозицию свинцом во всех районах внесли овощи местного производства (27,2 – 34,3%).

Уровни поступления кадмия в организм подростков были идентичны значениям экспозиции данным контаминантом для групп детей 11 – 14 лет (0,002 мг/кг массы тела/неделю). В сравнении с группами младших школьников (7 – 10 лет) различия в значениях экспозиции достигали 1,5 – 2 раз в зависимости от района. Максимальный вклад в общую экспозицию кадмием в Энгельском и Балашовском районах внесли хлеб, хлебопродукты (32,5% и 38,0% соответственно), в Марксовском районе – молочная продукция (30,1%).

Наибольшие уровни поступления ртути с пищевыми продуктами установлены в Балашовском и Марксовском районах (по 0,0002 мг/кг массы тела/неделю, 4,0% от УПНП). Наименьшая алиментарная нагрузка ртутью определена у подростков Энгельского района (2,0% от УПНП), составляющая 50% от экспозиции, рассчитанной для детей 7 – 10 лет. Во всех районах ртуть поступала преимущественно с местными хлебопродуктами (41,1 – 63,8%).

Анализ медианной экспозиции мышьяком выявил наибольшее значение в Энгельском районе – 0,001 мг/кг массы тела/неделю, что составило 6,7% от УПНП. Нагрузка мышьяком для подростков Балашовского и Марксовского районов составляла 3,3% и 5,3% от УПНП соответственно. Поступление мышьяка по районам области в основном обеспечивалось за счет овощной продукции (22,9 – 38,5%).

Таблица 26

Потребление контаминантов с местными пищевыми продуктами детьми 15 – 17 лет

Наименование контаминанта	Энгельсский район			Балашовский район			Марксовский район		
	в год	в неделю	в день	в год	в неделю	в день	в год	в неделю	в день
Pb, мг/кг массы тела % от УПНП	0,77	0,015 60,0	0,002	0,6	0,01 40,0	0,002	0,75	0,014 56,0	0,002
Cd, мг/кг массы тела % от УПНП	0,09	0,002 28,6	0,0003	0,08	0,002 28,6	0,0002	0,09	0,002 28,6	0,0002
Hg, мг/кг массы тела % от УПНП	0,008	0,0001 2,0	0,00002	0,008	0,0002 4,0	0,00002	0,009	0,0002 4,0	0,00003
As, мг/кг массы тела % от УПНП	0,05	0,001 6,7	0,0001	0,03	0,0005 3,3	0,00007	0,04	0,0008 5,3	0,0005
Cu, мг/кг массы тела % от ДСД	8,05	0,15	0,02 40,0	7,8	0,15	0,02 40,0	8,4	0,16	0,02 40,0
Zn, мг/кг массы тела % от ДСД	55,3	1,06	0,15 50,0	49,9	0,96	0,14 46,7	53,1	1,0	0,15 50,0
Нитрат-ион, мг/кг массы тела % от ДСД	843,4	16,2	2,3 62,2	638,1	12,2	1,7 45,9	1052,6	20,2	2,9 78,4
изомеры ГХЦГ, мг/кг массы тела % от ДСД	0,0139	0,00026	0,00004 0,8	0,0132	0,00025	0,00004 0,8	0,0135	0,00026	0,00004 0,8
ДДТ и его метаболиты, мг/кг массы тела % от ДСД	0,0262	0,0005	0,00007 2,8	0,0198	0,00038	0,00005 2,0	0,0279	0,00053	0,00008 3,2

Уровни поступления меди (0,02 мг/кг массы/сутки) и цинка (0,14 – 0,15 мг/кг массы/сутки) с местными продуктами питания во всех исследуемых районах не превышали ДСД. Среди исследуемых пищевых продуктов местного производства наибольший вклад в среднесуточное поступление меди для подростков вносили хлеб, хлебобулочные изделия (27,5 – 33,5%), для цинка – яйца (45,0 – 51,0%).

Алиментарная нагрузка нитратами (с местной овощной продукцией, включая картофель) для подростков 15 – 17 лет не превышала ДСД и составила по районам: 2,3 мг/кг массы/сутки (Энгельский район), 1,7 мг/кг массы/сутки (Балашовский район), 2,9 мг/кг массы/сутки (Марковский район), что соответствовало 62,2%, 45,9% и 78,4% от ДСД.

Экспозиция ХОП на подростков не превышала рекомендуемых ДСД. Во всех исследуемых районах области определен одинаковый уровень поступления изомеров ГХЦГ с продуктами питания (0,00004 мг/кг массы тела/сутки), составляющий 0,8% от ДСД. Данное значение экспозиции на подростков в 1,25 и 2 раза было меньше аналогичных показателей для группы детей 11 – 14 и 7 – 10 лет соответственно. Наибольший вклад в общую экспозицию ГХЦГ внесли продукты животного происхождения: в Энгельском и Марковском районах – молочная продукция (32,7% и 35,6% соответственно), в Балашовском районе – яйца птиц (34,1%).

Наименьший уровень поступления ДДТ и его метаболитов (2,0% от ДСД) установлен в Балашовском районе, наибольший – у подростков в Марковском районе (3,2% от ДСД), что в 2,6 – 2,0 раза меньше значений экспозиции пестицидом на детей 7 – 10 лет в указанных районах. Наибольшее количество ДДТ и его метаболитов поступало в организм подростков с молоком и молочной продукцией (Балашовский, Марковский районы), куриными яйцами (Энгельский, Марковский районы).

Таблица 27

**Вклад каждой из групп пищевых продуктов местного производства
в общее значение экспозиции на детей 15 – 17 лет
Энгельсского района, %**

Наименование контаминанта	Группы пищевых продуктов						ИТОГО
	Хлеб	Овощи / картофель	Мясо	Молоко	Яйца	Масло раст.	
Pb	10,2	27,2 / 11,8	12,0	14,8	19,2	4,8	100
Cd	32,5	21,1 / 11,5	9,6	21,1	3,8	0,4	100
Hg	46,5	23,3 / -	18,6	11,6	0	0	100
As	19,7	26,2 / 16,4	6,55	6,55	24,6	0	100
Cu	33,5	26,1 / 16,8	6,5	6,6	9,6	0,9	100
Zn	19,5	3,48 / 2,7	17,1	8,6	48,6	0,02	100
Нитрат-ион	-	75,9 / 24,1	-	-	-	-	100
изомеры ГХЦГ	9,5	14,9 / -	17,3	32,7	24,7	0,9	100
ДДТ и его метаболиты	10,1	21,9 / -	11,4	27,2	28,9	0,5	100

Таблица 28

**Вклад каждой из групп пищевых продуктов местного производства
в общее значение экспозиции на детей 15 – 17 лет
Балашовского района, %**

Наименование контаминанта	Группы пищевых продуктов						ИТОГО
	Хлеб	Овощи / картофель	Мясо	Молоко	Яйца	Масло раст.	
Pb	13,6	28,6 / 11,4	13,0	15,6	17,1	0,7	100
Cd	38,0	12,7 / 8,5	8,5	25,4	6,3	0,6	100
Hg	63,8	21,3 / -	0	14,9	0	0	100
As	32,05	38,5 / 22,4	3,2	0	3,8	0,05	100

Cu	27,5	23,6 / 15,6	7,6	13,5	12,1	0,1	100
Zn	15,7	2,4 / 2,7	18,1	10,2	50,98	0,02	100
Нитрат-ион	-	77,7 / 22,3	-	-	-	-	100
изомеры ГХЦГ	7,8	12,3 / -	13,5	31,4	34,1	0,9	100
ДДТ и его метаболиты	10,5	22,2 / -	11,0	35,5	20,1	0,7	100

Таблица 29

Вклад каждой из групп пищевых продуктов местного производства в общее значение экспозиции на детей 15 – 17 лет Марксовского района, %

Наименование контаминанта	Группы пищевых продуктов						ИТОГО
	Хлеб	Овощи / картофель	Мясо	Молоко	Яйца	Масло раст.	
Pb	8,2	34,3/16,75	12,6	16,0	11,85	0,3	100
Cd	25,8	17,2/10,75	10,75	30,1	4,3	1,1	100
Hg	41,1	37,5 / -	10,4	10,4	0	0,6	100
As	22,9	32,1 / 18,3	13,8	9,2	3,7	0	100
Cu	29,2	27,8 /17,1	7,2	7,7	10,9	0,1	100
Zn	18,79	3,1 / 3,1	19,1	10,9	45,0	0,01	100
Нитрат-ион	-	80,7 / 19,3	-	-	-	-	100
изомеры ГХЦГ	8,7	19,3 / -	13,6	35,6	22,1	0,7	100
ДДТ и его метаболиты	10,0	23,7 / -	10,4	27,8	27,6	0,5	100

Резюмируя, следует отметить, что вопрос безопасности продуктов питания продолжает оставаться одним из актуальных направлений работы профилактического звена здравоохранения. Продовольственное сырье и

пищевые продукты, в которых уровень загрязнения поллютантами не превышает допустимых величин, подлежат полной реализации населению без ограничений. Однако контаминанты в различных видах пищевых продуктов даже в пределах допустимых уровней оказывают нагрузку на организм человека. Длительная химическая нагрузка даже малой интенсивности является одним из важных химических факторов риска для здоровья населения. При этом наибольшую приоритетность от химической контаминации продуктов питания имеет детское население, а приоритетными продуктами чаще всего являются молоко и кисломолочная продукция. Эти данные также согласуются с результатами современных исследований, проведенных Н.А.Лесцовой (2006), А.Г.Сетко с соавт. (2011), О.А. Фроловой с соавт. (2013) и др.

ГЛАВА 5. ХАРАКТЕРИСТИКА РИСКА НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ КОНТАМИНАНТОВ, ПОСТУПАЮЩИХ С ПИЩЕВЫМИ ПРОДУКТАМИ, НА ЗДОРОВЬЕ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Данный этап исследования являлся определяющим в процессе оценки риска воздействия химических контаминантов местных пищевых продуктов на здоровье детей и подростков исследуемых районов. В данном контексте устанавливалась количественная характеристика связей между концентрациями, экспозицией или дозой изучаемого фактора и вызываемыми ими вредными эффектами.

5.1. Оценка риска неканцерогенных эффектов от потребления контаминированных пищевых продуктов

Анализ неканцерогенного риска здоровью с учетом суммарной экспозиции отдельными контаминантами свидетельствовал, что значения коэффициентов опасности от воздействия различных поллютантов варьируют в различных возрастных группах.

Неканцерогенный риск, превышающий допустимое значение, отмечен для групп детей 7 – 10 лет Энгельсского, Балашовского и Марксовского районов от воздействия свинца ($HQ=1,14$ для всех районов) и нитратов, содержащихся в местной овощной продукции ($HQ=1,2$; $1,08$; $1,57$ соответственно по указанным районам). Наиболее высокий суммарный неканцерогенный риск установлен для детей 7 – 10 лет Марксовского района ($HI=5,05$). При одновременном поступлении выявленных контаминантов (свинец, нитраты) с продуктами питания в качестве критических органов и систем выявлены: центральная нервная система, нервная система, кровь, развитие, репродуктивная, гормональная и сердечно-сосудистая системы (табл. 30). Наиболее опасным для данной возрастной группы детей является

факт воздействия свинца на центральную нервную систему и развитие, в том числе нервно-психическое. Тем самым, свинец, поступающий с продуктами питания, может снижать способность младших школьников к обучению в школе, вниманию и запоминанию учебного материала, тормозить уровень интеллектуального развития и др.

Таблица 30

Неканцерогенные риски, связанные с поступлением контаминантов с местными пищевыми продуктами для детей 7 – 10 лет

Исследуемый район	Вещество	HQ	Критические органы и системы
Энгельсский	Pb	1,14	ЦНС, нервная сист., кровь, биохим., развитие, репрод.сист., гормон. почки, гормон. иммун., почки, ЦНС, репрод., гормон. кожа, ЦНС, нервная сист., серд.-сос.сист., иммун., гормон., ЖКТ ЖКТ, печень кровь, биохим. (СОД) кровь (MetHb), серд.-сос. сист. печень, почки, гормон. печень, гормон.
	Cd	0,5	
	Hg	0,04	
	As	0,1	
	Cu	0,8	
	Zn	0,9	
	Нитрат-ион	1,2	
	Линдан ДДТ и его метаболиты	0,016 0,06	
Суммарный риск (HI)		4,76	
Балашовский	Pb	1,14	ЦНС, нервная сист., кровь, биохим., развитие, репрод.сист., гормон. почки, гормон. иммун., почки, ЦНС, репрод., гормон. кожа, ЦНС, нервная сист., серд.-сос.сист., иммун., гормон., ЖКТ ЖКТ, печень кровь, биохим. (СОД) кровь (MetHb), серд.-сос. сист. печень, почки, гормон. печень, гормон.
	Cd	0,5	
	Hg	0,06	
	As	0,05	
	Cu	1,0	
	Zn	0,9	
	Нитрат-ион	1,08	
	Линдан ДДТ и его метаболиты	0,018 0,052	
Суммарный риск (HI)		4,8	

Марковский	Pb	1,14	ЦНС, нервная сист., кровь, биохим., развитие, репрод.сист., гормон. почки, гормон. иммун., почки, ЦНС, репрод., гормон. кожа, ЦНС, нервная сист., серд.-сос.сист., иммун., гормон., ЖКТ ЖКТ, печень кровь, биохим. (СОД) кровь (MetHb), серд.-сос. сист. печень, почки, гормон. печень, гормон.
	Cd	0,5	
	Hg	0,06	
	As	0,1	
	Cu	0,8	
	Zn	0,8	
	Нитрат-ион	1,57	
	Линдан	0,016	
	ДДТ и его метаболиты	0,064	
Суммарный риск (HI)		5,05	

В группах детей и подростков 11 – 14 лет и 15 – 17 лет коэффициенты опасности ни по одному из токсичных элементов, нитратам и пестицидам по медиане не превысили допустимое значение. В то же время суммарные неканцерогенные риски для всех групп детей по всем районам превышали 1,0 (табл. 31, 32).

Таблица 31

Неканцерогенные риски, связанные с поступлением контаминантов с местными пищевыми продуктами для детей 11 – 14 лет

Исследуемый район	Вещество	HQ	Критический орган и системы
Энгельсский	Pb	0,86	ЦНС, нервная сист., кровь, биохим., развитие, репрод.сист., гормон. почки, гормон. иммун., почки, ЦНС, репрод., гормон. кожа, ЦНС, нервная сист., серд.-сос.сист., иммун., гормон., ЖКТ ЖКТ, печень кровь, биохим. (СОД) кровь (MetHb), серд.-сос. сист. печень, почки, гормон. печень, гормон.
	Cd	0,3	
	Hg	0,04	
	As	0,1	
	Cu	0,6	
	Zn	0,6	
	Нитрат-ион	0,8	
	Линдан	0,01	
	ДДТ и его метаболиты	0,036	
Суммарный риск (HI)		3,35	

Балашовский	Pb	0,57	ЦНС, нервная сист., кровь, биохим., развитие, репрод.сист., гормон. почки, гормон. иммун., почки, ЦНС, репрод., гормон. кожа, ЦНС, нервная сист., серд.-сос.сист., иммун., гормон., ЖКТ ЖКТ, печень кровь, биохим. (СОД) кровь (MetHb), серд.-сос. сист. печень, почки, гормон. печень, гормон.
	Cd	0,3	
	Hg	0,04	
	As	0,045	
	Cu	0,6	
	Zn	0,6	
	Нитрат-ион	0,6	
	Линдан	0,01	
	ДДТ и его метаболиты	0,028	
Суммарный риск (HI)		2,79	
Марксовский	Pb	0,86	ЦНС, нервная сист., кровь, биохим., развитие, репрод.сист., гормон. почки, гормон. иммун., почки, ЦНС, репрод., гормон. кожа, ЦНС, нервная сист., серд.-сос.сист., иммун., гормон., ЖКТ ЖКТ, печень кровь, биохим. (СОД) кровь (MetHb), серд.-сос. сист. печень, почки, гормон. печень, гормон.
	Cd	0,3	
	Hg	0,04	
	As	0,05	
	Cu	0,6	
	Zn	0,6	
	Нитрат-ион	1,0	
	Линдан	0,01	
	ДДТ и его метаболиты	0,04	
Суммарный риск (HI)		3,5	

Таблица 32

Неканцерогенные риски, связанные с поступлением контаминантов с местными пищевыми продуктами для подростков 15 – 17 лет

Исследуемый район	Вещество	HQ	Критический орган и системы
Энгельсский	Pb	0,57	ЦНС, нервная сист., кровь, биохим., развитие, репрод.сист., гормон. почки, гормон. иммун., почки, ЦНС, репрод., гормон. кожа, ЦНС, нервная сист., серд.-сос.сист., иммун., гормон., ЖКТ ЖКТ, печень кровь, биохим. (СОД) кровь (MetHb), серд.-сос. сист. печень, почки, гормон.
	Cd	0,3	
	Hg	0,03	
	As	0,05	
	Cu	0,4	
	Zn	0,5	
	Нитрат-ион	0,6	
	Линдан	0,008	

	ДДТ и его метаболиты	0,028	печень, гормон.
Суммарный риск (HI)		2,5	
Балашовский	Pb	0,57	ЦНС, нервная сист., кровь, биохим., развитие, репрод.сист., гормон.
	Cd	0,2	почки, гормон.
	Hg	0,03	иммун., почки, ЦНС, репрод., гормон.
	As	0,035	кожа, ЦНС, нервная сист., серд.-сос.сист., иммун., гормон., ЖКТ
	Cu	0,4	ЖКТ, печень
	Zn	0,46	кровь, биохим. (СОД)
	Нитрат-ион	0,46	кровь (MetHb), серд.-сос. сист.
	Линдан ДДТ и его метаболиты	0,008 0,02	печень, почки, гормон. печень, гормон.
Суммарный риск (HI)		2,18	
Марксовский	Pb	0,57	ЦНС, нервная сист., кровь, биохим., развитие, репрод.сист., гормон.
	Cd	0,2	почки, гормон.
	Hg	0,04	иммун., почки, ЦНС, репрод., гормон.
	As	0,05	кожа, ЦНС, нервная сист., серд.-сос.сист., иммун., гормон., ЖКТ
	Cu	0,4	ЖКТ, печень
	Zn	0,5	кровь, биохим. (СОД)
	Нитрат-ион	0,78	кровь (MetHb), серд.-сос. сист.
	Линдан ДДТ и его метаболиты	0,008 0,032	печень, почки, гормон. печень, гормон.
Суммарный риск (HI)		2,58	

5.2. Оценка риска канцерогенных эффектов от потребления контаминированных пищевых продуктов

Для анализа канцерогенных веществ обобщались данные о степени доказанности канцерогенного действия по классификациям Международного агентства по изучению рака (МАИР), US EPA, пероральных (Sfo) факторах канцерогенного потенциала или факторах угла наклона прямой, характеризующих зависимость «доза – канцерогенный риск».

Величины индивидуального канцерогенного риска (ICR) рассчитывались путем умножения среднесуточной дозы поступления различных контаминантов-канцерогенов с исследуемыми пищевыми продуктами за весь период жизни (LADD) на величину Sfo. Полученные значения ICR характеризуют верхнюю границу канцерогенного риска за среднюю продолжительность жизни (70 лет).

В ряде стран в качестве приемлемого индивидуального канцерогенного риска используются величины на уровне от 10^{-4} до 10^{-6} (E-04 – 06). Целевой уровень риска, который должен быть достигнут в результате проведения оздоровительных мероприятий, как правило, принимается равным 10^{-6} (E-06). В соответствии с рекомендациями US EPA и некоторых других зарубежных агентств при уровнях пожизненного канцерогенного риска более 10^{-3} ($> E-03$) существует экстренная необходимость проведения мероприятий по его снижению. Для условий производственного воздействия уровни допустимого риска составляют $10^{-3} - 10^{-4}$ (E-03 – 04).

Расчет индивидуальных канцерогенных рисков, связанных с пероральным поступлением химических контаминантов с местными продуктами питания, показал, что высокие риски ($> E-03$) для различных возрастных групп детей и подростков не выявлены ни в одном исследуемом районе Саратовского региона. Наибольшие уровни ICR суммарно по медианам всех контролируемых веществ установлены в группах детей 7 – 10

лет (от 5,52E-05 до 6,69E-05), наименьшие – в группах подростков 15 – 17 лет (от 2,8E-05 до 3,52E-05). Полученные результаты представлены в таблице 33.

Таблица 33

Индивидуальные канцерогенные риски (вероятность), связанные с пероральным поступлением контаминантов с пищевыми продуктами местного производства

Исследуемый район	Возраст-ные группы	Вещество				Суммарный риск
		Pb	Cd	As	Линдан (ГХЦГ)	
Энгельский	7 – 10 лет	1,61E-05	1,62E-05	2,57E-05	8,91E-06	6,69E-05
	11 – 14 лет	1,21E-05	9,77E-06	2,57E-05	5,57E-06	5,31E-05
	15 – 17 лет	8,06E-06	9,77E-06	1,29E-05	4,46E-06	3,52E-05
Балашовский	7 – 10 лет	1,61E-05	1,62E-05	1,29E-05	1,0E-05	5,52E-05
	11 – 14 лет	8,06E-06	9,77E-06	1,16E-05	5,57E-06	3,5E-05
	15 – 17 лет	8,06E-06	6,51E-06	9,0E-06	4,46E-06	2,8E-05
Марковский	7 – 10 лет	1,61E-05	1,62E-05	2,57E-05	8,91E-06	6,7E-05
	11 – 14 лет	1,21E-05	9,77E-06	1,29E-05	5,57E-06	4,03E-05
	15 – 17 лет	8,06E-06	6,51E-06	1,29E-05	4,46E-06	3,2E-05

Как видно из таблицы 33, во всех районах в группах детей 7 – 10 лет уровни индивидуальных канцерогенных рисков, связанных с поступлением свинца и кадмия со всеми исследуемыми продуктами, не отличались и составляли 1,61E-05 и 1,62E-05 соответственно (низкий риск). Риски при контаминации продуктов мышьяком также оценивались как приемлемые, однако в Энгельском и Марковском районах величины рисков были в 2 раза выше, чем в Балашовском районе (2,57E-05 против 1,29E-05). Для

линдана канцерогенные риски соответствовали диапазону приемлемого риска: в Энгельсском и Марксовском районах – по $8,91E-06$, в Балашовском районе – $1,0E-05$.

В группах детей 11 – 14 лет уровни индивидуальных канцерогенных рисков, связанные с алиментарным поступлением свинца, кадмия, мышьяка и линдана, оценивались также как приемлемые. Рассчитанные величины ICR отличались по исследуемым районам незначительно, однако в Балашовском районе определены наименьшие уровни по свинцу ($8,06E-06$) и мышьяку ($1,16E-05$).

В группах подростков 15 – 17 лет риски при поступлении контаминантов-канцерогенов со всеми группами продуктов местного происхождения оценивались как низкие во всех районах. Уровни по свинцу составляли $8,06E-06$, кадмию – $9,77 – 6,51E-06$, мышьяку – $1,29E-05 – 9,0E-06$, линдану – $4,46E-06$.

Расчет популяционного канцерогенного риска (PCR) проводился для составления характеристики дополнительного (к фоновому уровню заболеваемости) числа случаев злокачественных новообразований в исследуемой популяции.

Как видно из таблицы 34, наиболее высокий суммарный популяционный риск определен для групп детей и подростков, проживающих в Энгельсском районе. Так, в группе детей 7 – 10 лет PCR составил $2,54E-02$ (или 0,0254 дополнительных случаев злокачественных новообразований в год), в группе детей 11 – 14 лет – $2,05E-02$ (или 0,0205 случаев), в группе подростков 15 – 17 лет – $1,27E-02$ (или 0,0127 случаев). В целом по исследуемым районам дополнительное число случаев злокачественных новообразований обусловлено контаминацией местных продуктов питания преимущественно мышьяком.

Таблица 34

Популяционные канцерогенные риски (случаи), связанные с пероральным поступлением контаминантов с пищевыми продуктами местного производства

Исследуемый район	Возрастные группы	Вещество				Суммарный риск
		Pb	Cd	As	Линдан (ГХЦГ)	
Энгельский	7 – 10 лет	6,12E-03	6,16E-03	9,77E-03	3,39E-03	2,54E-02
	11 – 14 лет	4,67E-03	3,77E-03	9,92E-03	2,15E-03	2,05E-02
	15 – 17 лет	2,84E-03	3,77E-03	4,54E-03	1,57E-03	1,27E-02
Балашовский	7 – 10 лет	4,46E-03	4,49E-03	3,57E-03	2,77E-03	1,53E-02
	11 – 14 лет	1,96E-03	2,37E-03	2,82E-03	1,35E-03	0,85E-02
	15 – 17 лет	1,85E-03	1,5E-03	2,07E-03	1,03E-03	6,45E-03
Марксовский	7 – 10 лет	4,06E-03	4,08E-03	6,48E-03	2,25E-03	1,69E-02
	11 – 14 лет	2,6E-03	2,1E-03	2,77E-03	1,2E-03	0,87E-02
	15 – 17 лет	1,46E-03	1,18E-03	2,33E-03	8,07E-04	6,46E-03

Таким образом, расчет рисков неблагоприятного воздействия контролируемых контаминантов, поступающих с пищевыми продуктами, выращенными и произведенными в Саратовском регионе, подтвердил необходимость проведения постоянного мониторинга безопасности пищевого сырья и продуктов питания, особенно в аграрных районах, обеспечивающих себя большей частью продовольствия. В данном контексте важным представляется определение наиболее значимых и распространенных химических загрязнителей, выявление продуктов питания, которые по уровню и характеру загрязнения подлежат первоочередному контролю. Подтверждение в ходе нашего исследования высокой

сенситивности детского организма к неблагоприятным условиям среды обитания в лице контаминации местных пищевых продуктов указывает на необходимость расчета алиментарной нагрузки на отдельные группы населения, для которых поступление контаминантов с пищевыми продуктами может превышать гигиенические нормативы, определяя, тем самым, риск здоровью.

Оценка риска является одной из основ для принятия решений по профилактике неблагоприятного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения, но не самим решением. Применение методологии риска для здоровья в качестве инструмента санитарно-эпидемиологической экспертизы позволяет проводить корректировку планов проведения лабораторных исследований с учетом приоритетных источников загрязнения среды обитания человека, приоритетных чужеродных веществ, вносящих наибольший вклад в риск развития неканцерогенных и канцерогенных эффектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуальность вопросов безопасности пищи возрастает с каждым годом, поскольку обеспечение должного качества пищевого сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих отсутствие опасности для здоровья человека при их употреблении. Управление гигиенической безопасностью продуктов входит в число приоритетных задач государственной политики в области здорового питания и является необходимым условием обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения (В.А.Тутельян, 2005; 2007; 2008; С.А.Хотимченко, 2007; Г.Г.Онищенко, 2010).

В современных условиях пищевые продукты содержат различные количества контаминантов, в ряде случаев, преимущественно ниже уровня установленных гигиенических нормативов (А.А.Джатдоева с соавт., 2006; А.М.Василовский с соавт., 2012; О.С.Литвинова, 2013). Наибольший удельный вес в общем объеме нестандартных проб занимают пробы с повышенным содержанием нитратов, пестицидов, токсичных элементов. В ряде регионов количество проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, значительно выше, чем в среднем по России в 2 – 5 раз.

Поступление токсичных элементов с рационами питания у населения может значительно варьировать (С.А.Хотимченко, 2001; А.Н.Лаврентьев с соавт., 2003; Н.А. Лесцова, 2004; М.Г.Скальная, 2005; В.Б.Гурвич с соавт., 2007; Ю.В.Клещина, 2012). Однако некоторые контаминанты в конкретных видах пищевых продуктов даже в пределах допустимых уровней оказывают нагрузку на организм человека (В.М.Боев с соавт., 2002; В.В. Быстрых с соавт., 2004; М.С. Болдырева, 2007; В.С. Гельштейн с соавт., 2007; О.С.Литвинова, 2009; О.А. Фролова с соавт., 2013). В настоящее время определено, что длительные химические нагрузки малой интенсивности

являются одним из наиболее значимых факторов риска для здоровья, снижающих устойчивость организма к воздействию других неблагоприятных экологических и социально обусловленных факторов окружающей среды (В.В.Худолей с соавт., 1996; С.А.Хотимченко, 2001; В.М.Боев с соавт., 2002; Т.Т.Смит, С.С.Янг, 1994; W.P.T. James, 1999; D.H.Alpes et al., 2001; M.Dourson et al., 2002; S.P.Dolan et al., 2003; A.G. Renwick, 2004). Поэтому необходимость проведения контроля за обеспечением безопасности продуктов и предупреждением контаминации пищевого сырья и продуктов ксенобиотиками различной природы, изучение возможного негативного влияния малых доз чужеродных химических веществ на здоровье детей и подростков рассматриваются в качестве важных научных и практических задач гигиены. Однако подавляющее большинство подобных исследований осуществляется преимущественно на моделях крупных промышленных центров, в то же время аналогичные проблемы не теряют своей актуальности и в городах с меньшей численностью населения. Подобные населенные пункты занимают особое место в хозяйственном комплексе России и играют важную экономическую роль, являясь связующим звеном между крупными городскими агломерациями и сельской местностью. С точки зрения специализации немалая часть таких городов выполняет аграрную функцию, при этом, как правило, среди населения увеличивается степень удовлетворения пищевых потребностей за счет продукции местного и собственного производства. Это приобретает особую актуальность в связи со вступлением Российской Федерации во Всемирную торговую организацию (2012 г.), в результате чего в приоритет ближайших семи лет переходного периода поставлено интенсивное развитие отечественной пищевой и перерабатывающей промышленности, контроль качества и безопасности конечной продукции. Вместе с тем, до настоящего времени остаются малоизученными в сравнительном аспекте вопросы безопасности продуктов

питания, производимых в разных населенных пунктах одного региона. Научные публикации, посвященные изучению уровней контаминации местных пищевых продуктов и сырья, доз поступления токсичных веществ в организм детей и подростков, проживающих в городах Саратовского региона, отсутствуют.

Исследование проводилось в Саратовской области, традиционно являющейся территорией с развитым аграрным комплексом, специализирующимся на зерно-хлебопродуктовом, мясном, молочнопродуктовом направлениях. В немалой степени развиты и другие подкомплексы: масложировой, плодоовощной, свеклосахарный, по производству яиц.

Для исследований были выбраны три населенных пункта области – г.г.Энгельс, Балашов и Маркс, относящиеся соответственно к категориям больших, средних и малых городов по численности населения (согласно Градостроительному Кодексу РФ, 2004). Анализ и оценка качества выпускаемой пищевой продукции местного производства проводились также в одноименных районах – Энгельском, Балашовском и Марксовском.

Оценка гигиенической безопасности продовольственного сырья и продуктов питания, выращенных и произведенных в Энгельском, Балашовском, Марксовском районах Саратовской области, проводилась на основании лабораторных исследований содержания кадмия, свинца, ртути, мышьяка, меди, цинка, железа, нитратов, пестицидов (изомеры ГХЦГ, ДДТ и его метаболиты). Было отобрано и проанализировано 586 образцов тканей и органов крупного рогатого скота (мясо, печень) и свиней (мясо); 144 образца (штук) яиц куриных; 745 образцов молока и продуктов его переработки (масло коровье, творог, сыр); 994 образца основных видов растениеводческой продукции, выращиваемой в открытом грунте (картофель, морковь, свекла, томаты, капуста, лук); 872 образца хлеба пшеничного и хлебных продуктов

(мука пшеничная, готовые мучные изделия, крупяные изделия, бобовые); 120 образцов меда натурального пчелиного; 158 образцов масла растительного (подсолнечного). Всего проанализировано 3619 проб продовольственного сырья и пищевых продуктов. Исследования выполнялись на базах аккредитованных лабораторий ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области» (2010-2011г.г.), ФГУ ГСАС «Саратовская» (2010-2011г.г.), ООО «Стандарт» (2012 г.).

В соответствии с выбором в рамках исследования трех населенных пунктов и одноименных районов области проводилось изучение контаминации продовольственного сырья и пищевых продуктов в каждом районе, а результаты оценивались в сравнительном аспекте, а также сравнивались с ПДК.

При изучении уровней перорального поступления контаминантов проводилась оценка двух основных переменных величин: содержания химических загрязнителей в пищевых продуктах и уровней потребления пищевых продуктов детским и подростковым населением. Оценка экспозиции различными контаминантами пищевых продуктов на детей и подростков 7 – 17 лет, проживающих в исследуемых районах Саратовской области, осуществлялась согласно МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население».

Результатами анализа концентраций токсичных элементов в пищевых продуктах местного производства определено, что среднее содержание ($M \pm m$) металлов в продуктах питания за исследуемый период превышало значение медианы в 1,2 – 3,5 раза в зависимости от группы продуктов и вида контаминанта. Данный факт объяснялся тем, что содержание токсичных элементов в наибольшем количестве образцов продуктов находилось в области низких концентраций, составляя 0 – 20% от значений гигиенических

нормативов. Поэтому дальнейший анализ содержания токсичных элементов в пищевых продуктах был проведен на основании медианы (Me), в том числе выраженной в долях от допустимых уровней (ПДК).

Анализ данных о содержании токсичных элементов в пищевых продуктах по районам области не выявил превышений установленных ПДК.

Наиболее высокие средние и медианные концентрации свинца установлены в молоке, производимом в центральной части области – Энгельском ($0,046 \pm 0,003$ мг/кг и 0,028 мг/кг) и Марксовском ($0,041 \pm 0,003$ мг/кг и 0,026 мг/кг) районах; доли медиан от ПДК по районам соответственно составили 0,28 и 0,26. В этих же районах наименьшие доли медиан от ПДК определены для хлебопродуктов (0,10 и 0,09 соответственно), картофеля (0,12 и 0,15 соответственно). В Балашовском районе наибольшее содержание свинца в долях от ПДК установлено для молочных продуктов (масло коровье – 0,30, творог – 0,29, сыр – 0,24), однако их медианы в 1,2 – 1,4 раз были ниже, чем в аналогичной продукции Энгельского и Марксовского районов; наименьшее содержание свинца, выраженное в долях от ПДК, обнаружено в яйцах птиц (0,10). Содержание свинца в мясе и мясопродуктах по районам области отличалось незначительно: доли медиан от ПДК составили в Энгельском районе – 0,20, в Балашовском – 0,18, Марксовском – 0,19.

Различия по медианам содержания кадмия в районах установлены для овощной продукции: в Энгельском районе (0,009 мг/кг) в 1,8 раза выше, чем в Балашовском (0,005 мг/кг) и в 1,3 раза выше, чем в Марксовском (0,007 мг/кг) районе. В Энгельском и Балашовском районах определены высокие значения медиан, выраженных в долях от ПДК, в хлебе – 0,20 и 0,23 соответственно. Аналогичные значения долей определены для некоторых молокопродуктов (сыров сычужных твердых), производимых во всех районах (по 0,20). Наименьшее загрязнение кадмием обнаружено в

подсолнечном масле, производимом во всех трех районах: медианы, выраженные в долях от ПДК, соответственно составили: в Энгельсском районе – 0,04, в Балашовском – 0,06, в Марксовском – 0,10.

Изучение содержания ртути показало, что в исследуемых образцах пищевого сырья и продуктов данный токсичный элемент обнаруживался в концентрациях, намного ниже установленных ПДК. Наибольшие уровни контаминации ртутью установлены для хлеба и хлебобулочных изделий. В Западном регионе области (Балашовский район) в хлебе определена наибольшая медиана и ее доля от ПДК (0,2), превышающая в 1,5 раза показатели Энгельсского и Марксовского районов. Наименьший уровень загрязнения ртутью обнаружен в подсолнечном масле, производимом в Марксовском районе, – в 100 раз меньше ПДК. Однако в пробах масла, производимого в Энгельсском и Балашовском районах, ртуть не обнаружена вообще. Также во всех районах области установлено отсутствие ртути во всех образцах яиц.

Концентрации мышьяка в продуктах питания определялись на уровне сотых и тысячных от ПДК. Во всех районах области наиболее высокие ранги по содержанию мышьяка определены для хлебобулочных изделий (доли от ПДК составили 0,03 – 0,06), овощей (0,025 – 0,035), мяса (0,01 – 0,05).

В отличие от вышеперечисленных металлов, медь, цинк и железо являются эссенциальными веществами, принимающими активное участие в процессах жизнедеятельности, в связи с чем, выведены за границу истинных контаминантов химической природы. Однако при том, что для меди, цинка и железа определена оптимальная физиологическая потребность, в определенных дозах они являются токсичными для организма, а присутствие их в пищевых продуктах в высоких концентрациях рассматривается как факт контаминации (С.А.Хотимченко, 2001; Н.А.Лесцова, 2004).

Средние концентрации и медианы содержания меди, цинка и железа в образцах местных пищевых продуктов также не превышали установленных ПДК, однако имели некоторые различия по районам, зависящие, по-видимому, от внешних факторов (содержание этих элементов в воде, почве, кормах для животных) или способов производства конкретной пищевой продукции.

Так, в молоке, производимом во всех трех районах области, определены медианы содержания меди (0,13 – 0,25 мг/кг), что в 4 – 7,7 раз меньше, а цинка (1,17 – 1,25 мг/кг) – в среднем в 4 раза меньше, чем установлено ГН. При переработке молока обнаружено как снижение (в масле коровьем), так и некоторое повышение концентраций исследуемых металлов (в твороге и сыре). В мясе местного производства выявлено резкое снижение концентраций контролируемых элементов, однако среднее содержание меди в мясе Энгельсского района определялось в 1,2 раза меньше ($0,45 \pm 0,04$ мг/кг, Me – 0,55 мг/кг), чем в Балашовском районе ($0,57 \pm 0,05$ мг/кг, Me – 0,68 мг/кг; $p < 0,05$). В то же время в Балашовском районе установлены более низкие средние концентрации и медианы содержания цинка в хлебе ($3,44 \pm 0,92$ мг/кг, Me – 4,05 мг/кг) и овощах ($0,5 \pm 0,01$ мг/кг, Me – 0,59 мг/кг), что в 1,6 – 1,2 ($p > 0,05$) и 1,5 – 1,2 ($p > 0,05$) раз соответственно меньше значений, установленных в аналогичной продукции Энгельсского и Марксовского районов.

Результатами исследования содержания железа в коровьем и подсолнечном маслах, производимых в районах Саратовской области, определены низкие концентрации данного элемента во всех изученных пробах. В то же время в растительном масле из Балашовского района среднее содержание железа составило $0,85 \pm 0,06$ мг/кг, что в 1,4 ($p < 0,05$) и 1,2 ($p > 0,05$) раз больше, чем в продуктах Энгельсского и Марксовского районов.

В масле коровьем во всех районах также отмечался низкий уровень содержания железа (в 2,6 – 3,6 раз меньше ПДК), причем в Балашовском районе определены наибольшие колебания концентраций в изученных пробах (наименьшее значение по району составило 0,6 мг/кг, максимальное – 4,0 мг/кг). Более высокое содержание железа в данном продукте питания, по-видимому, обусловлено таковыми концентрациями железа в молоке, производимом в Балашовском районе, поскольку в процессе обычной переработки молочного сырья соединения металлов с компонентами молока не подвергаются значительным изменениям и их концентрация в готовом продукте практически аналогична таковой в исходном сырье (Л.А.Боярская, 2010).

Особую актуальность имели исследования по определению содержания нитратов в овощной продукции местного производства.

Результатами исследований показано, что уровень нитратов в овощах (осенью) варьировал в широких пределах, однако рассчитанные средние и медианные концентрации не превышали ПДК во всех районах области. Самые высокие максимальные значения нитратов определены в свекле (до 3 г/кг – в Энгельсском районе и до 5 г/кг – в Марксовском районе), капусте – до 1,0 – 1,1 г/кг (Энгельсский, Марксовский районы). Наименьшие средние и медианные концентрации нитратов установлены в луке репчатом во всех районах. В Балашовском районе определено, что в томатах грунтовых содержалось нитратов в 2 раза больше ($81,2 \pm 6,1$ мг/кг), чем в Энгельсском районе ($p < 0,05$) и 1,7 раза больше, чем в Марксовском районе ($p < 0,05$). Средние и медианные концентрации нитратов в картофеле по районам области различались статистически не достоверно ($p > 0,05$).

Результатами исследований уровней содержания ХОП в пищевой продукции местного производства обнаружены остаточные количества

изомеров ГХЦГ, ДДТ и его метаболитов на уровне значительно ниже установленных пределов нормативов.

За период исследований (2011 – 2012 г.г.) в местной продукции выявлено наличие остаточного количества инсектицида ГХЦГ в 100% образцов – в Энгельсском районе, в 80,6% образцов – в Балашовском районе, в 95,7% – в Марксовском районе. Установлены средние данные по сумме изомеров ГХЦГ в различных пищевых продуктах по районам области.

Наибольшее суммарное содержание ГХЦГ установлено для мяса, что подтверждает высокую биокумуляцию ХОП по пищевой цепи. Определено, что остаточные концентрации ГХЦГ в мясе Энгельсского района были в 1,2 раза выше, чем в Балашовском районе и в 1,4 раза выше, чем в Марксовском районе.

Помимо суммарного содержания ГХЦГ также определялись его изомеры. В лаборатории нами определялись 3 изомера ГХЦГ (α - β - γ). При этом из отдельных изомеров основным в мясе являлся α -ГХЦГ (до 90%). Наиболее высокое значение коэффициента α/γ -изомеров установлено в Балашовском районе (4,6), свидетельствующее о давнем присутствии ХОП в среде; наименьшее – в Марксовском районе (1,1). Отсутствие в пробах мяса Марксовского района β -ГХЦГ подтверждало недавнее поступление линдана в среду (возможно использование загрязненных кормов, применение ГХЦГ для обработки животных). Суммарное содержание ДДТ и его метаболитов в мясе различных районов варьировало от 3,15 до 2,5 мкг/кг (в 31,7 – 40,0 раз меньше ПДК), присутствовали все метаболиты ДДТ.

Липофильность ХОП также определила факт обнаружения ГХЦГ в молоке и яйцах куриных в концентрациях в 1,3 – 3,4 раз выше, чем в местной растениеводческой продукции. Суммарное содержание ГХЦГ (мкг/кг) в молоке установлено по убывающей для Энгельсского, Марксовского, Балашовского районов – 1,11; 1,04; 0,98 соответственно; в исследуемых

образцах преобладал β -ГХЦГ. В большинстве проб молока доминировал ДДТ.

Высокое содержание жиров в яйцах птиц (около 10% в целом яйце и до 30% в желтке) также способствовало накоплению ХОП. Наибольшее суммарное содержание ГХЦГ (1,38) определено в куриных яйцах Балашовской птицефабрики, превышающее в 1,4 – 1,7 раз аналогичные значения в других районах. Соотношение α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ составило 9,6. В яйцах, отобранных в частных хозяйствах Энгельсского и Марковского районов, остаточные концентрации γ -изомера не обнаруживались, однако суммарное содержание ДДТ и его метаболитов по сравнению с продукцией Балашовского района были выше в 1,9 и 1,7 раз соответственно. Для всех исследуемых образцов яиц куриных концентрации ДДД и ДДЭ в сумме значительно превышали ДДТ, указывая на трансформацию исходного соединения с дальнейшим накоплением его метаболитов.

Анализ содержания пестицидов в овощной продукции выявил наибольшие суммарные концентрации препаратов ГХЦГ в Марковском районе – 1,12 мкг/кг. Однако содержание остатков ГХЦГ в Энгельсском и Балашовском районах отличались незначительно – 0,98 мкг/кг и 0,81 мкг/кг соответственно. Соотношение изомеров в исследуемых образцах овощей распределилось следующим образом: α -изомер – 4–5,0%, β -изомер – 33–40%, γ -изомер – 55–63%, т.е. отношение более стабильного изомера α -ГХЦГ к γ -ГХЦГ составляло менее 1,0 и свидетельствовало о недавнем поступлении ГХЦГ в окружающую среду. Отношения концентраций ДДТ/ДДЭ в пробах овощей Энгельсского и Марковского районов были значительно выше 1,0, что позволяет судить также о постоянном поступлении пестицида в экосистему.

Частота обнаружения и уровни остатков ГХЦГ в пробах хлеба из всех исследуемых районов были практически на одном уровне (0,53 – 0,61 мкг/кг).

Во всех исследуемых образцах хлеба, меда натурального сотового, масла подсолнечного нерафинированного уровни содержания ДДД и ДДЭ в сумме значительно превышали ДДТ, указывая на длительное пребывание пестицида в системе и его постепенную деградацию.

Следовательно, производимые в трех районах области продовольственное сырье и продукты питания по содержанию токсичных элементов, нитратов, пестицидов соответствуют требованиям ГН. Отмечен дефицит контролируемых эссенциальных элементов в пищевом сырье и продуктах. Процент обнаружения и уровни остатков ХОП в продукции животного происхождения несколько выше, чем в продукции растительного происхождения, однако обнаруженные остаточные количества ГХЦГ и ДДТ в несколько раз ниже МДУ.

Учитывая, что между содержанием поллютантов в некоторых группах продуктов (зерновые, овощи и др.) и их концентрациями в почве сельхозугодий существуют прямые статистически достоверные связи (Н.А.Лесцова, 2004; Е.А.Хохлова, 2009; Б.А.Кацнельсон с соавт., 2011 и др.), проводилась оценка загрязнения почв районов.

По суммарному показателю ($K_{\text{почва}}$) достоверных различий по содержанию валовых форм свинца, цинка, мышьяка, ртути не установлено. Содержание кадмия (валовая форма) в почве Марковского района достоверно ниже ($0,5 \pm 0,07$ мг/кг; $p < 0,05$) по сравнению с другими районами. Среди подвижных форм металлов определено превышение ПДК по свинцу на территории Энгельсского района ($7,9 \pm 1,1$ мг/кг), что в 1,2 и 1,4 раз выше, чем в почвах Балашовского и Марковского районов соответственно ($p > 0,05$).

ХОП в пахотном слое почв в исследуемых районах определялись в остаточных количествах, не превышающих пределов ГН. Среднее содержание в почве суммы изомеров ГХЦГ составило по районам: в

Энгельском – $18,1 \pm 5,7$ мкг/кг, в Балашовском – $10,8 \pm 3,1$ мкг/кг, в Марксовском – $26,3 \pm 6,9$ мкг/кг. Статистически достоверно концентрация ГХЦГ в почве Марковского района превышала значение в Балашовском районе ($p < 0,05$). В почве Балашовского района препарат отсутствовал полностью в 21 образце почв (19,3%).

Обнаруженные суммы метаболитов ДДТ в почвах были несколько выше, чем у ГХЦГ. Количество проанализированных образцов, где препарат полностью отсутствовал, составляло по районам 1,9 – 15,2%; концентрации ДДТ варьировали на уровне в 3,5 – 5,5 раз меньше ПДК. Среднее содержание препарата в почве Энгельского района составило $22,4 \pm 5,4$ мкг/кг, Балашовского района – $18,1 \pm 4,8$ мкг/кг, Марковского района – $28,2 \pm 5,6$ мкг/кг ($p > 0,05$). Полученные результаты позволили установить, что наибольшие уровни контролируемых загрязнителей характерны для почв центральных районов Саратовской области.

В разрезе нашего исследования получены данные фактического потребления продуктов питания (усредненные с учетом сезона года) различными возрастными группами детей и подростков (7 – 10 лет, 11 – 14 лет, 15 – 17 лет) за 2012 год по районам Саратовской области, средние значения массы тела школьников, которые позволили рассчитать экспозицию химическими контаминантами местных пищевых продуктов на детское и подростковое население.

При расчете экспозиции контаминантами пищевых продуктов на детей и подростков установлено, что медианы поступления свинца для детей 7 – 10 лет превышали УПНП на 12 – 16% и составили по районам: в Энгельском – 0,028, в Балашовском – 0,029, в Марксовском – 0,025 мг/кг массы тела/неделю. Уровни поступления свинца у детей 11 – 14 и 15 – 17 лет во всех районах не превышали УПНП. В группе детей 11 – 14 лет наименьшая нагрузка свинцом установлена в Балашовском районе (56% от УПНП),

наибольшая – у детей в Марксовском районе (76% от УПНП). Значения экспозиции свинцом на подростков 15 – 17 лет во всех исследуемых районах были в 1,9 – 2,5 раза меньше аналогичных показателей, установленных для детей 7 – 10 лет. Во всех районах максимальное поступление свинца для детей 7 – 10 лет происходило с овощами (29,3 – 35,4%) и молочной продукцией (23,2 – 26,1%), для старших возрастных групп – с овощами (27,2 – 34,9%).

Уровни поступления кадмия с пищевыми продуктами для всех групп детей не превышали УПНП. Для детей 7 – 10 лет наибольшее значение медианной экспозиции кадмием определено в Марксовском районе – 0,004 мг/кг массы тела/неделю, что составило 57,1% от УПНП. В группах детей 11 – 14 лет и 15 – 17 лет значения экспозиции кадмием по всем районам составили 0,002 мг/кг массы тела/неделю, что соответствовало 28,6% от УПНП. Для младших школьников наибольший вклад в общую экспозицию кадмием внесли молочная (37,2 – 43,7%), овощная (13,3 – 21,5%) продукции, хлеб и хлебобродукты (15,9 – 24,3%); для детей 11 – 14 лет – молочная продукция (25,2 – 31,0%), хлеб и хлебобродукты (19,5 – 31,0%); для подростков 15 – 17 лет – хлеб и хлебобродукты (25,8 – 38,0%), молокопродукты (21,1 – 30,1%).

Экспозиция ртутью на детей 7 – 10, 11 – 14, 15 – 17 лет по районам области составила соответственно 0,0002 – 0,0003 (4 – 6% от УПНП); 0,0002 (4% от УПНП); 0,0001 – 0,0002 мг/кг массы тела/неделю (2 – 4% от УПНП). Для детей 7 – 10 лет Энгельсского района отмечалось поступление ртути в равновысоких количествах с хлебной и овощной продукцией (по 29,4%), в Балашовском районе – с хлебными продуктами (50,0%), в Марксовском районе – с овощами (50,0%). Для детей 11 – 14 лет по районам характерен наибольший вклад ртути в общую экспозицию за счет хлебобродуктов (35,9

– 62,5%) и овощей (20,8 – 40,9%), для подростков 15 – 17 лет – хлебной продукции (41,1 – 63,8%).

Наибольшие уровни поступления мышьяка с пищевыми продуктами для группы детей 7 – 10 лет установлены в центральных районах области – в Энгельском и Марксовском – 0,0015 и 0,0016 мг/кг массы тела/неделю (10% и 10,7% от УПНП соответственно), наименьший – в Балашовском районе (0,0009 мг/кг массы тела/неделю, 6% от УПНП). Для детей 11 – 14 лет экспозиция мышьяком по всем районам составила 0,001 – 0,0006 мг/кг массы тела/неделю (6,7 – 4% от УПНП), для подростков 15 – 17 лет – 0,001 – 0,0005 мг/кг массы тела/неделю (6,7 – 3,3% от УПНП). Во всех районах наибольшее поступление мышьяка для детей 7 – 10 лет происходило с овощами (32,4 – 46,5%), для детей 11 – 14 лет – с овощами (28,1 – 42,8%) и хлебопродуктами (17,5 – 28,5%), для подростков 15 – 17 лет – с овощами (22,9 – 38,5%).

Уровни поступления меди (0,05 – 0,02 мг/кг массы/сутки) и цинка (0,28 – 0,14 мг/кг массы/сутки) с продуктами питания для различных возрастных групп детей и подростков не превышали ДСД и различались по районам области незначительно. Наибольший вклад в среднесуточное поступление меди для детей 7 – 10 и 11 – 14 лет вносили овощи (25,5 – 31,9%) и хлебопродукты (18,9 – 30,0%), для подростков 15 – 17 лет – хлебопродукты (27,5 – 33,5%); цинка – преимущественно яйца куриные местного производства (42,4 – 51,7%).

Среднесуточная нагрузка нитратами с потребляемыми овощами местного производства, включая картофель, составила для детей 7 – 10 лет в Энгельском районе – 4,5 мг/кг массы/сутки, в Балашовском районе – 4,0 мг/кг массы/сутки, в Марксовском районе – 5,8 мг/кг массы/сутки, что превышало ДСД соответственно на 21,6%, 8,1% и 56,8%. Для детей 11 – 14 лет нитратная нагрузка на организм составила соответственно по

вышеуказанным районам 81,1%, 62,2% и 101,4% от ДСД; для подростков 15 – 17 лет – соответственно 62,2%, 45,9% и 78,4% от ДСД.

Экспозиция ХОП на детское и подростковое население по всем районам не превышала рекомендуемые ДСД. Наиболее высокий уровень экспозиции изомеров ГХЦГ на детей 7 – 10 лет выявлен в Балашовском районе (1,8% от ДСД), ДДТ и его метаболитов – в Марксовском районе (6,4% от ДСД). В группах детей 11 – 14 и 15 – 17 лет по всем районам установлены одинаковые уровни поступления изомеров ГХЦГ с продуктами питания (соответственно 0,00005 и 0,00004 мг/кг массы тела/сутки), составляющие 1,0% и 0,8% от ДСД. Наименьшие уровни поступления ДДТ и его метаболитов установлены в средних и старших возрастных группах детей в Балашовском районе (соответственно 2,8% и 2,0% от ДСД), наибольшие – в Марксовском районе (соответственно 4,0% и 3,2% от ДСД). Наибольшее количество ХОП поступало в организм детей и подростков по всем районам области с молоком и молокопродуктами (ГХЦГ – 33,1-49,8%, ДДТ и его метаболитов – 27,2-47,5%).

Резюмируя, следует отметить, что вопрос безопасности продуктов питания продолжает оставаться одним из актуальных направлений работы профилактического звена здравоохранения. Важным представляется отметить, что во всех исследуемых районах области наибольшие количества поступления некоторых истинных контаминантов (свинец, кадмий, изомеры ГХЦГ, ДДТ и его метаболиты) у детей младшего школьного возраста отмечались с молоком и молочной продукцией. В то же время подобные продукты относятся к социально-значимым товарам массового потребления, являются природным источником множества эссенциальных нутриентов и микронутриентов и занимают особое место в структуре питания детей дошкольного и младшего школьного возрастов в силу легкой усвояемости и исключительной питательности.

На последнем этапе исследования по районам проведена оценка неканцерогенных рисков для здоровья детей и подростков, связанных с контаминацией местных пищевых продуктов токсичными элементами, нитратами, ХОП, и канцерогенных рисков для здоровья детей и подростков, связанных с загрязнением продовольственного сырья и продуктов веществами, выбранными согласно СанПин 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности».

Анализ неканцерогенного риска с учетом суммарной экспозиции отдельными контаминантами свидетельствовал, что значения коэффициентов опасности от воздействия различных поллютантов варьируют в различных возрастных группах.

Неканцерогенный риск, превышающий допустимое значение, отмечен для групп детей 7 – 10 лет Энгельсского, Балашовского и Марксовского районов от воздействия свинца ($HQ=1,14$ для всех районов) и нитратов, содержащихся в местной овощной продукции ($HQ=1,2$; $1,08$; $1,57$ соответственно по указанным районам). Наиболее высокий суммарный неканцерогенный риск установлен для детей 7 – 10 лет Марксовского района ($HI=5,05$). При одновременном поступлении выявленных контаминантов (свинец, нитраты) с продуктами питания в качестве критических органов и систем выявлены: центральная нервная система, нервная система, кровь, развитие, репродуктивная, гормональная и сердечно-сосудистая системы. Наиболее опасным для данной возрастной группы детей является факт воздействия свинца на центральную нервную систему и развитие, в том числе нервно-психическое.

В группах детей и подростков 11 – 14 лет и 15 – 17 лет коэффициенты опасности ни по одному из токсичных элементов, нитратам и пестицидам не превысили допустимое значение. В то же время суммарные неканцерогенные риски для всех групп детей по всем районам превышали 1,0.

Расчет индивидуальных канцерогенных рисков, связанных с пероральным поступлением химических контаминантов с местными продуктами питания, показал, что высокие риски ($> E-03$) для различных возрастных групп детей и подростков не выявлены ни в одном исследуемом районе Саратовского региона. Наибольшие уровни ICR суммарно по всем исследуемым веществам установлены в группах детей 7 – 10 лет (от $5,52E-05$ до $6,69E-05$), наименьшие – в группах подростков 15 – 17 лет (от $2,8E-05$ до $3,52E-05$). Во всех районах в группах детей 7 – 10 лет уровни индивидуальных канцерогенных рисков, связанных с поступлением свинца и кадмия со всеми исследуемыми продуктами, не отличались и составляли $1,61E-05$ и $1,62E-05$ соответственно (низкий риск). Риски при поступлении мышьяка также оценивались как приемлемые, однако в Энгельском и Марксовском районах величины рисков были в 2 раза выше, чем в Балашовском районе ($2,57E-05$ против $1,28E-05$). Для линдана канцерогенные риски соответствовали диапазону приемлемого риска: в Энгельском и Марксовском районе – по $8,91E-06$, в Балашовском районе – $1,0E-05$.

В группах детей 11 – 14 лет уровни индивидуальных канцерогенных рисков, связанных с алиментарным поступлением свинца, кадмия, мышьяка и линдана, оценивались как приемлемые. Рассчитанные величины ICR отличались по исследуемым районам незначительно, однако в Балашовском районе определены наименьшие уровни по свинцу ($8,06E-06$) и мышьяку ($1,16E-05$).

В группах подростков 15 – 17 лет риски при поступлении канцерогенов со всеми группами продуктов местного происхождения оценивались как низкие во всех районах. Уровни по свинцу составляли $8,06E-06$, кадмию – $9,77 – 6,51E-06$, мышьяку – $1,29E-05 – 9,0E-06$, линдану – $4,46E-06$.

Расчет популяционного канцерогенного риска показал, что наибольшие его величины характерны для групп детей и подростков, проживающих в

Энгельском районе. Так, в группе детей 7 – 10 лет PCR составил $2,54E-02$ (или 0,0254 дополнительных случаев злокачественных новообразований в год), в группе детей 11 – 14 лет – $2,05E-02$ (или 0,0205 случаев), в группе подростков 15 – 17 лет – $1,27E-02$ (или 0,0127 случаев). В целом по исследуемым районам дополнительное число случаев злокачественных новообразований обусловлено контаминацией местных продуктов питания преимущественно мышьяком.

Таким образом, расчет рисков неблагоприятного воздействия контаминантов, поступающих с пищевыми продуктами, производимыми в Саратовском регионе, подтвердил необходимость проведения постоянного мониторинга безопасности пищевого сырья и продуктов, особенно в аграрных районах, обеспечивающих себя большей частью продовольствия. Применение методологии риска для здоровья отдельных групп населения в качестве инструмента санитарно-эпидемиологической экспертизы позволяет осуществлять корректировку планов проведения лабораторных исследований местной пищевой продукции с учетом выявления наиболее значимых и распространенных химических загрязнителей, вносящих наибольший вклад в риск развития неканцерогенных и канцерогенных эффектов.

ВЫВОДЫ

1. Содержание токсичных элементов, нитратов, ХОП в пищевом сырье и продуктах, производимых в трех районах Саратовского региона, не превышали установленных ПДК.

2. Установлены группы пищевых продуктов с наибольшим содержанием химических контаминантов по районам области. Наибольшее загрязнение свинцом (в долях от ПДК) характерно для молока, производимом в Энгельском (0,28) и Марксовском (0,26) районах; кадмием – для овощной продукции Энгельского района (0,30); ртутью – для хлебопродуктов Балашовского района (0,2); мышьяком – для хлебопродуктов Энгельского (0,06) и Марксовского (0,06) районов. Во всех трех районах наибольшие уровни остатков ХОП (в долях от ПДК) определены в продукции животного происхождения (содержание ГХЦГ в мясе – 0,018-0,025, в молоке – 0,02-0,022; ДДТ и его изомеров в мясе 0,025-0,03, в молоке – 0,033-0,035).

3. На основе данных фактического потребления продуктов наибольшие уровни поступления контаминантов с местными пищевыми продуктами определены для возрастных групп детей 7 – 10 лет. Во всех районах для детей установлены высокие медианные экспозиции свинцом (0,025 – 0,029 мг/кг массы тела/неделю) и нитратами (4,0 – 5,8 мг/кг массы/сутки). Наибольший вклад в общее значение экспозиции вносили социально-значимые продукты массового потребления (молоко и молочные продукты, овощи).

4. Уровни контаминации местного пищевого сырья и продуктов и региональные особенности фактического потребления продуктов питания обусловили в группах детей 7 – 10 лет превышение величин HQ для свинца (1,14) и нитратов (1,08 – 1,57) по всем районам. В группах детей и подростков 11 – 14 лет и 15 – 17 лет уровни HQ ни по одному из контролируемых контаминантов не превысили 1,0. Суммарные

неканцерогенные риски для здоровья детей и подростков по исследуемым районам составили 2,18 – 5,05.

5. Уровни ICR суммарно по медианам контролируемых контаминантов в местных продуктах питания для групп детей 7-10 лет составили 5,52 – 6,69E-05, детей 11-14 лет – 3,5 – 5,31E-05, подростков 15-17 – 2,8 – 3,52E-05 и оценены по районам области как приемлемые.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для обеспечения населения безопасными для здоровья продовольственным сырьем и пищевыми продуктами, особенно в районах с аграрной направленностью, обеспечивающих себя большей частью продовольствия, рекомендуется создание информационных баз данных по анализу содержания, динамике загрязнения, определению приоритетных контаминантов в местных продуктах питания.

2. Управлению Роспотребнадзора по Саратовской области оценивать эффективность санитарно-эпидемиологического надзора за безопасностью местных пищевых продуктов и сырья для целей минимизации риска здоровью населения в целом и отдельных групп, в первую очередь групп риска.

3. Управлению Роспотребнадзора по Саратовской области внедрить в практику ранжирование территорий всех 38 административных районов по частоте, уровням и динамике контаминации пищевой продукции, вырабатываемой на конкретной территории, а также в зависимости от величин рисков для здоровья населения в связи с потреблением местных продуктов питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авцын, А.П. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А.Жаворонков, М.А.Риш, Л.С.Строчкова. – М.: «Медицина», 1991. – 496с.
2. Агбальян, Е.В. Роль фактора питания в формировании здоровья школьников старших классов на Крайнем Севере / Е.В.Агбальян: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2001. – 28с.
3. Адулова, Ф.Х. О гигиенической безопасности пищевых продуктов / Ф.Х.Адулова, В.А.Гуреева, В.А.Смирнов и др. // Матер. X Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2007. – Кн. I. – С. 767-770.
4. Амиров, Н.Х. Особенности питания населения в современных условиях (на примере Чувашской Республики) / Н.Х.Амиров, Е.А.Хохлова. – Чебоксары: «Гранит», 2006. – 136с.
5. Афанасьева, Н.Ю. О качестве и безопасности питания населения области / Н.Ю.Афанасьева // Матер. XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Т. III. – С. 31-34.
6. Афиногенова, О.Б. Здоровье подростков в индустриальном регионе Кузбасса / О.Б.Афиногенова // Здравоохранение Российской Федерации. – 2007. – №3. – С. 28-30.
7. Баранова, Т.А. Исследование причин и направления профилактики недостаточности селена у жителей Омской области / Т.А.Баранова, Д.В.Турчанинов, И.А.Сохощко // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2008. – №2 (22) (прил. Ч. 2). – С. 684-685.
8. Басманова, Е.Д. Распространенность алиментарно-зависимых состояний и возможности их коррекции у детей / Е.Д.Басманова, Н.К.Перевощикова // Вопросы практической педиатрии. – 2007. – Т. 2, №5. – С. 113-117.

9. Батури́н, А.К. Разработка системы оценки и характеристика структуры питания и пищевого статуса населения России / А.К.Батури́н: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 1999. – 45с.
10. Батури́н, А.К. Программы оценки фактического питания населения / А.К.Батури́н // Актуальные вопросы оптимизации питания населения ПФО: Матер. науч.-практ. конф. – Н.Новгород, 2006. – С. 76-80.
11. Батури́н, А.К. Питание подростков: современные взгляды и практические рекомендации / А.К.Батури́н, Б.С.Каганов, Х.Х.Шарафетдинов // Вопросы детской диетологии. – 2007. – Т. 5. – Прил. №1. – 19 с.
12. Батчаев, Х.Х. Гигиеническая оценка питания и состояния здоровья городских школьников Карачаево-Черкесской Республики / Х.Х.Батчаев: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Ростов-на-Дону, 2007. – 24с.
13. Беги́на, О.М. Обеспечение санитарно-эпидемиологической безопасности питания населения / О.М.Беги́на // Матер. XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Т. III. – С. 41-43.
14. Белоусова, Е.А. Загрязнение питьевой воды и продуктов питания нитратами и его связь с состоянием здоровья населения / Е.А.Белоусова, Л.И.Князева, Г.М.Осипова, А.В.Горячев // Матер. XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Т. III. – С. 43-46.
15. Боев, В.М. Химические канцерогены среды обитания и злокачественные образования / В.М.Боев, В.Ф.Куксанов, В.В.Быстрых. – М.: «Медицина», 2002. – 344с.
16. Боев, В.М. Гигиеническая оценка содержания микроэлементов в питьевой воде и продуктах питания в системе социально-гигиенического мониторинга / В.М.Боев, Н.А.Лесцова, Н.М.Амерзянова, Т.М.Макарова // Гигиена и санитария. – 2002. – №5. – С. 71-73.

17. Боев, В.М. Мониторинг содержания меди, цинка и свинца в продуктах питания местного производства / В.М.Боев, Н.А.Лесцова, В.Н.Дунаев, М.В.Фокин // Здоровье населения и среда обитания. – 2005. – №2. – С.18-21.

18. Болдырева, М.С. Оценка риска для здоровья сельского населения от химического загрязнения пищевых продуктов / М.С.Болдырева, Д.В.Турчанинов // Матер. X Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2007. – Кн. I. – С. 799-802.

19. Боярская, Л.А. Гигиеническая оценка производства и использования молочных продуктов, обогащенных микронутриентами, в регионально-ориентированной системе профилактики алиментарно-зависимых заболеваний / Л.А.Боярская: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Омск, 2010. – 23с.

20. Бузинов, Р.В. О ходе реализации экспериментального проекта по реорганизации питания школьников в Архангельской области / Р.В.Бузинов, О.П.Непомилуева // Здоровье населения и среда обитания. – 2009. – №5 (194). – С. 20-22.

21. Быстрых, В.В. Биоэлементы продуктов питания и оценка риска / В.В.Быстрых, А.Н. Тиньков, С.С. Макшанцев // Микроэлементы в медицине. – 2004. – Т. 5, Вып. 4. – С. 23-24.

22. Валеев, Р.Ф. О ходе реализации экспериментальной программы реорганизации системы школьного питания в Республике Татарстан / Р.Ф.Валеев // Здоровье населения и среда обитания. – 2009. – №5 (194). – С.48-50.

23. Василиади, Г.К. Уровень накопления нитратов в овощных культурах, выращенных в республике / Г.К.Василиади, Л.Т.Богова // Матер. X Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2007. – Кн. I. – С. 813-815.

24. Василиади, Г.К. Безопасность пищевых продуктов в условиях техногенеза / Г.К.Василиади, Т.М.Бутаев // Матер. XI Всерос. съезда

гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Т. III. – С. 60-62.

25. Василовский, А.М. Гигиеническая оценка питания школьников северных малых районов Красноярского края / А.М.Василовский: Автореф. дис.... канд. мед. наук. – Красноярск, 2006. – 24с.

26. Василовский, А.М. Гигиеническая оценка безопасности продовольственного сырья в Центральной Сибири / А.М.Василовский, С.В.Куркатов // Матер. XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Т. III. – С. 57-60.

27. Верещагин, А.И. Микробиологическая и химическая контаминация пищевых продуктов / А.И.Верещагин, М.В.Фокин, О.С.Литвинова // Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова. – 2007. –Т.7, № 2. – С.27-28.

28. Волкова, Л.Ю. Гигиеническое обоснование оптимизации питания школьников г.Москвы / Л.Ю.Волкова: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2005. – 24с.

29. Волкотруб, Л.П. Несбалансированное питание детей как фактор риска развития йоддефицитных состояний / Л.П.Волкотруб // Актуальные проблемы питания: Матер. науч.-практ. конф. – Пермь, 2008. – С. 51-53.

30. Вржесинская, О.А. Обеспеченность витаминами и железом московских школьников / О.А. Вржесинская // Вопросы детской диетологии. – 2004. – №5. – С. 22-27.

31. Гельштейн, В.С. Оценка неканцерогенного риска для здоровья населения от загрязнения продуктов питания и питьевой воды / В.С.Гельштейн, И.В.Сухарева, Л.И.Шишкина, А.Э.Ломовцев // Матер. X Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2007. – Кн. I. – С. 823-825.

32. Гладкова, Л.П. Гигиеническая оценка питания и здоровья курсантов Ростовского морского колледжа / Л.П.Гладкова: Автореф. дис. ... канд. мед.

наук. – Ростов-на-Дону, 2005. – 21с.

33. Гладышев, В.П. Содержание тяжелых металлов в овощных культурах Томской области / В.П.Гладышев, Н.М.Мордвинова, С.В.Ковалева, Е.В.Колесникова // Гигиена и санитария. – 2002. – №2. – С. 43-47.

34. Горелова, Ж.Ю. О состоянии питания школьников / Ж.Ю.Горелова // Вопросы детской диетологии. – 2003. – Т. 1, №3. – С. 60-63.

35. Горелова, Ж.Ю. Организация питания подростков и его значение для адаптации / Ж.Ю.Горелова // Научно-методические основы изучения адаптации детей и подростков к условиям жизнедеятельности. – М., 2006. – С. 53-63.

36. Горис, Л. Безопасность пищевых продуктов: применение оценки риска. Итоговый доклад / Л.Горис, А. Кади, М.Ричолд // Вопросы питания. – 2001. – №6. – С. 6-10.

37. Гурвич, В.Б. Мониторинг нагрузки населения токсичными элементами пищевых продуктов / В.Б. Гурвич, А.Н.Лаврентьев, Т.В.Мажаева // Матер. X Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2007. – Кн. I. – С. 834-836.

38. Даукаев, Р.А. Гигиеническая оценка безопасности пищевых продуктов в республике Башкортостан / Р.А.Даукаев, Т.К. Ларионова, Л.К.Каримова и др. // Матер. XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Т. III. – С. 74-76.

39. Дегтева, Г.Н. Протективная роль школьного питания в условиях высоких учебных нагрузок / Г.Н.Дегтева // Матер. Конгресса российского общества школьной и университетской медицины и здоровья. – М., Изд. НЦЗД РАМН, 2008. – С. 57.

40. Денисова, Е.Л. Гигиеническая оценка питания, среды обитания и здоровья детского и взрослого населения (на примере г.Орехово-Зуево) / Е.Л.Денисова: Автореф. дис.... канд. мед. наук. – М., 2004. – 20с.

41. Джатдоева, А.А. оценка результатов межлабораторных сравнительных испытаний по определению содержания токсичных элементов в пищевых продуктах / А.А.Джатдоева, И.В.Брагина, С.А.Хотимченко // Гигиена и санитария. – 2006. – №4 – С. 46-49.

42. Дмитриева, Г.А. Гигиеническая оценка безопасности питания населения города Санкт-Петербурга / Г.А.Дмитриева, Н.Е.Репникова // Матер. X Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2007. – Кн. I. – С. 841-844.

43. Доценко, В.А. Научно-методическое обоснование оценки риска факторов питания на здоровье человека / В.А.Доценко, Г.А.Дмитриева, В.В.Власова // Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова. – 2003. – №1-2. – С. 55-58.

44. Доценко, В.А. Фундаментальные и прикладные проблемы питания / В.А.Доценко // Матер. Международ. форума, посвящ. 100-летию Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова. – СПб., 2007. –С. 13-18.

45. Жернов, В.А. Об организации питания учащихся в образовательных учреждениях Самарской области / В.А.Жернов, Н.В.Антонова // Здоровье населения и среда обитания. – 2009. – №5(194). – С. 27-30.

46. Жилияков, Е.В. Эколого-гигиеническое обоснование важнейших направлений здорового питания населения Западно-Сибирского региона России / Е.В. Жилияков: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – СПб., 2002. – 47с.

47. Забродский, П.Ф. Иммунотоксикология ксенобиотиков / П.Ф.Забродский, В.Г.Мандыч. – Саратов: СВИБХЗ, 2007. – 420с.

48. Захарченко, Г.Л. Вопросы питания в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия в Орловской области / Г.Л.Захарченко, А.В.Истомин // Гигиена и санитария. – 2000. – №6. – С. 29-32.

49. Захарченко, М.П. Современные проблемы экогигиены / М.П.Захарченко, Е.И.Гончатук, Н.Ф.Кошелев, Г.И.Сидоренко. – Киев: «Наукова думка», 1993. – 153с.
50. Измайлов, С.Ф. Азотный обмен в растениях / С.Ф.Измайлов. – М.: Наука, 1986. – 320с.
51. Измеров, Н.Ф. Свинец и здоровье. Гигиенический и медико-биологический мониторинг / Н.Ф. Измеров, А.Е.Ермоленко, Л.А.Тарасова и др. – М., 2000. – 256с.
52. Ильницкий, А.П. Нитраты и нитриты питьевой воды как фактор онкологического риска / А.П.Ильницкий // Гигиена и санитария. – 2003. – №6. – С. 81-84.
53. Катунина, А.С. Оценка воздействия на здоровье населения продуктов питания, загрязненных химическими веществами / А.С.Катунина, А.А.Ушаков // Матер. XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Т. III. – С. 99-101.
54. Кацнельсон, Б. А. О значимости накопления свинца и кадмия в съедобных грибах как фактора риска для здоровья населения / Б.А.Кацнельсон, Т.В.Мажаева, Л.И.Привалова и др. // Вестник Урал. мед. академ. науки. – 2011. – №1. – С. 12-16.
55. Келина, Н.Ю. Токсикология в таблицах и схемах / Н.Ю.Келина, Н.В.Безручко. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 2006. – 144с.
56. Ким, И.Н. Содержание N-нитрозаминов в копченой рыбе и консервах / И.Н. Ким, Г.Н. Ким, Л.В.Кривошеева, И.А.Хитрово // Гигиена и санитария. – 2002. – №4. – С. 35-38.
57. Клепиков, О.В. Гигиенические принципы здорового питания в формировании неспецифической резистентности организма (на примере промышленного мегаполиса) / О.В.Клепиков: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М., 2002. – 46с.

58. Клещина, Ю.В. Оценка содержания токсикантов в пищевом сырье животного происхождения / Ю.В.Клещина // *Здравоохранение Российской Федерации.* – 2011. – №5. – С. 35.

59. Клещина, Ю.В. Оценка риска для здоровья в проблеме алиментарной нагрузки чужеродными веществами / Ю.В.Клещина // *Современные наукоемкие технологии.* – 2012. – №5. – С. 15-17.

60. Клещина, Ю.В. Мониторинг за контаминацией продовольственного сырья и пищевых продуктов токсичными элементами / Ю.В.Клещина, Ю.Ю.Елисеев // *Гигиена и санитария.* – 2013. – №1. – С. 81-82.

61. Колбасов, С.Е, Биомаркеры раннего токсического действия тяжелых металлов: Амбулаторная токсикология «Свинец и здоровье детей: диагностика, лечение, профилактика» / С.Е.Колбасов, Г.А.Ливанов, С.П.Нечипоренко и др. – СПб., 1999. – 135с.

62. Колесникова, Е.В. Экологическая оценка содержания тяжелых металлов в пищевом сырье и продуктах питания Томской области / Е.В.Колесникова: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2002. – 22с.

63. Колнет, И.В. Особенности заболеваемости населения в связи с контаминацией пищевых продуктов / И.В.Колнет, О.В.Клепиков, Д.А.Морковина // *Матер. XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей.* – М., 2012. – Т. III. – С. 111-113.

64. Колтун, В.З. Гигиеническая оценка фактического питания отдельных групп населения г.Красноярска: Информ.-метод. письмо / В.З. Колтун, М.В.Одинцова, В.С.Одинцов, Т.А.Федорова. – Красноярск, 2002. – 44с.

65. Крохалева, С.И. Содержание нитратов в растительных продуктах питания и нитратная нагрузка на организм человека в г.Биробиджане / С.И.Крохалева: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2005. – 24с.

66. Кузнецова, Е.И. Оценка контаминации продуктов питания тяжелыми металлами / Е.И.Кузнецова // *Пищевые продукты и здоровье человека:*

Матер. IV Всерос. конф. с междуна­род. участ. – Кемерово, 2011. – С. 327-328.

67. Куракин, М.С. Анализ структуры рационов питания школьников г.Кемерово / М.С.Куракин, А.В.Ковалева, К.С.Воздвиженская и др. // Вопросы детской диетологии. – 2009. – Т. 7, №3. – С. 38-42.

68. Курляндский Б.А. Общая токсикология / Б.А.Курляндский, В.А.Филов. – М.: «Медицина», 2002. – 608с.

69. Кучма, В.Р. Образовательная программа «Здоровье школьника» / В.Р.Кучма, Ж.Ю.Горелова, Ю.Г.Мовшин // Вопросы детской диетологии. – 2009. – Т. 7, №1. – С. 49-52.

70. Лаврентьев, А. Н. Оценка химического загрязнения продуктов питания как фактора риска формирования здоровья населения в Свердловской области / А.Н.Лаврентьев, В.Б.Гурвич, Т.В.Мажаева и др. // Здоровое питание населения России: Матер. VII Всерос. конгр. – М., 2003. – С.290-291.

71. Лебедева, У.М. Дефицитные состояния у детей Республики Саха (Якутия) / У.М. Лебедева: Автореф. дис.... канд. мед. наук. – М., 2007. – 31с.

72. Лесцова, Н.А. Роль факторов среды обитания в формировании рисков здоровья населения при контаминации продуктов питания / Н.А.Лесцова: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Оренбург, 2004. – 23с.

73. Литвинова, О.С. Разработка модели для оценки мониторинга за химическим загрязнением пищевых продуктов в режиме реального времени / О.С.Литвинова, А.И.Верещагин, Н.А.Михайлов // Вопросы питания. – 2009. – Т. 78, №3. – С. 18-24.

74. Литвинова, О.С. Контаминация токсичными элементами импортных и отечественных пищевых продуктов (сравнительный анализ) / О.С.Литвинова // Вопросы питания. – 2011. – Т.80, № 2. – С. 37-40.

75. Литвинова, О.С. Разработка подходов к определению приоритетных контаминантов химической природы в пищевых продуктах в режиме

реального времени с целью оптимизации санитарно-эпидемиологического надзора / О.С. Литвинова: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2013. – 23с.

76. Мартинчик, А.Н. Методические рекомендации по оценке количества потребляемой пищи методов 24-часового (суточного) воспроизведения питания, № С1-19/14-17 / А.Н.Мартинчик, А.К.Батулин, А.И.Феоктистова и др. – М., 1996.

77. Марченкова, И.С. Углеводный профиль фактического питания населения Российской Федерации / И.С.Марченкова: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2010. – 26 с.

78. Никифорова, Е.М. Техногенная миграция свинца и ртути в ландшафтах / Е.М.Никифорова, Р.С.Смирнов // Вестник Московского государственного университета. – 1976. – № 5. – С. 59-64.

79. Новикова, И.И. Организация физиологически полноценного питания школьников – значимый фактор сохранения и укрепления здоровья подрастающего поколения / И.И.Новикова, А.С.Крига, М.Н.Бойко и др. // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – №8 (209) – С.6-9.

80. Оглезнева, Е.Е. Гигиеническая оценка качества пищевых продуктов в ходе выполнения производственного контроля / Е.Е.Оглезнева, И.В.Святошенко // Матер. XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Т. III. – С. 147-149.

81. Оглоблин, Н.А. Оценка факторов риска развития алиментарно-зависимого остеопороза у различных групп населения / Н.А.Оглоблин: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2006. – 22с.

82. Онищенко, Г.Г. О реализации в системе Госсанэпиднадзора России концепции оценки риска неблагоприятных факторов окружающей среды для здоровья населения России / Г.Г.Онищенко, Ю.А.Рахманин, В.А.Тутельян // Вопросы питания. – 2003. – Т. 72, № 2. – С. 3-7.

83. Онищенко, Г.Г. Актуальные вопросы санитарно-эпидемиологической безопасности питания населения / Г.Г.Онищенко // *Здравоохранение Российской Федерации.* – 2005. – № 1. – С. 3-10.

84. Онищенко, Г.Г. Санитарно-эпидемиологическое благополучие детей и подростков: состояние и пути решения / Г.Г.Онищенко // *Гигиена и санитария.* – 2007. – №4. – С. 53-59.

85. Онищенко, Г.Г. Задачи и стратегия школьного питания в современных условиях / Г.Г.Онищенко // *Вопросы питания.* – 2009. – Т. 78, №1. – С. 16-21.

86. Онищенко, Г.Г. Оценка результатов мониторинга безопасности пищевых продуктов в Российской Федерации. Микотоксины / Г.Г.Онищенко, О.С.Литвинова, В.А.Тутельян // *Вопросы питания.* – 2010. – Т.79, № 5. – С. 24-28.

87. Пилипенко, В.Г. О результатах мониторинга содержания химических контаминантов в продуктах питания и продовольственном сырье / В.Г.Пилипенко, Г.Н.Белоглазова // *Матер. XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей.* – М., 2012. – Т. III. – С. 162-165.

88. Питание и здоровье в Европе: новая основа действий / Под ред. A.Robertson et al. // *Региональные публикации ВОЗ, Европейская серия.* – ВОЗ, 2005. – №96. – 525с.

89. Покровский, В.И. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни / В.И.Покровский, Г.А.Романенко, В.А.Княжев и др. – Новосибирск: Сиб. университет. изд-во. – 2002. – 344с.

90. Поляков, В.К. Состояние здоровья школьников: соматометрические показатели, особенности питания и коррекция нарушений нутритивного статуса / В.К.Поляков: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Саратов, 2010. – 43с.

91. Пузанова, Л.А. Гигиеническое обоснование системы мероприятий по профилактике алиментарно-зависимых заболеваний населения Белгородской

области / Л.А.Пузанова: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2004. – 24с.

92. Раенгулов, Б.М. Научное обоснование приоритетных направлений питания и здоровья населения северной территории (на примере Ямало-Ненецкого Автономного округа) / Б.М.Раенгулов: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2003. – 48с.

93. Ракитский, В.Н. Мутагенная и канцерогенная активность химических соединений / В.Н.Ракитский, В.С.Турусов // Вестник Российской Академии медицинских наук. – 2005. – №3. – С. 7-9.

94. Рамазанова, П.С. Гигиеническая оптимизация и обеспечение безопасности питания населения Республики Дагестан / П.С.Рамазанова: Автореф. дис.... канд. мед. наук. – М., 2003. – 24с.

95. Ревич, Б.А. Биомониторинг металлов в организме человека / Б.А.Ревич // Микроэлементы в медицине. – 2005. – Т. 6, Вып. 4. – С. 11-15.

96. Ревич, Б.А. Здоровье населения и загрязнение окружающей среды стойкими органическими загрязнителями / Б.А.Ревич, А.А.Шелепчиков // Гигиена и санитария. – 2008. – №4. – С. 26-32.

97. Робертсон, Э. Пищевые продукты, питание и здоровье в Российской Федерации: Доклад по материалам междунаро. конф. «Политика здорового питания в России» / Э. Робертсон // Вопросы питания. – 2000. – №3. – С. 38-42.

98. Рожавский, Л.А. Питание и болезни пищеварения у детей / Л.А.Рожавский, А.Ю.Окунев, В.И.Пуринь // Вопросы детской диетологии. – 2009. – Т. 7, №1. – С. 64-67.

99. Русаков, Н.В. Гигиеническая оценка воздействия нефтяных углеводородов на сельскохозяйственные культуры / Н.В.Русаков, Г.Е.Мерзлая, Р.А.Афанасьев // Гигиена и санитария. – 2007. – №6. – С. 60-62.

100. Савельев, С.И. Совершенствование организации школьного питания – одно из основных направлений в системе охраны здоровья детского

населения / С.И.Савельев, И.В.Семушина // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – №8 (209) – С.36-38.

101. Саухат, В.Р. О гигиенической безопасности пищевых продуктов, завозимых в Магаданскую область / В.Р.Саухат, С.Н.Григорьев, П.Н.Чеботарев и др. // Матер. X Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2007. – Кн. I. – С. 989-992.

102. Свечников, В.С. Лабораторный контроль химических показателей качества и безопасности пищевых продуктов в Ростовской области / В.С.Свечников, С.П.Алексеенко // Матер. XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Т. III. – С. 192-194.

103. Сергеев, О.В. Содержание полихлорированных бифенилов и хлорорганических пестицидов в куриных яйцах, полученных в различных регионах России / О.В.Сергеев, Е.С.Бродский, Б.А.Ревич и др. // Вопросы питания. – 2007. – №4. – С. 58-64.

104. Сергеева, С.В. Питание и здоровье населения Саратовской области / С.В.Сергеева, Е.И.Никонова // Актуальные проблемы гигиенической оценки и управления рисками здоровью сельского населения и работников сельского хозяйства: Матер. межрегион. науч.-практ. конф. – Саратов, 2011. – С. 192-197.

105. Сетко, А.Г. Особенности контаминации продуктов питания, потребляемых детским населением промышленного города / А.Г.Сетко, Е.И.Кузнецова, Т.А.Фатеева, И.М.Сетко // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – №9 (222). – С. 21-25.

106. Сетко, Н.П. Гигиеническая характеристика питания учащихся общеобразовательных учреждений города и села / Н.П.Сетко, Е.С.Бородина, А.Я.Валова // Гигиена и санитария. – 2012. – №3. – С. 46-48.

107. Симонова, Г.И. Питание и атеросклероз / Г.И.Симонова, В.А.Тутельян, А.В.Погожева // Бюллетень Сибирского отделения Российской

Академии медицинских наук. – 2006. – №2. – С. 80-85.

108. Сеницкая, Т.А. Гигиеническая безопасность населения в условиях комбинированного воздействия пестицидов и тяжелых металлов / Т.А.Сеницкая: Автореф. дис.... докт. мед. наук. – М., 2005. –40с.

109. Скальная, М.Г. Гигиеническая оценка влияния минеральных компонентов рационального питания и среды обитания на здоровье населения мегаполиса / М.Г.Скальная: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2005. – 42с.

110. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник / И.М.Скурихин, В.А.Тутельян. – М.: «ДеЛи принт», 2007. – 276 с.

111. Соловьев, М.Ю. Гигиеническая оценка химической и биологической безопасности пищевых продуктов области / М.Ю.Соловьев, М.М.Родионова, В.М.Пахомова // Матер. XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Т. III. – С. 213-215.

112. Социальные детерминанты здоровья и благополучия подростков. Исследование «Поведение детей школьного возраста в отношении здоровья»: Международный отчет по результатам обследования 2009-2010 гг. / Под ред. С.Currie и др. – Копенгаген, ВОЗ, 2012 г. (Серия «Политика охраны здоровья детей и подростков», выпуск №6). – 252с.

113. Строев, Е.А. Биологическая химия / Е.А.Строев. – М.: «Высшая школа», 1986. – 479с.

114. Строев, Ю.И. Ожирение у подростков / Ю.И.Строев, Л.П.Чурилов, Л.А. Чернова, А.Ю. Бельгов. – СПб.: «ЭЛБИ-СПб», 2003. – 216с.

115. Суханов, Б.П. Санитарно-эпидемиологическая экспертиза пищевых продуктов / Б.П.Суханов, М.Г.Керимова, Е.В.Елизарова // Вопросы питания. – 2011. – №1. – С. 29-34.

116. Тармаева, И.Ю. Научное обоснование совершенствования питания

детей этнической группы в организованных коллективах Байкальского региона / И.Ю.Тармаева: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Иркутск, 2009. – 42с.

117. Теплая, Г.А. Гигиеническая оценка продовольственного сырья Астраханского региона / Г.А.Теплая, В.С.Рыбкин, Г.Л.Шендо и др. // Окружающая среда и здоровье: Матер. XXIII Всерос. науч.-практ. конф. – Казань, 2012. – С. 109-111.

118. Тимофеева, Л.П. О значении первичной профилактики алиментарно-зависимых заболеваний / Л.П.Тимофеева, Е.А.Хохлова, Н.А.Иванова, В.Г. Квашенникова // О развитии и совершенствовании госсанэпидслужбы Чувашской Республики за период с 1990 по 2005 годы: Матер. науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2005. – С. 45-47.

119. Ткаченко, Е.И. Питание, микробиоценоз и интеллект человека / Е.И.Ткаченко, Ю.П.Успенский. – СПб, «СпецЛит», 2006. – 590с.

120. Турусов, В.С. Дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) и его метаболиты: гормономиметические и канцерогенные свойства / В.С.Турусов, В.Н.Ракитский, Л.Томатис // Вопросы онкологии. – 2003. – Т. 49, № 3. – С. 257-260.

121. Турчанинов, Д.В. Распространенность нарушений минерального обмена среди населения региона Западной Сибири / Д.В.Турчанинов, Е.А.Вильмс // Матер. междунаrod. науч. конф. «Человек, питание, здоровье». – Тверь, 2006. – С. 298-299.

122. Турчанинов, Д.В. Микроэлементозы среди различных групп населения Омской области / Д.В.Турчанинов // Матер. X Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2007. – Т.1. – С. 1047-1050.

123. Турчанинова, М.С. Риск для здоровья сельского населения Западной Сибири, связанный с химическим загрязнением продуктов питания / М.С.Турчанинова, Д.В.Турчанинов // Вестник Российской Военно-

медицинской академии. – 2008. – №3 (23). – Т. 2. – С. 50-51.

124. Тутельян, В.А. Пища и биобезопасность / В.А.Тутельян // Вестник Российской Академии медицинских наук. – 2002. – №10. – С. 14-19.

125. Тутельян, В.А. Мониторинг оборота пищевых продуктов из генетически модифицированных источников в Москве / В.А.Тутельян, Н.Н.Филатов, Е.Ю.Сорокина и др. // Вопросы питания. – 2003. – Т. 72, №3. – С. 20-23.

126. Тутельян, В.А. Основы рационального питания / В.А.Тутельян, Б.П.Суханов // Медицинская помощь. – 2005. – №3. – С. 38-43.

127. Тутельян, В.А. Предпосылки и факторы формирования региональной политики в области здорового питания в России / В.А.Тутельян, Б.П.Суханов, М.Г.Керимова // Вопросы питания. – 2007. – Т. 76, №6. – С. 39-43.

128. Тутельян, В.А. Гигиена питания: современные проблемы / В.А.Тутельян // Здравоохранение Российской Федерации. – 2008. – №1. – С. 8-9.

129. Улумбекова, Г.Э. Здоровье населения в РФ: факторы риска и роль здорового питания / Г.Э.Улумбекова // Вопросы питания. – 2010. – Т. 79, №2. – С. 33-38.

130. Уокер, Р. Порог токсической значимости / Р.Уокер, Р.Кросс // Вопросы питания. – 2002. – №1. – С. 42-44.

131. Уразбахтин, И.Р. Гигиенические и медико-социальные аспекты организации питания школьников в современных условиях (по материалам республики Башкортостан) / И.Р.Уразбахтин: Дис. ... канд. мед. наук. – Казань, 2004. – 206с.

132. Фролова, О.А. Гигиеническая оценка риска здоровью населения, формирующегося под воздействием контаминантов, загрязняющих пищевые продукты (на примере республики Татарстан) / О.А. Фролова, М.В.Карпова,

З.Ф. Сафиуллина, Д.Н.Фролов // Профилактическая медицина. – 2012. – №3. – С. 34-36.

133. Хайбуллина, Н.Г. Гигиеническая оценка состояния фактического питания населения промышленно-развитого города Южного Урала / Н.Г.Хайбуллина: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Уфа, 2002. – 22с.

134. Хата, З.И. Здоровье человека в современной экологической обстановке / З.И.Хата. – М.: «Файр-Пресс», 2001. – 208с.

135. Химический состав российских пищевых продуктов / Под ред. И.М.Скурихина, В.А.Тутельяна – М., 2002. – 236с.

136. Хотимченко, С.А. Токсико-гигиеническая характеристика некоторых приоритетных загрязнений пищевых продуктов и разработка подходов к оценке их риска для здоровья населения / С.А. Хотимченко: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2001. – 48с.

137. Хотимченко, С.А. Использование концепции анализа риска в системе мониторинга за безопасностью пищевых продуктов / С.А.Хотимченко // Матер. X Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2007. – Кн. I. – С. 1054-1055.

138. Хохлова, Е.А. Особенности питания населения и витаминной обеспеченности детского населения в Чувашской Республике / Е.А.Хохлова: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Казань, 2004. – 20с.

139. Хохлова, Е.А. Оптимизация питания детского населения как основа управления здоровьем в эндемичных по содержанию йода районах (на примере Чувашской Республики) / Е.А.Хохлова: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Казань, 2009. – 40с.

140. Худолей, В.В. Экологически опасные факторы / В.В.Худолей, И.В.Мизгирев. – СПб.: ПФ, 1996. – 196с.

141. Чхвирия, Е.Г. Гигиеническое обоснование системы обеспечения безопасности пищевых продуктов при использовании пестицидов /

Е.Г.Чхвирия: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2003. – 45с.

142. Шарафетдинов, Х.Х. Современные подходы к оценке пищевого статуса у детей и взрослых / Х.Х.Шарафетдинов, В.В.Зыкина, О.А.Плотникова и др. // Вопросы детской диетологии. – 2007. – Т. 5, №3. – С. 26-31.

143. Шевелева, С.А. Анализ рисков загрязнения микроорганизмами пищевых продуктов / С.А.Шевелева // Вопросы питания. – 2006. – Т. 75, №5. – С. 56-65.

144. Элленхорн, М.Дж. Медицинская токсикология: Диагностика и лечение отравлений у человека / М.Дж.Элленхорн. – В. 2 т.: Т.1. – М.: «Медицина», 2003. – 1052с.

145. Aeberli, I. Zimmermann MB. Dietary intake and physical activity of normal weight and overweight 6- to 14-year-old Swiss children / I.Aeberli, M.Kaspar // Swiss Med WKLY. – 2007. – V. 137. – P. 424-430.

146. Alpes, D.H. Manual of nutritional therapeutics. 4thedn. / D.H.Alpes, W.F.Stenson, D.M. Bier. – Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2001. – 644p.

147. Ambrosio, G.B. Diabetes and coronary risk factors, relative risk for single factors and aggregation of more factors in a general population sample from Northern Hali / G.B.Ambrosio, M.Vanin, S.Zamboni et al. // Acta diabetol. lat. – 1990. – V.27. – №1. – P. 31-39.

148. Anke, M.K. Transfer of macro, trace and ultratrace elements in the food chain / M.K.Anke // Elements and their compounds in the environment. Occurrence, analysis and biological relevance. VCH Verlag GmbH, 2004. – P. 101-126.

149. Baird, S.J.S. Noncancer risk assessment: A probabilistic alternative to current practice / S.J.S.Baird, T.Cohen, J.D. Graham et al. // Human Ecol. Risk Assessment. – 1996. – V.2. – P.79-102.

150. Beryllium, Cadmium, Mercury and Exposures in the Glass Manufacturing Industry // IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. – 1993. – V.58. – P. 119.

151. Biesalski, H.K. The Role of Antioxidative Vitamins in Primary and Secondary Prevention of Coronary Heart Disease / H.K.Biesalski // Intern. J. Vit. Nutr. Res. – 1999. – V.69. – №3. – P. 179-186.

152. Braetter, P. Mineralstoffe und Sruhelemente / P.Braetter, W.Forth, W.Fresenius et al. – Guetersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung. – 2003. – 185p.

153. Burgerstein, L. Handbuch Naehrstoffe Vorbeugen und heilen durch ausgewogen Ernaehrung: Alles ueber Spurenelemente, Vitamine und Mineralstoffe / L.Burgerstein. – Stuttgart: Karl F Hang Verlag, 2002. – 512p.

154. Butte, N.F. Evaluation of the feasibility of the international growth standards for school-aged children and adolescents / N.F.Butte, C.Garza, M. de Onis // J. Nutrition. – 2007. – V.137. – 153-157.

155. Caldas, E.D. Cadmium, mercury and lead in medicinal herbs in Brazil / E.D.Caldas, L.L.Machado // Food and Chemical Toxicology. – 2004. – V.42, №4. – P.599-603.

156. Carrington, C.D. Methods for projecting long-term dietary exposure from short-term survey data for environmental contaminants / C.D.Carrington, P.M.Bolger // Toxicology and Industrial Health. – 2001. – V.17, №5-10. – P. 176-179.

157. De Onis, M. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents / M. De Onis, A.W.Onyango, E.Borghini et al. // Bulletin of the World Health Organization. – 2007. – V.85. – №9. – 660-667.

158. Dich, J. Dietary intakes of nitrate, nitrite and NOMA in the Finnish mobile clinic health examination survey / J.Dich, R.Jarvinen, P.Knekt, P.L.Pentilla // Food Addit. Contam. – 1996. – V.13. – №5 – P. 541-552.

159. D'Mello, J.P.F. Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity / J.P.F.D'Mello, C.M.Placinta, A.M.C.Macdonald // *Animal Feed Science and Technology*. – 1999. – V.80, № 3-4. – P. 183-205.
160. Dolan, S.P. Analysis of dietary supplements for arsenic, cadmium, mercury and lead using inductively coupled plasma mass spectrometry / S.P.Dolan, D.A.Nortrup, P.M.Bolger, S.G.Capar // *J. Agric. Food Chem.* 2003. – V. 51, №5. – P. 1307-1312.
161. Dourson, M. Differential sensitivity of children and adults to chemical toxicity. II. Risk and regulation / M.Dourson, G.Charnley, R.Scheuplein // *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. – 2002. – V 35, №3. – P. 448-467.
162. Fisher, J.O. Effects of portion size and energy density on young children's intake at a meal / J.O. Fisher, Liu, L.L.Birch et al. // *American Journal of Clinical Nutrition*. 2007. – V.86. – P. 174-179.
163. Food and Agriculture Organization of the United Nations; WHO. Evaluation of certain food additives // *World Health Organization Technical Report Series*. – 2005. – V.928. – P. 1-156.
164. GEMS /Food Total Diet Studies. Report of the 2nd International Workshop on Total Diet Studies. Brisbane, Australia 4-15 February. – WHO. – 2002. – 61p.
165. Griffin, J.L. The initial pathogenesis of cadmium induced renal toxicity / J.L. Griffin, L.A.Walker, J.Troke et al. // *FEBS Lett.* – 2000. – V.28, № 478(1-2). – P. 147-150.
166. Habib, S.L. Modification in the carcinogenmetabolixing capacity of mouse liver treated with N-nitroso compounds / S.L. Habib, A.F.Badawi, H.A.Aweny et al. // *Oncol. Rep.* – 1998. – V.5. – P. 965-969.
167. Hirschler, V. Overweight and lifestyle behaviors of low socioeconomic elementary school children in Buenos Aires / V. Hirschler, K.Buzzano, A.Erviti et al. // *BMC Pediatrics*. – 2009. – V.9. – P. 17.

168. Hong, F. Renal dysfunction in workers exposed to arsenic and cadmium / F.Hong, T.Y.Jin, G.D.Lu, Z.Y.Yin // *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. – 2003. – V.21, №6. – P. 432-436.

169. Hussein, S.H. Toxicity, metabolism and impact of mycotoxins on humans and animals / S.H.Hussein, M.B.Jeffrey // *Toxicology*. – 2001. – V.167, №2. – P.101-134.

170. James, W.P.T. Public Health and Nutrition / W.P.T. James // *Abstract book*. – 1999. – P. 32.

171. Katsnelson, B.A. Assessment of Exposure to Toxic Metals through Food with Reference to Some Towns in Russia / B.A.Katsnelson, S.V.Kuzmin, T.V.Mazhayeva et al. // *Journal of Environmental Science and Engineering*. – 2010. – V.4, № 4. – P. 53-61.

172. Larsen, E.H. Monitoring the content and intake of trace elements from food in Denmark / E.H. Larsen, N.L.Andersen, A.Moller et al. // *Food Additives and Contaminants*. – 2002. – V.19, №1. – P. 33-46.

173. Lutzen, A. Cadmium inhibits human DNA mismatch repair in vivo / A.Lutzen, S.E.Liberti, L.J.Rasmussen // *Biochem. Biophys. Res. Commun*. – 2004. – V.321, №1. – P. 21-25.

174. Merian, E. Essential and toxic effects of macro, trace and ultratrace elements in the nutrition of man / E.Merian, M.K.Anke, M.Ihnat // *Elements and their compounds in the environment. Occurrence, analysis and biological relevance*. VCH Verlag GmbH, 2004. – P. 343-367.

175. Miller, B.J. Formation of N-nitrosamines in microwaved versus skillet-fried bacon containing nitrite / B.J.Miller, S.M.Billedeau, D.W.Miller // *Food Chem. Toxicol*. – 1989. – V.27, №5. – P. 295-299.

176. Mouron, S.A. A comparative investigation of DNA strand breaks, sister chromatid exchanges and K-ras gene mutations induced by cadmium salts in cultured human cells / S.A.Mouron, C.A.Grillo, F.N.Dulout, C.D.Golijow // *Mutat.*

Res. – 2004. – V.568, №2. – P. 221-231.

177. Noel, L. Subchronic dietary exposure of rats to cadmium alters the metabolism of metals essential to bone health / L.Noel , T.Guerin, M.Kolf-Clauw // Food. Chem. Toxicol. – 2004. – V.42, №8. – P. 1203-1210.

178. Paineau, D.L. Family dietary coaching to improve nutritional intakes and body weight control / D.L. Paineau, F.Beaufils, A.Boulier et al. // Arch. Pediatr. Adolesc. Med. – 2008. – V.162, №1. – P. 34-43.

179. Peraza, M.A. Effects of micronutrients on metal toxicity / M.A.Peraza, F.Ayala-Fierro, D.S.Barber // Environmental Health Perspectives. – 1998. – V.106, Suppl. 1. – P. 203-216.

180. Pliner, P. Cognitive schemas: how can we use them to improve children's acceptance of diverse and unfamiliar foods? / P. Pliner // J. Nutrition. – 2008. – V. 99. – Suppl. 1. – S2-S6.

181. Rafai, P. Effect of dietary T-2 fusariotoxin concentrations on the health and production of white Pekin duck broilers / P.Rafai, H.Pettersson, A.Bata // Poult. Sci. – 2000. – V.79, №11. – P. 1548-1550.

182. Rees, G.F. Food and nutrient intakes of primary school children: a comparison of school meals and packed lunches / G.F.Rees, C.J.Richards, J.Gregory // J. of Human Nutrition and Dietetics. – 2008. – V.21. – P. 420-427.

183. Renwick, A.G. Risk characterisation of chemicals in food / A.G.Renwick // Toxicology Letters. – 2004. – V.149, №1-3. – P. 163-176.

184. Satoh, M. Perspectives on cadmium toxicity research / M.Satoh, H.Koyama, T.Kaji et al. // Tohoku Journal of Experimental Medicine. – 2002. – V.196, №1. – P. 23-32.

185. Smith, T.J. Effects of Food phytochemicals on xenobiotic metabolism and tumorigenesis / T.J.Smith, C.S.Yang // in: Food Phytochemicals for Cancer Prevention. American Chemical Society. Washington. DC. – 1994. – V.1. – P. 17-48.

186. Solomons, Noel, W. Trace element requirements in human: An update / W.Solomons Noel, M.Ruz // J. Trace Elem. Exp. Med. – 1998. – V.11, №2-3. – P. 177-195.
187. Van Vleet, T.R. Toxic nephropathy: environmental chemicals / T.R.Van Vleet, R.G.Schnellmann // Seminars in Nephrology. – 2003. – V.23, №5. – P. 500-508.
188. Wardle, J. Genetic and environmental determinants of children's food preferences / J.Wardle, L.L.Cooke // J. Nutrition. – 2008. – V. 99. – Suppl. 1. – P.15-21.
189. Weber, E. Overweight and obesity in children starting school in Augsburg / E.Weber , A.Hiebl, U.Storr // Dtsch. Arztebl. Int. – 2008. – V.105, № 51-52. – P. 883-889.
190. WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants the 53d report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 2000. – P. 27-29.