

Министерство здравоохранения Республики Беларусь
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ,
ЭПИДЕМИОЛОГИИ И ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ»
(РЦГЭиОЗ)
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГИГИЕНЫ, ТОКСИКОЛОГИИ,
ЭПИДЕМИОЛОГИИ, ВИРУСОЛОГИИ И МИКРОБИОЛОГИИ

УДК 613.2:[661.715.7+615.277.4]

УТВЕРЖДАЮ

Директор научно-
исследовательского института
гигиены, токсикологии,
эпидемиологии, вирусологии
и микробиологии РЦГЭиОЗ,
канд. мед. наук, доцент


С.И. Сычик
« 9 » декабря 2024 г.

О Т Ч Е Т
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛИЗАЦИИ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ УРОВНЕЙ
СОДЕРЖАНИЯ КАДМИЯ В ЯДРЕ ПОДСОЛНЕЧНИКА И ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ,
ИЗГОТАВЛИВАЕМОЙ НА ОСНОВЕ ЯДРА ПОДСОЛНЕЧНИКА (ХАЛВА, КОЗИНАКИ)

Договор с ЕЭК № Н-17/305
(промежуточный, этап 1)

Руководитель НИР,
заведующий отделом
международной деятельности,
канд. мед. наук., доцент

Заведующий отделением
координации и проектов
Евразийской экономической
комиссии


Е.В. Федоренко
« 9 » декабря 2024 г.


Е.В. Шагун
« 9 » декабря 2024 г.

Минск 2024

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР,
заведующий отделом
международной деятельности,
канд. мед. наук, доцент

 09.12.2024
подпись, дата

Е.В. Федоренко
(введение,
разделы 1–3, 5, приложения А,
Б, Г, заключение)

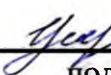
Ответственный исполнитель,
заведующий отделением
координации и проектов
Евразийской экономической
комиссии

 09.12.2024
подпись, дата

Е.В. Шагун
(разделы 1–4, приложения А–Г,
заключение)

Исполнители:

Заведующий лабораторией
изучения статуса питания
населения, канд. мед. наук

 09.12.2024
подпись, дата

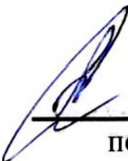
Н.В. Цемборович
(разделы 1, 2, приложение А)

Заведующий лабораторией
комплексных проблем гигиены
пищевых продуктов,
канд. мед. наук

 09.12.2024
подпись, дата

А.М. Бондарук
(раздел 1)

Заведующий лабораторией
спектрометрических
исследований,
канд. биол. наук

 09.12.2024
подпись, дата

А.А. Кузовкова
(разделы 3, 4, приложение В)

Ведущий научный сотрудник
лаборатории комплексных
проблем гигиены пищевых
продуктов,
канд. мед. наук, доцент

 09.12.2024
подпись, дата

В.Г. Цыганков
(раздел 1)

Ведущий научный сотрудник
лаборатории комплексных
проблем гигиены пищевых
продуктов,
канд. мед. наук

 09.12.2024
подпись, дата

Л.Н. Журихина
(раздел 1)

Ведущий научный сотрудник
лаборатории
спектрометрических
исследований,
канд. техн. наук

 09.12.2024
подпись, дата

И.В. Дребенкова
(раздел 4, приложение В)

Заведующий отделом системного
менеджмента, стандартизации
и метрологии

 09.12.2024
подпись, дата

В.А. Столяренко
(раздел 4)

Заведующий отделением
обеспечения достоверности
результатов испытаний,
канд. биол. наук

 09.12.2024 И.С. Позняк
подпись, дата (раздел 4)

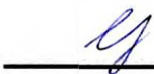
Старший научный сотрудник
лаборатории комплексных
проблем гигиены пищевых
продуктов

 09.12.2024 Т.С. Осипова
подпись, дата (раздел 1)

Научный сотрудник отделения
координации и проектов
Евразийской экономической
комиссии

 09.12.2024 Т.А. Гуринович
подпись, дата (разделы 1–4, приложения А–Г)

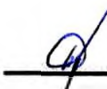
Научный сотрудник
лаборатории изучения статуса
питания населения

 09.12.2024 С.А. Дурманова
подпись, дата (разделы 1, 2, приложение А)

Научный сотрудник
лаборатории изучения статуса
питания населения

 09.12.2024 О.О. Величко
подпись, дата (разделы 1, 2, приложение А)

Младший научный сотрудник
лаборатории изучения статуса
питания населения

 09.12.2024 Д.А. Кулагина
подпись, дата (разделы 1, 2, приложение А)

Ведущий специалист
лаборатории изучения статуса
питания населения

 09.12.2024 Ж.А. Филипповская
подпись, дата (разделы 1, 2, приложение А)

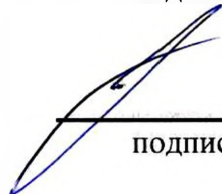
Ведущий специалист отделения
координации и проектов
Евразийской экономической
комиссии

 09.12.2024 Л.И. Карпук
подпись, дата (раздел 1)

Специалист отделения
координации и проектов
Евразийской экономической
комиссии

 09.12.2024 С.В. Касюль
подпись, дата (приложение В)

Нормоконтроль

 09.12.2024 Н.С. Иванова
подпись, дата

РЕФЕРАТ

Отчет 101 с., 1 кн., 1 рис., 6 табл., 62 источн., 4 прил.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, КАДМИЙ, УСЛОВИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ, ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ, МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Объектами исследований являлись: публикации и акты законодательства, регулирующие требования безопасности пищевой продукции, данные лабораторного мониторинга, методы определения кадмия.

Предмет исследований – данные о влиянии внешних факторов на содержание кадмия в пищевой продукции, допустимые уровни, методы определения, качественные и количественные характеристики содержания кадмия в пищевой продукции.

Цель работы – обзор доступных научных о влиянии внешних факторов на уровень кадмия в пищевой продукции, анализ нормирования (в том числе на международном уровне) и используемых отдельными лабораториями методов определения кадмия в пищевой продукции, обоснование структуры и состава базы данных, а также анализ уровней контаминации кадмием пищевой продукции.

Полученные результаты и их новизна: проведен обзор публикаций о влиянии внешних факторов (пути загрязнения почвы, использование удобрений, качество кормов, генетические особенности растений) на уровень кадмия в почвах и выращиваемых на них растениях, используемых методах управления. Проведен анализ нормирования кадмия в пищевой продукции в актах законодательства Евразийского экономического союза, в Европейском союзе и на международном уровне, выявлены различия в используемых подходах, качественных и количественных характеристиках нормативов. Охарактеризованы 25 методических документов по определению кадмия в пищевой продукции, включенные в перечни взаимосвязанных стандартов к техрегламентам. Проведен анализ национального лабораторного потенциала испытательных лабораторий в области контроля уровня обсуждаемого контаминанта в пищевой продукции.

Сформированы состав и содержание базы данных для сбора информации об уровне кадмия в пищевой продукции. Проанализированы результаты мониторинга за содержанием кадмия согласно данным органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор. Дана характеристика загрязнения кадмием ядра подсолнечника и продукции, изготовленной на его основе, полученных в рамках производственного контроля, согласно которому доля проб с превышением ДУ, установленного для семян подсолнечника, достигала 64,9 %.

Подготовлен промежуточный отчет о НИР. Запланированные исследования выполнены в полном объеме согласно календарному плану.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	7
ВВЕДЕНИЕ	8
1 Влияние почвенно-климатических, агротехнических и агрохимических приемов, условий кормления продуктивных животных на содержание кадмия в отдельных видах пищевой продукции и сырье для ее производства	11
1.1 Содержание кадмия в почвах, влияние почвенно-климатических, агротехнических и агрохимических приемов на его уровень	11
2 Анализ нормирования кадмия в пищевой продукции и сырье для ее производства в Европейском союзе и согласно стандартам Кодекс Алиментариус	23
3 Структура и состав базы данных об уровнях контаминации кадмием отдельных видов пищевой продукции	29
4 Методы определения кадмия испытательными лабораториями уполномоченных органов в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения	31
4.1 Общая характеристика лабораторного потенциала по определению кадмия в пищевой продукции	31
4.2 Характеристика методов, включенных в перечни взаимосвязанных стандартов к техническим регламентам Таможенного Союза/Евразийского экономического союза ...	32
4.3 Характеристика методов, используемых лабораториями уполномоченных органов в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения для определения кадмия в семенах и ядре подсолнечника и продукции, изготовленных с их использованием	39
5 Качественная и количественная характеристика уровней контаминации пищевой продукции на основе ретроспективных данных	40
5.1 Качественная и количественная характеристика уровней контаминации пищевой продукции на основе ретроспективных данных организаций, осуществляющих государственный санитарный надзор в Республике Беларусь	40
5.2 Качественная и количественная характеристика уровней контаминации ядра подсолнечника и продукции, изготовленной с его использованием пищевой продукции на основе данных производственного контроля	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	47
ПРИЛОЖЕНИЕ А Сравнительный анализ нормирования кадмия в пищевой продукции и сырье для ее производства в ЕАЭС, ЕС и международном уровне	53
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Структура и состав базы данных об уровнях контаминации	

кадмием отдельных видов пищевой продукции.....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ В Общая характеристика лабораторного потенциала по определению кадмия в пищевой продукции в Республике Беларусь.....	77
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Результаты исследований ядра подсолнечника в рамках производственного контроля на предприятиях концерна «Белгоспищепром» в 2021–2024 гг.	94

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие сокращения и обозначения.

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ГН 37 – постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37
«Об утверждении гигиенических нормативов»

ДУ – допустимый уровень

ЕАЭС – Евразийский экономический союз

ЕС – Европейский союз

ЕСТ – Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утвержденные решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299

МДУ – максимально допустимый уровень

ОБУВ – ориентировочно безопасный уровень воздействия

ОДК – ориентировочно допустимая концентрация

ПДК – предельно допустимая концентрация

ПО – предел обнаружения

ПКО – предел количественного определения

СОП – стандартная операционная процедура

ТНПА – технические нормативные правовые акты

Cd – кадмий

ВВЕДЕНИЕ

Безопасность пищевой продукции является одним из приоритетов деятельности государственных органов в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и наднациональных образований. Среди кондоминатов химической природы следует выделить токсичные элементы в связи с их широким распространением в среде обитания, значительным спектром негативных эффектов для здоровья и способностью к кумуляции в организме.

Кадмий относится к приоритетным контаминантам пищевой продукции согласно данным международных и региональных организаций [1, 2], результатам государственного санитарного надзора в государствах-членах Евразийского экономического союза (ЕАЭС) [3] и научных исследований [4, 5, 6, 7].

Кадмий является широко распространенным химическим элементом, может попадать в окружающую среду различными путями, его основные естественные источники – вулканическая активность, выветривание и эрозия почв, антропогенные – добыча, выплавка и рафинирование цветных металлов, сжигание ископаемого топлива и бытовых отходов (особенно кадмийсодержащих батарей и пластмасс), производство фосфорных удобрений, а также переработка стального лома с кадмиевым покрытием, отходов производства электроприборов, курение табака. Для кадмия характерен трансграничный перенос и загрязнение территорий, удаленных от источников выбросов. Кадмий способен к биоаккумуляции, накапливается в растениях и организме животных и человека с длительным периодом полувыведения, составляющим до 30 лет [1, 2].

Токсическое действие кадмия весьма разнообразно. Эпидемиологические исследования показывают, что хронические заболевания легких (эмфизема, астма и бронхит), артериальная гипертензия, ряд заболеваний нервной системы, в том числе нейродегенеративные (болезнь Альцгеймера, паркинсонизм, боковой амиотрофический склероз, рассеянный склероз и др.), остеопороз и остеомалация связаны с длительным воздействием малых доз указанного токсичного элемента. Согласно классификации Международного агентства изучения рака, кадмий относится к 1 группе факторов канцерогенной активности по отношению к человеку (канцерогенен для человека), ассоциирован с онкологическими заболеваниями мочеполовой системы, поджелудочной и молочной желез, относится к генотоксичным и тератогенным соединениям. Почки – основной орган-мишень, наиболее чувствительный к воздействию кадмия [8].

Основные пути поступления кадмия в организм человека – употребление загрязненной пищи, а также табачный дым. Пищевые продукты являются основным источником обсуждаемого контаминанта для некурящих. Воздействие кадмия из питьевой

воды относительно несущественно по сравнению с воздействием, связанным с поступлением с пищей.

Уровни контаминации кадмием различных групп пищевой продукции зависят от условий получения соответствующего сырья, для растительных источников – в том числе от генетических особенностей видов и сортов растений.

Наибольшее количество кадмия содержится в почках и печени продуктивных животных, а также в морепродуктах, продуктах на основе какао, грибах, семенах масличных культур. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) (2011) и Европейского агентства по безопасности пищевой продукции (2014), несмотря на относительно низкие концентрации обсуждаемого контаминанта в молоке, овощах, крахмалистых корнеплодах и продуктах переработки зерновых, именно эти группы вносят основной вклад в алиментарное поступление кадмия вследствие высоких уровней потребления. При этом отмечается, что региональные различия в уровне потребления могут иметь существенное влияние на уровень кадмия в рационе, в том числе у чувствительных групп населения.

Целью настоящего этапа работы является аналитический обзор доступных научных о влиянии почвенно-климатических, агротехнических и агрохимических приемов, условий кормления продуктивных животных на содержание кадмия в отдельных видах пищевой продукции и сырье для ее производства, анализ нормирования кадмия в пищевой продукции и сырье для ее производства в Европейском союзе (ЕС) и согласно стандартам Кодекс Алиментариус, формирование структуры и состава базы данных об уровнях контаминации кадмием пищевой продукции, а также анализ использованных методов определения кадмия отдельными лабораториями уполномоченных органов в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Объектами исследований являлись: научные публикации, акты законодательства ЕАЭС, ЕС и Кодекс Алиментариус, данные лабораторного мониторинга показателей безопасности пищевой продукции, области аккредитации испытательных лабораторий, методы определения кадмия в пищевой продукции.

Предмет исследований – научные данные о влиянии почвенно-климатических, агротехнических и агрохимических приемов, условий кормления продуктивных животных на содержание кадмия в отдельных видах пищевой продукции и сырье для ее производства, нормируемые значения содержания кадмия в отдельных видах пищевой продукции в наднациональном, европейском и международном законодательстве, метрологические характеристики методов определения кадмия в пищевой продукции, качественные и

количественные характеристики содержания кадмия в пищевой продукции, в том числе – ядре подсолнечника и продукции, изготовленной на его основе.

1 Влияние почвенно-климатических, агротехнических и агрохимических приемов, условий кормления продуктивных животных на содержание кадмия в отдельных видах пищевой продукции и сырье для ее производства

1.1 Содержание кадмия в почвах, влияние почвенно-климатических, агротехнических и агрохимических приемов на его уровень

Почва является первичным звеном в биогеохимической цепи, где накапливаются различные загрязнители и служит основным источником химических веществ, поступающих через растения в организм животных и человека. В этой связи анализ информации о содержании и формах соединений химических элементов в конкретных почвенно-климатических условиях, изучение путей их миграции в ландшафтах, круговорота в системе почва-растение составляет важную задачу в области обеспечения безопасности пищевой продукции [9].

Одним из распространенных видов антропогенного загрязнения является поступление в почву тяжелых металлов, среди тяжелых металлов одним из наиболее токсичных для живых организмов и наиболее подвижным в системе почва – растение является кадмий. Этот элемент относится к классу высокоопасных веществ, все его соединения токсичны [8]. Кадмий относится к редким элементам, его содержание в земной коре составляет менее 0,00001% (0,1 мг/кг). Химически кадмий близок к цинку, поэтому обычно присутствует в цинковых рудах.

Кадмий и его соединения находят применение в различных отраслях. В ядерной энергетике он используется для изготовления компонентов, в составе сплавов служит для производства припоев, антикоррозионных покрытий и сварочных электродов. Кроме того, кадмий применяется при создании полупроводников, химических источников тока, а также входит в состав люминофоров, пиротехнических смесей и материалов для лазеров [9, 10].

Основными источниками загрязнения биосферы кадмием являются предприятия цветной металлургии, производства и утилизации никель-кадмиевых аккумуляторов, а также тепловые электростанции, работающие на угле и мазуте. Значительное количество кадмия попадает в атмосферу при сжигании резины и пластмасс.

Вклад отдельных видов антропогенной деятельности в поступлении кадмия в среду обитания различен. Основным источником атмосферного загрязнения, связанного с деятельностью человека, являются тепловые и иные электростанции (27 %) предприятия черной металлургии (24,3 %), предприятия по добыче нефти (15,5 %), транспорт (13,1 %), предприятия цветной металлургии (10,5 %), а также предприятия по добыче и изготовлению строительных материалов (8,1 %).

Очистка сточных вод в городах с развитой промышленностью сопровождается образованием значительных объемов осадков, состоящих из органического вещества с минеральными компонентами. Органические компоненты этих осадков обладают высокой способностью адсорбировать катионы тяжелых металлов, включая кадмий [11, 12].

Тяжелые металлы в минеральных удобрениях являются естественными примесями, содержащимися в горнорудах. Наиболее существенными как по набору, так и по концентрациям примесей тяжелых металлов, в том числе кадмием являются фосфорные удобрения [13].

Распределение токсичных элементов в почве определяется многими факторами и зависит от особенностей источников загрязнения, метеорологических характеристик региона, геохимических факторов ландшафтной обстановки в целом. Элементы-токсиканты, загрязняющие почву, концентрируются в верхнем (0-10 см) слое [11].

В среднем осадочные породы содержат более высокие концентрации кадмия, чем магматические или метаморфические породы, и поэтому молодые почвы, образовавшиеся из осадочных пород, будут содержать более высокие концентрации кадмия. В магматических и осадочных породах концентрация кадмия не превышает 0,3 мг/кг, тогда как в глинистых осадках и сланцах она заметно выше, что связано с процессами его накопления в этих средах. Содержание кадмия в почвах в значительной степени определяется химическим составом материнских пород. В среднем уровень этого элемента в почвах варьирует от 0,07 до 1,1 мг/кг, при этом фоновые значения, как правило, не превышают 0,5 мг/кг [9, 14, 15].

Концентрация кадмия в почвах сельскохозяйственного назначения зависит от его содержания, присутствующего в материнских породах, из которых формируются почвы, количества, добавленного в виде удобрений и иных добавок, количества, попавшего в почву из атмосферы, и уровня, удаленного собранным урожаем и выщелачиванием. Среди коммерческих удобрений фосфорные содержат несколько повышенные уровни кадмия. Результаты показывают, что их длительное использование приводит к незначительному увеличению концентрации кадмия в поверхностных почвах [15]. Исследования показывают значительную концентрацию кадмия в почвах, орошаемых сточными водами, даже несмотря на то, что эти уровни были ниже допустимых пределов в водной и почвенной матрицах [16].

В целом средняя концентрация кадмия в почвах находится в диапазоне 0,1–0,5 мг/кг. В сельскохозяйственных почвах кадмий может быть мобильным и доступным для поглощения сельскохозяйственными культурами, что в случае высоких концентраций кадмия становится проблемой с точки зрения загрязнения пищевых продуктов питания. На

основе исследования 21682 образцов почвы было оценено пространственное распределение концентрации кадмия в верхнем слое почвы ЕС и Великобритании. Из общего числа образцов 72,6 % имели значения менее 0,07 мг/кг, 21,6 % находились в диапазоне 0,07–1 мг/кг, а остальные 5,5% превышали 1 мг/кг, который обычно считается предельным для оценки риска.

Распределение кадмия в верхнем слое почвы ЕС зависит от нескольких факторов. Среди прочих, значительными источниками природного кадмия являются выветривание горных пород, вулканические выбросы и пепел лесных пожаров. Природные факторы связаны с фоновым уровнем, обусловленным минералогическим составом материнского материала почвы, накопленным количеством выщелачивания, которому подвергалась почва, и возможным обогащением из внешних природных источников (вулканическая пыль). Наиболее важными переменными, влияющими на распределение кадмия, являются климат, расстояние от шахт и металлургических заводов, расстояние от угольных электростанций, pH почвы и содержание глины, температура поверхности и растительность. Концентрация кадмия в почве отрицательно коррелирует с температурой. Скорость поступления кадмия в растения находится в отрицательной зависимости с концентрацией кальция в почвенных растворах. В интервале pH 4–7,5 сорбционная емкость почв возрастает в среднем в 3 раза при увеличении pH на единицу. Использование средств химизации сельского хозяйства, интенсивное использование минеральных, органических удобрений и мелиорантов (известки) изменяет свойства и подвижность элементов в почве, кислые минеральные удобрения повышают подвижность кадмия в почвах [14].

Исследования показали, что содержание кадмия в сельскохозяйственных почвах ЕС вызывает озабоченность, а воздействие на здоровье населения кадмиевых «горячих точек» требует ограничения. По сравнению с 1990-ми годами поступление кадмия в почвы снижается, поскольку уменьшается количество вносимых удобрений, а выбросы кадмия в атмосферу сократились на 60 %. Кроме того, степень загрязнения кадмием не одинакова в отдельных государствах-членах. Поэтому степень обеспокоенности в разных регионах различна, и дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на «горячих точках». Основным источником поступления кадмия в почву является внесение удобрений, а основным выходом – выщелачивание. Полученные данные оправдывают предложение Комиссии ЕС об установлении более низких пределов содержания кадмия в фосфорных удобрениях. Особое внимание следует уделить «горячим точкам» с содержанием кадмия более 1 мг/кг и сельскохозяйственным районам с интенсивным внесением удобрений [17].

Концентрация кадмия в незагрязненных сельскохозяйственных почвах в США колеблется от 0,1 до 1,0 мг/кг. За исключением ограниченного числа почв, полученных из

материнских материалов с необычно высоким содержанием кадмия, органические почвы обычно содержат самые высокие общие концентрации указанного элемента, а сильно выветренные почвы – самые низкие. Более высокие концентрации кадмия в поверхностных горизонтах, вероятно, обусловлены его круговоротом с меньшей глубины к поверхности и растениями. Многочисленные опубликованные данные показали, что химические свойства почвы, особенно ее pH, влияют на количество кадмия, поглощаемого культурами. В пересчете на сухой вес концентрация кадмия в культурах пищевой цепи, выращенных на незагрязненных почвах (за исключением почв с необычно высоким содержанием кадмия) колеблется от 0,01 до 1,0 мг/кг. Листовые овощи (салат-латук, шпинат) обычно характеризуются самыми высокими концентрациями кадмия, зерновые (пшеница, овес, ячмень) – самыми низкими, а корнеплоды (морковь, редис, лук, картофель) занимают промежуточное положение между двумя крайними значениями. Количество накопленного вещества зависит от уровня содержания кадмия в корнеобитаемом слое почвы, вида культуры и химических свойств почвы [18, 19, 20, 21].

В Новой Зеландии в большинстве регионов средние концентрации кадмия в почве были ниже 0,6 мг/кг, имеются территории с высокими средними значениями кадмия в почве сельскохозяйственных земель – до 0,90 мг/кг. По оценкам, в этих районах примерно в 1 % участков среднее содержание кадмия в почве превышает 1,8 мг/кг, обосновывается необходимость снижения уровня кадмия в удобрениях [22, 23, 24].

Средняя по стране концентрация кадмия в почве, измеренная в базе данных, составила 0,35 мкг/г. Землепользования, связанные с возделыванием сельскохозяйственных культур, пастбищ и садоводством, имели более высокие концентрации кадмия в почве, чем фоновые землепользования. Земли садоводства имели самую высокую среднюю концентрацию кадмия в почве (0,50 мкг/г). В возделываемых почвах содержание кадмия в основном ниже среднего по стране показателя в 0,35 мкг/г [25].

Многочисленные исследования были посвящены изучению влияния внесения фосфорных удобрений на уровень кадмия в почве, при этом были получены разнонаправленные результаты. Фосфоритные и апатитовые породы, используемые для производства фосфорных удобрений, содержат ряд минералов, в том числе кадмий, количество которого зависит от типа фосфоритов и апатитов (с низким или высоким содержанием кадмия) [26]. В Норвегии был составлен баланс кадмия на основе внесения с удобрениями и атмосферными поступлениями, а также потерь урожая и выщелачивания. Ни на общее количество, ни на доступный (извлекаемый NH_4NO_3) кадмий в почве не оказало существенного влияния внесение кадмия через удобрения, хотя наблюдалась тенденция к увеличению кадмия в почвах с участков, получавших большее количество

удобрений. Такая же тенденция наблюдалась и в отношении концентрации кадмия в растениях. Годовые показатели поступления кадмия (удобрения и атмосфера) варьировали от 1,20 до 2,57 г/га в год, а показатели выноса кадмия (урожай и выщелачивание) – от 1,16 до 1,79 г Cd га/г. Расчеты баланса, основанные на семидесятилетних данных, показали, что накопление кадмия в почве составляет <1 г Cd га/г, но увеличение доз коммерческих минеральных или органических удобрений, вероятно, приведет к увеличению накопления этого элемента. Это может иметь негативные последствия, поскольку содержание кадмия в почве будет увеличиваться более быстрыми темпами и приведет к увеличению его поглощения растениями. Хотя кадмий накапливался в результате внесения удобрений, скорость его накопления была медленной. Ежегодное увеличение общего содержания кадмия на удобренных участках варьировало от 0,04 до 0,12 %, что указывает на то, что в зависимости от внесения удобрений может потребоваться от 800 до 2000 лет для накопления кадмия, эквивалентного тому, который в настоящее время присутствует в почве [27].

Минеральные удобрения являются важным источником загрязнения почвы токсичными элементами, в том числе кадмием. Экспериментальные исследования показывают, что различия в свойствах почвы (например, кислотность и содержание органического вещества) в сочетании с содержанием кадмия в почве обуславливают краткосрочные (1 цикл уборки) колебания концентраций кадмия в культурах. Долгосрочные (100 лет) расчеты в подобных условиях полей и регионов показывают, что содержание кадмия в фосфорных удобрениях влияет как на уровень в почве, так и на уровень в сельскохозяйственных культурах. Динамическое моделирование на уровне ЕС показывает, что накопление обсуждаемого контаминанта в почве (пахотной и луговой) продолжится, если содержание кадмия в фосфорных удобрениях превышает 20 мг/кг P_2O_5 [28].

Загрязнение почв активно изучается в Китае, где 11 провинций и 25 регионов характеризуются загрязнением кадмием почвы. Показано, что свойства почвы, такие как pH, органическое вещество почвы, емкость катионного обмена, являются наиболее важными факторами, влияющими на накопление кадмия в овощах [29].

Высокое содержание кадмия отмечено в Японии, где выделено 13 техногенных аномалий с серьезным загрязнением почвы. Детоксикация таких почв представляет значительную сложность, так как кадмий включается в состав гумуса, активно поглощается и надолго удерживается в корнеобитаемом слое [30].

Фоновое содержание кадмия в почвах СНГ варьирует в зависимости от их типа: в дерново-подзолистых почвах – 0,25–0,7 мг/кг, в серых лесных – 0,3–0,6 мг/кг,

а в черноземах – 0,6–1,0 мг/кг. В среднем для почв в глобальном масштабе этот показатель составляет около 0,5 мг/кг [14].

Кадмий по своим химическим свойствам сходен с цинком, но отличается большей подвижностью в кислых средах. В почвенном растворе он присутствует преимущественно в виде иона Cd^{2+} , но также способен образовывать комплексные ионы (CdCl^+ , CdOH^+ , CdHCO_3^+ , CdCl_3^- , CdCl_4^{2-} , $\text{Cd}(\text{OH})_3^-$) и органические хелаты. Подвижность кадмия в почве зависит от уровня кислотности среды (рН) и окислительно-восстановительного потенциала. В кислых почвах адсорбция кадмия глинистыми минералами играет важную роль, а при рН выше 7,5 кадмий, закрепленный в почве, становится менее подвижным. На активность кадмия в почвах решающее влияние оказывает величина рН. Концентрация кадмия в почвенных растворах обычно составляет 0,2–6 мкг/л. В условиях промывного увлажнения происходит его миграция с инфильтрационными водами в нижние горизонты почвы. В некоторых случаях, при сильном антропогенном загрязнении, содержание кадмия в почвенных слоях на глубине 80–100 см достигало 2–3 мг/кг [14].

В связи с высокой токсичностью и подвижностью соединений кадмия в ряде стран (Европа, США, Канада, ЮАР, Австралия, Китай) в почвах сельскохозяйственного назначения нормируется его содержание в диапазоне от 0,11 до 5,20 мг/кг [31, 32].

В России установлены ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) кадмия в почвах. Для тяжелосуглинистых почв с рН КСl менее 5,5 ОДК составляет 1,0 мг/кг, а для почв с рН КСl более 5,5–2,0 мг/кг. Для песчаных и супесчаных почв с рН КСl менее 5,5 ОДК установлена на уровне 0,5 мг/кг, что соответствует кларковому содержанию элемента.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) подвижных форм кадмия в почвах в национальных нормативных документах государств-членов ЕАЭС отсутствует, что осложняет экологическую оценку загрязнения сельскохозяйственных земель. Учитывая, что значительная часть кадмия поступает в организм человека алиментарным путем, регламентируются его уровни в пищевых продуктах и кормах для животных [33].

Кадмий присутствует в организмах животных и растений, однако его роль в биохимических процессах до сих пор не определена. Обсуждаемый элемент относится к 1 классу опасности (высоко опасное вещество), является одним из наиболее опасных загрязнителей, оказывающих непосредственное отрицательное влияние на организм человека и животного, вызывающих в их организме синергические эффекты [11]. Кадмий относится к числу высокотоксичных металлов с выраженной способностью к кумуляции в тканях организма. Его распределение в тканях характеризуется значительной избирательностью: при условном коэффициенте накопления 1 в мозге, в костях он

достигает 15, в яичниках – 250, в печени – 500, а в почках – 1500, что делает последние основным органом-мишенью токсического действия кадмия. Период полувыведения элемента из организма варьирует от 13 до 40 лет, а смертельная доза для человека составляет около 150 мг/кг [12, 34]. Среди основных форм поражений выделяются кадмиевая нефропатия, нейротоксический синдром, кадмиевая кардиомиопатия, гипертония, фиброз и эмфизема легких, поражение почек, кадмиевая остеомалация и ринит. Кадмий оказывает негативное воздействие на щитовидную и половые железы, способен проникать через гематоплацентарный барьер, вызывая эмбриотоксические и тератогенные эффекты. Его канцерогенное действие на человека и животных подтверждено, согласно классификации Международного агентства по изучению рака указанный загрязнитель относится к 1 группе (канцерогенный для человека) [35]. Металл равномерно распределяется в тканях и органах, выводится преимущественно с мочой, а также обнаруживается в слюне, молоке, поте, волосах и ногтях. [10].

Токсичность кадмия снижает всхожесть семян, рост, биомассу и качество овощей. При этом угнетается фотосинтез, устьичная проводимость и изменяется минеральное питание. Токсичность кадмия также нарушает биохимические реакции в растениях, вызывая окислительный стресс и приводя к снижению активности антиоксидантных ферментов [20].

Кадмий характеризуется высокой токсичностью относительно почвенной биоты и фитотоксичностью, которая объясняется в первую очередь тем, что он может выступать в роли цинка во многих биохимических процессах, нарушая работу ферментов, связанных с дыханием и другими физиологическими процессами (карбоангидразы, различных дегидрогеназ и фосфатаз), а также участвующих в белковом обмене (протеиназы и пептидазы), ферментов нуклеинового обмена и др. Как химический аналог цинка, кадмий заменяет его в ферментативных системах, участвующих в фосфорилировании глюкозы, что нарушает процессы образования и потребления углеводов. Такое замещение вызывает дефицит цинка в тканях растений, что приводит к подавлению их жизнедеятельности и, в конечном итоге, к гибели. Сделан вывод, что предельная концентрация кадмия в почве, с учетом его токсического действия на микробиологические процессы и снижение уровня плодородия почв должна находиться, в зависимости от состояния естественного уровня плодородия, в пределах от 0,2 до 2,0 мг/кг почвы. При этом в одних и тех же условиях разные виды растений усваивают из почвы различные количества кадмия. Отмечается повышенное накопление кадмия отдельными культурами, в первую очередь – зеленью [11, 33].

Согласно опубликованным данным загрязнение территории Российской Федерации токсичными элементами, в том числе кадмием, от других стран более чем в 10 раз превышает загрязнения иных государств поллютантами от российских источников, что обусловлено доминированием западно-восточного переноса воздушных масс. На европейской территории России выпадение кадмия от источников из Украины ежегодно превышает 40 т, из Польши – равняется почти 9 т, Беларуси – 7 т, Германии – более 5 т. В целом по России среднее содержание всех определяемых тяжелых металлов не превышает 0,5 ПДК (ОДК) валовых форм тяжелых металлов в почвах, однако коэффициент вариации по отдельным элементам находится в пределах 69–93 %, за исключением кадмия, для которого он достигает 132 % [9].

Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года № 2 утверждены санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», согласно которым ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) кадмия в почве, составляющие для песчаных и супесчаных почв, кислые (суглинистые и глинистые), $pH\ KCl < 5,5$, близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), $pH\ KCl > 5,5$ –0,5, 1,0 и 2,0 мг/кг с учетом фона (кларка), соответственно.

В Республике Беларусь также проводились исследования проб почвы на содержание тяжелых металлов в зоне влияния крупного предприятия по производству стройматериалов. Для оценки состояния почв и растений использовались фактические значения содержания в них химических веществ [36]. Оценка содержания кадмия в почвенном покрове показала, что средние концентрации валовых форм элемента в почвах сельскохозяйственных и лесных земель во всех направлениях от предприятия превышали геохимический фон. Содержание кадмия в почвах лесных земель изменяется в широком диапазоне от 0,1 до 1,85 мг/кг, в почвах сельскохозяйственных земель – от 0,12 до 1,59 мг/кг. В почвах сельскохозяйственных земель высокие концентрации валовых форм кадмия выявлены по всем направлениям. Следует отметить, что высокое содержание валовых форм кадмия обнаруживается повсеместно в радиусе 8 км от источника загрязнения как в почвах сельскохозяйственных, так и в лесных землях [36].

Повышенное содержание подвижных форм кадмия в исследуемых почвах может свидетельствовать о техногенном факторе его накопления. Результаты анализа растительной продукции, выращенной на участках с высоким содержанием валовых форм тяжелых металлов на содержание кадмия и оценка ее по гигиеническим нормативам

безопасности показали, что превышения максимальных допустимых уровней кадмия в выращиваемых зерновых не наблюдались [36].

В различных странах изучаются меры по управлению содержанием кадмия в сельскохозяйственных почвах и, соответственно, продукции растительного происхождения. Рассматривается эффективность органических и минеральных добавок к почве. В целом, органические добавки оказывали незначительное влияние на конечный pH смесей почва/почвенные добавки по сравнению с начальным pH почвы. Минеральные добавки приводили к повышению pH почвы, причем наиболее выраженный эффект наблюдался при использовании извести [30]. Применение регуляторов роста растений, правильное минеральное питание, использование органических и неорганических добавок могут быть эффективными для снижения токсичности кадмия в овощах. Отмечается, что использование овощных культур с низким уровнем накопления кадмия в сочетании надлежащей сельскохозяйственной практикой может стать полезным методом снижения воздействия кадмия в пищевой цепи [23].

Уровень кадмия в почве также может быть снижен с помощью различных методов восстановления, таких как фиторемедиация, восстановление почвы с помощью микроорганизмов, химическое восстановление, использование питательных веществ и органических добавок. Кроме того, перспективным рассматривается путь создания с помощью генной инженерии и молекулярной селекции растений, толерантных к токсичности кадмия. Отмечается, что для обоснованного вывода, необходимы долгосрочные полевые испытания для оценки анализа рисков и выгод различных стратегий управления [37]. Рассматриваются различные технологии управления уровнем кадмия в почвах. Было установлено, что применение и выбор различных технологий обработки зависит от площади почвы, содержания кадмия, времени обработки и других факторов. В будущем рекультивация загрязненной кадмием почвы должна быть научно обоснована и выбрана в соответствии с местной фактической ситуацией, при этом уделяя внимание совместному применению различных методов [38].

Одной из мер по управлению уровнем кадмия в почву сельхозугодий и, соответственно, пищевой продукции является установление допустимых уровней содержания кадмия в различных видах удобрений, в том числе – в фосфорных, что реализовано в ЕС [39].

1.2 Контаминация пищевой продукции растительного происхождения кадмием

Концентрации кадмия в культурах, выращенных на почвах с повышенным содержанием кадмия, естественного происхождения или из антропогенных источников,

могут накапливаться в количествах, значительно превышающих 1,0 мг/кг. Накопленные количества зависят от уровня содержания кадмия в корнеобитаемом слое почвы, вида культуры и химических свойств почвы [24, 34].

Исследования, проведенные в Польше, показали, что концентрации кадмия и Рb в образцах свежих, переработанных, замороженных и сушеных фруктов и овощей существенно различались. Самые высокие концентрации были закономерно зафиксированы в сушеных продуктах. В некоторых образцах фруктов и овощей превышены предельно допустимые концентрации кадмия [40].

Концентрация кадмия в 10 видах растений, выращенных в нейтральной поверхностной почве (0,65 ppm Cd), варьировала от 0,18 ppm в клубнях картофеля до 0,99 ppm в корнях сои в пересчете на сухое вещество. Добавление 5 ppm Cd заметно увеличивало концентрацию в растениях, особенно высокой она была в листьях салата (10,36 ppm) и листьях табака (11,57 ppm). Концентрация кадмия, как правило, в съедобной части (семена, плоды, клубни) была ниже, чем в других частях растения. В экспериментальных условиях с пятью почвами экстрагируемый кадмий уменьшился при известковании образцов кислой почвы. При сравнении песчаных суглинистых почв, а также поверхностного и подпочвенного слоев песка, экстрагируемый кадмий увеличивался при более высоком содержании органического вещества в почве [41].

В Китае изучались концентрации кадмия в 52 видах овощей в период с 2018 по 2022 год и оценивался связанный с этим риск для здоровья местных потребителей. Средняя концентрация кадмия составила 0,035 мг/кг, а доля образцов, превышающих предельно допустимую концентрацию, составила 3,89 %. Луковичные овощи характеризовались более высоким относительным накоплением кадмия по сравнению с другими овощами. Уровни содержания кадмия в овощах значительно различались по районам и годам отбора проб. Отмечается важность постоянного мониторинга содержания токсичных элементов [42]. Эти результаты указывают на то, что существуют значительные различия в поглощении и накоплении кадмия между овощами. Способность к накоплению кадмия располагалась в следующем порядке: листовые овощи > корнеплоды > пасленовые овощи. Когда значения свойств почвы превышали пороговые значения, накопление кадмия в овощах, как правило, было стабильным. Модели прогнозирования показали, что pH был ведущим фактором, влияющим на накопление кадмия в овощах [43]. Следовательно, можно уменьшить поглощение и накопление кадмия в съедобных частях сельскохозяйственных культур путем выбора видов овощей с низкой способностью к накоплению кадмия [44].

В условиях контролируемого эксперимента показано влияние различных концентраций кадмия на уровень его поглощения, а также накопления в различных частях

овощей. Накопление кадмия превышало допустимые пределы для потребления человеком, а его накопление в различных частях растений различалось. В наибольшей степени накопление указанного металла было характерно для брокколи (все части), в наименьшей – для укропа и эстрагона [13].

В Новой Зеландии были измерены концентрации кадмия в 10 коммерческих сортах картофеля, которые варьировали от 0,004 до 0,574 мг/кг сухой массы (0,001–0,113 мг/кг полной массы), хотя общая концентрация кадмия была ниже максимального предела в 0,1 мг/кг полной массы для потребления человеком. Наблюдались значительные различия (в 2,8 раза) в концентрациях кадмия между сортами картофеля. Значительных связей между свойствами почвы и концентрациями кадмия в картофеле обнаружено не было [45].

Последние годы вопрос нормирования уровня кадмия в какао является предметом обсуждения на международном уровне. Продукты на основе какао были определены как источники пищевой продукции с относительно высоким содержанием кадмия. Оценена концентрация кадмия в почвах, где произрастает какао, в четырех основных сельскохозяйственных регионах с контрастным климатом в Перу, одном из основных экспортеров продуктов какао в мире. На каждом участке исследования ($n = 40$) оценивался широкий спектр потенциальных факторов, влияющих на концентрацию кадмия, т. е. участок, почва и используемые меры по управлению его содержанием. Концентрация кадмия варьировала в пределах 1,1–3,2 мг/кг. Средние значения по региону были ниже 2,7 мг/кг, что обычно считается верхним пределом для незагрязненных почв. Концентрации кадмия были значительно ($p < 0,001$) выше на участках, расположенных на больших высотах и в умеренном, более сухом климате. Факторы управления (сорт какао, год выращивания, агротехника и агрохимия не оказывали прямого влияния на концентрацию кадмия [43].

В рамках исследования Gareth J. Norton, 2015 проведено определение кадмия во фруктах и овощах (~ 1300 образцов), выращенных на юго-западе Великобритании. По результатам исследования для кадмия 0,2 % образцов превысили МДУ [46].

Высокие уровни кадмия в семенах подсолнечника установлены в исследованиях Nguyen C. [47].

1.3 Содержание кадмия в продукции животного происхождения

В ряде работ подчеркивается целесообразность систематического контроля безопасности кормов и продуктов животного происхождения. Показано, что употребление животными загрязненного корма (содержание кадмия 2,05–4,86 мг/кг) уровни массовой доли этого токсичного металла в почках варьировали от 0,67 до 12,96 мг/кг, а в печени – от

0,07 до 1,69 мг/кг. Уровень кадмия во всех образцах мышц варьировал от $< 0,01$ до 0,04 мг/кг. После удаления загрязненной кормосмеси уровни кадмия в тканях продуктивных животных снизились до нормы ($w(Cd) = 0,19\text{--}0,63$ мг/кг в почках, 0,03–0,1 мг/кг в печени и $< 0,01$ мг/кг в мышцах).[48]

Коллективом авторов (Paulien Adamse и др., 2017) на основе данных голландской программы мониторинга кормов и данных, полученных от представителей кормовой промышленности за период 2007–2013 гг. были изучены тенденции в процентном соотношении образцов, превышающих максимальный предел, установленный ЕС, а также тенденции в средних, медианных и 90-х процентильных концентрациях. Показано, что кадмий обнаруживается практически во всех видах такой продукции, превышений при этом не зафиксировано, за исключением кормов из морепродуктов). Указанное подтверждает возможность контаминации пищевой продукции животного происхождения [49].

2 Анализ нормирования кадмия в пищевой продукции и сырье для ее производства в Европейском союзе и согласно стандартам Кодекс Алиментариус

Сравнительный анализ нормирования кадмия в пищевой продукции в соответствии с законодательством ЕС, ЕАЭС и на международном уровне приведен в таблице А.1 приложения А.

Результаты сравнительного анализа максимально допустимых уровней (далее – МДУ) содержания кадмия в пищевой продукции, установленные в нормативных документах ЕАЭС (технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), ЕС (Регламент Комиссии (ЕС) 2023/915 от 25 апреля 2023 г. О максимальных уровнях некоторых загрязняющих веществ в пищевых продуктах и об отмене Регламента (ЕС) № 1881/2006) и стандарте Кодекс Алиментариус (CXS 193-1995 Общий стандарт на загрязняющие примеси и токсины в пищевых продуктах и кормах) свидетельствуют о различиях как в подходах к нормированию обсуждаемого загрязнителя, так и в допустимых уровнях его содержания в пищевой продукции.

В ЕАЭС содержания кадмия нормируется во всех группах пищевой продукции, при этом установлены различные МДУ содержания кадмия в сырье и готовой продукции, что обусловлено изменением содержания кадмия в процессе переработки сырья (концентрация, разведение и др.).

В Регламент Комиссии (ЕС) 2023/915 и стандарте Кодекс Алиментариус CXS 193-1995 содержание загрязнителей нормируется только в сырье, при этом содержание кадмия регламентировано не во всех группах пищевых продуктов. Стандартом Кодекс Алиментариус CXS 193-1995 не нормируются допустимые уровни содержания кадмия в молоке и молочной продукции, масличных культурах и масложировой продукции, продукции животного происхождения, за исключением двустворчатых моллюсков и головоногих моллюсков, сахаре, меде, грибах, орехах, пищевой продукции для детского питания, БАД к пище. В ЕС содержание обсуждаемого загрязнителя также не нормируется в молоке и молочной продукции, масложировой продукции, сахаре, меде.

Стандартом Кодекс Алиментариус CXS 193-1995 установлены МДУ содержания кадмия во фруктах, овощах, зерне. Нормирование кадмия в указанных группах продуктах более дифференцировано по сравнению с ТР ТС 021/2011, при этом МДУ кадмия превышают значения, установленные в нормативных актах ЕАЭС.

В ЕС нормируется содержание кадмия в фруктах, овощах, орехах, зерновых, зернобобовых, грибах, масличных культурах, крупах, продуктах убоя, рыбе и морепродуктах, какао и шоколадных изделиях, напитках, пищевой продукции для детского питания, БАД к пище, пищевых добавках. В Регламент Комиссии (ЕС) 2023/915

нормирование кадмия в большинстве указанных групп продуктах более дифференцировано по сравнению с ТР ТС 021/2011 и со стандартом Кодекс Алиментариус CXS 193-1995.

В части нормирования содержания кадмия в семенах подсолнечника, следует отметить, что дифференцированный подход к установлению МДУ контаминанта использован в ЕАЭС, при этом установлены более жесткие требования по содержанию кадмия (не более 0,2 мг/кг для семян подсолнечника, предназначенных для непосредственного употребления в пищу; не более 0,35 мг/кг для семян подсолнечника, предназначенных для промышленной переработки на масло подсолнечное; не более 0,1 мг/кг для семян подсолнечника, предназначенного для иных целей) по сравнению с требованиями ЕС (не более 0,5 мг/кг).

С учетом токсичности, высокой способности к биоаккумуляции, кадмий является предметом гигиенического нормирования на международном, региональной и международном уровнях в различных объектах среды обитания и видах продукции.

В таблице 1 приведены значения допустимых концентраций (уровней) кадмия в отдельных объектах среды обитания (воздухе, воде, почве), а также продукции.

Таблица 1 – Допустимые концентрации (уровни) кадмия в отдельных объектах среды обитания и продукции

Документ, устанавливающий требования	Объект	Норматив
1	2	3
Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности атмосферного воздуха», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37 «Об утверждении гигиенических нормативов» (далее – ГН 37)	атмосферный воздух	максимальная разовая концентрация 3 мкг/м ³
		среднесуточная концентрация 1 мкг/м ³
		среднегодовая концентрация 0,3 мкг/м ³
		ориентировочно безопасный уровень воздействия 0,3 мкг/м ³

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования и воды в ванне бассейна» (ГН 37)	вода водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования и вода в ванне бассейна	0,001 мг/дм ³
Гигиенический норматив «Показатели безопасности питьевой воды» (ГН 37)	питьевая вода	0,001 мг/дм ³
Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности почвы» (ГН 37)	песчаные и супесчаные почвы	0,5 мг/кг
	суглинистые и глинистые, кислые почвы	1 мг/кг
	суглинистые и глинистые, нейтральные и близкие к ним почвы	2 мг/кг
	почва различных видов территориальных зон населенных пунктов: жилые и общественно-деловые зоны, жилые зоны районов (кварталов) индивидуальной жилой застройки, рекреационные, сельскохозяйственные зоны	0,5 мг/кг
	производственные зоны, зоны транспортной, инженерной инфраструктуры, зоны специального назначения	3,5 мг/кг
Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности микроорганизмов-продуцентов, микробных препаратов и их компонентов, вредных веществ в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работающих» (ГН 37)	воздух рабочей зоны	максимальная разовая концентрация 0,05 мг/м ³ среднесуточная концентрация 0,01 мг/м ³
Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для здоровья человека изделий медицинского назначения, медицинской техники и материалов, применяемых	изделия медицинского назначения, медицинская техника и материалы, применяемые для их изготовления (вытяжка в модельную среду)	0,001 мг/дм ³

Продолжение таблицы 1

1	2	3
для их изготовления» (ГН 37) Раздел 18 главы II Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утвержденные решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299 (далее – ЕСТ)		
Гигиенический норматив «Показатели безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду» (ГН 37) Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду» (ТР ЕАЭС 044/2017)	природная минеральная вода и купажированная питьевая вода, изготовленная путем смешивания природных минеральных вод	0,003 мг/дм ³
	лечебно-столовая и лечебной природная минеральная вода, добываемая из защищенных от техногенного воздействия подземных горизонтов, где водовмещающие породы содержат кадмий в повышенных количествах	0,01 мг/дм ³
	природная питьевая вода, питьевая вода для детского питания, обработанная питьевая вода, искусственно минерализованная питьевая вода, купажированная питьевая вода, изготовленная с использованием природной питьевой воды	0,001 мг/дм ³
Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности материалов, контактирующих с пищевой продукцией» (ГН 37) Раздел 16 главы II ЕСТ	материалы и изделия, контактирующие с пищевой продукцией (вытяжка в модельную среду)	0,001 мг/дм ³
	стекло, фарфор, фаянс и изделия из них, керамические изделия (вытяжка в соляную кислоту), тип посуды: плоская малая глубокая большая глубокая глубокая, для хранения для тепловой обработки пищевых продуктов, чашки и кружки	0,07 мг/дм² 0,5 мг/дм³ 0,25 мг/дм³ 0,25 мг/дм³ 0,05 мг/дм³
Технический регламент Таможенного союза	упаковка, укупорочные средства (вытяжка в модельную среду)	0,001 мг/дм ³

Продолжение таблицы 1

1	2	3
«О безопасности упаковки» (ТР ТС 005/2011)	упаковка стеклянная, фарфоровая, фаянсовая, керамическая (вытяжка в соляную кислоту)	0,5 мг/дм ³
Гигиенический норматив «Показатели безопасности отдельных видов продукции для детей» (ГН 37) Технический регламент Таможенного союза «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» (ТР ЕАЭС 007/2011) Технический регламент Таможенного союза «О безопасности игрушек» (ТР ТС 008/2011)	игрушки, кроме формующихся масс и красок, наносимых пальцами	75 мг/кг
	формующиеся массы и краски, наносимые пальцами	50 мг/кг
	продукция, контактирующая с пищей	не допускается
	материалы, используемые для изготовления канцелярских и школьно-письменных принадлежностей	75 мг/кг
	Игрушки, содержащие сплавы свинцово-серебряные (вытяжка в модельную среду)	0,001 мг/дм ³
Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности материалов, реагентов и оборудования, применяемых в системах питьевого водоснабжения» (ГН 37)	материалы, реагенты и оборудование, применяемые в системах питьевого водоснабжения (вытяжка в модельную среду)	0,001 мг/дм ³

Для атмосферного воздуха населенных мест среднесуточная ПДК кадмия и его неорганических соединений составляет 0,0003 мг/м³, ОБУВ – 0,00003 мг/м³, в то время как для воздуха рабочей зоны данный показатель установлен на уровне 0,1 мг/м³.

ОДК кадмия согласно национальным документам в почве зависит от того, к какой категории по гранулометрическому составу относится почва. Самые строгие требования предъявляются к песчаными и супесчаным почвам – ОДК составляет 0,5 мг/кг. Для кислых почв показатель равен 1,0 мг/кг, а нейтральных и близких к ним – 2,0 мг/кг. ПДК подвижных форм кадмия в почвах различных видов территориальных зон населенных пунктов установлена в пределах 0,5–3,5 мг/кг. Указанные значения эквивалентны нормативам Российской Федерации.

Основным антропогенным источником накопления кадмия в почве являются удобрения, особенно суперфосфат, куда кадмий входит в качестве примеси. Законодательством в области санитарно-эпидемиологического благополучия человека допустимый уровень содержания кадмия в удобрениях не установлен. Вместе с тем, обращение агрохимикатов не должно приводить к превышению гигиенических нормативов содержания кадмия в почве.

Определенная нормами максимальная концентрация обсуждаемого вещества в питьевой воде составляет $0,001 \text{ мг/дм}^3$, в упакованных природной минеральной воде и купажированной питьевой воде, изготовленной путем смешивания природных минеральных вод – $0,003 \text{ мг/дм}^3$. Для лечебно-столовой и лечебной природной минеральной воды, добываемой из защищенных от техногенного воздействия подземных горизонтов, где водовмещающие породы содержат кадмий в повышенных количествах, допускается уровень содержания кадмия до $0,01 \text{ мг/м}^3$ включительно.

Допустимая концентрация миграции кадмия в модельные среды из непищевой продукции (упаковка, материалы и изделия, контактирующие с пищевой продукцией, продукция, предназначенной для детей и подростков, игрушки, изделия медицинского назначения, медицинская техника и материалы, применяемые для их изготовления, материалы, реагенты и оборудование, применяемые в системах питьевого водоснабжения) регламентирована на уровне $0,001 \text{ мг/дм}^3$. Для детской посуды действует нулевая толерантность на выделения данного металла – его не должно быть в пределах чувствительности метода.

Санитарно-гигиенические нормативы кадмия, выделяющегося в модельную среду из стекла, фарфора, фаянса, керамики и изделий из них, контактирующих пищевой продукцией, зависят от типа посуды, упаковки и установлены в пределах $0,07 \text{ дм/м}^2$, $0,05\text{--}0,5 \text{ дм/м}^3$.

Уровень миграции солей кадмия (в соляную кислоту) из любых материалов игрушки, кроме формующихся масс и красок, наносимых пальцами, не должен превышать 75 мг/кг , из формующихся масс и красок, наносимых пальцами – 50 мг/кг .

3 Структура и состав базы данных об уровнях контаминации кадмием отдельных видов пищевой продукции

Для расчета средних уровней контаминации пищевой продукции кадмием, в том числе ядер подсолнечника и продукции, изготовленной на их основе, необходимы сбор и систематизация соответствующей информации от аккредитованных испытательных лабораторий и формирование базы данных (БД).

Для достижения указанной задачи сформированы взаимосвязанные таблицы в Excel (рисунки Б.1–Б.4 приложения Б).

Файл для формирования БД имеет следующую структуру:

1. блок справочной информации, содержащий:
 - 1.1. перечень групп и видов пищевой продукции, а также нормируемый уровень кадмия согласно дифференциации, принятой в технических регламентах ТС/ЕАЭС;
 - 1.2. перечень методов по определению кадмия, включенный в перечень взаимосвязанных с техрегламентами стандартов;
2. блок для ввода обобщенных данных для общей характеристики контаминации проб пищевой продукции кадмием, включающий следующую информацию
 - 2.1. группа продукции;
 - 2.2. вид продукции;
 - 2.3. допустимые уровни, мг/кг;
 - 2.4. количество исследованных образцов со следующей характеристикой уровня контаминации:
 - 2.4.1. метод определения кадмия;
 - 2.4.2. уровень кадмия ниже предела обнаружения (ПО);
 - 2.4.3. уровень кадмия между ПО и допустимым уровнем (ДУ);
 - 2.4.4. уровень кадмия выше ДУ;
3. блок для ввода детальной информации об обнаруженных концентрациях кадмия, включающий следующую информацию:
 - испытательная лаборатория;
 - номер пробы или протокола;
 - дата исследования или выдачи протокола;
 - группа продукции;
 - вид продукции;
 - наименование продукции;
 - производитель продукции;
 - метод исследования;

обнаруженная концентрация кадмия;

4. блок для сбора информации, характеризующей метод, включающий следующую информацию:

испытательная лаборатория;

продукция;

метод определения кадмия;

нижняя граница диапазона измерений, мг/кг;

нижняя точка калибровочного графика, мг/кг(л);

ПО, мг/кг(л);

ПКО, мг/кг(л);

наличие валидации ТНПА и стандартных операционных процедур (СОП) в лаборатории;

категория продуктов в ТНПА, к которой относят семена подсолнечника (в ТНПА семена подсолнечника не указаны как отдельная позиция);

исследуются очищенные/не очищенные семена подсолнечника (заполняется только для семян подсолнечника);

категория продуктов в ТНПА, к которой отнесена халва, козинаки (в ТНПА семена подсолнечника не указаны как отдельная позиция);

навеска пробы, г;

способ минерализации (пробоподготовки);

конечный объем полученного минерализата, мл;

коэффициент разбавления (в случае применения);

примечание (иная информация, при необходимости).

4 Методы определения кадмия испытательными лабораториями уполномоченных органов в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения

4.1 Общая характеристика лабораторного потенциала по определению кадмия в пищевой продукции

Согласно информации из Реестра Национальной системы аккредитации Республики Беларусь (раздел «Аккредитованные испытательные лаборатории») по состоянию на 6 декабря 2024 года в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь аккредитовано на определение кадмия в пищевой продукции на соответствие законодательства ЕАЭС (технические регламенты Таможенного / Евразийского экономического союза) 76 испытательных лабораторий. Ведомственная подчиненность испытательных лабораторий приведена на рисунке 1.

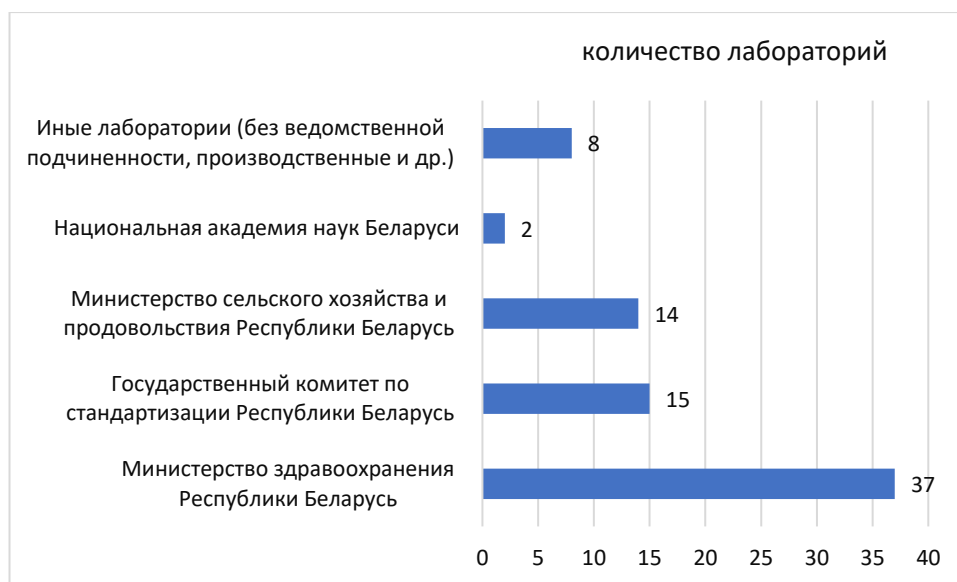


Рисунок 1 – Ведомственная подчиненность испытательных лабораторий

В части аккредитованных лабораторий Министерства здравоохранения Республики Беларусь – лаборатории уполномоченных органов в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, составляющие 49 % от общего числа, а именно:

1 лаборатория республиканского уровня (научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»);

1 лабораторный отдел государственного учреждения «Центр гигиены и эпидемиологии» Управления делами Президента Республики Беларусь;

6 лабораторий областных центров гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья;

18 лабораторий зональных центров гигиены и эпидемиологии;

9 лабораторий районных центров гигиены и эпидемиологии;

2 лаборатории городских центров гигиены и эпидемиологии.

4.2 Характеристика методов, включенных в перечни взаимосвязанных стандартов к техническим регламентам Таможенного Союза / Евразийского экономического союза

Характеристика методов, включенных в перечни взаимосвязанных стандартов к техническим регламентам Таможенного/Евразийского экономического союза приведена в таблице В.1 предложения В.

Для определения содержания токсичных элементов, в частности кадмия, в пищевых продуктах, в том числе в ядре подсолнечника и пищевой продукции, изготавливаемой на его основе (халва, козинаки) перечни стандартов к техническим регламентам Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), «О безопасности зерна» (ТР ТС 015/2011), «О безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (ТР ТС 029/2012), «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013), «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013) включают 25 ТНПА, основанные на различных методах элементного анализа. Из них 10 – межгосударственных стандартов, 11 – государственных стандартов, 4 методики выполнения измерений.

Стандарты, основанные на инверсионно-вольтамперометрических методах:

ГОСТ 31866-2012 «Вода питьевая. Определение содержания элементов методом инверсионной вольтамперометрии» (далее – ГОСТ 31866-2012);

ГОСТ 33824-2016 «Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка)» (далее – ГОСТ 33824-2016);

ГОСТ Р 51823-2011 «Алкольная продукция и сырье для ее производства. Метод инверсионно-вольтамперометрического определения содержания кадмия, свинца, цинка, меди, мышьяка, ртути, железа и общего диоксида серы» (далее – ГОСТ Р 51823-2011);

СТБ 1313-2002 «Продукты пищевые и сырье продовольственное. Методика определения содержания токсичных элементов цинка, кадмия, свинца, меди методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА» (далее – СТБ 1313-2002);

СТБ 1314-2002 Молоко и молочные продукты. Методика определения содержания токсичных элементов цинка, кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА» (далее – СТБ 1314-2002);

ГОСТ 26933-86 «Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия» (далее – ГОСТ 26933-86).

Инверсионная вольтамперометрия – современный высокочувствительный и экспрессный метод определения неорганических, органических веществ, пригодный для определения содержания тяжелых металлов, в том числе кадмия, в пищевых продуктах в концентрациях, не превышающих ПДК [50].

Метод инверсионной вольтамперометрии основан на способности элементов электрохимически осаждаться на индикаторном электроде из анализируемого раствора при задаваемом потенциале предельного диффузионного тока в течение заданного времени, а затем растворяться в процессе анодной поляризации при определенном потенциале, характерном для каждого элемента. Аналитические сигналы определяемых элементов регистрируются на вольтамперограмме в виде пиков (максимальные анодные токи) и отражают зависимость силы тока электрохимической реакции ячейки от приложенного напряжения. Значение тока пика прямо пропорционально концентрации определяемого элемента. Массовые концентрации элементов в анализируемом растворе пробы определяют по методу добавок градуировочных растворов определяемых элементов.

Из преимуществ инверсионной вольтамперометрии следует отметить:

низкий предел обнаружения – до 10^{-4} М;

правильность и воспроизводимость, удовлетворительная принятым нормам;

исключение из работы специалиста лаборатории металлической ртути, в сравнении с полярографией [50].

Стандарты, применяемые для определения содержания токсичных элементов в пищевых продуктах разработаны для различных объектов и диапазонов содержания определяемых элементов, включают различные способы подготовки проб.

ГОСТ 33824-2016 распространяется на пищевые продукты и продовольственное сырье, в том числе на ядро подсолнечника, халву, козинаки; пробоподготовка проводится мокрой минерализацией и сухим озолением по ГОСТ 26929-94; диапазоны измерения кадмия для твердых продуктов – 0,003–50,0 мг/кг.

СТБ 1313-2002 распространяется на пищевые продукты и продовольственное сырье, в том числе на ядро подсолнечника, халву, козинаки; пробоподготовка – методом кислотной экстракции с последующей полной минерализацией по ГОСТ 26929-94; диапазоны измерения кадмия 0,0015–1,0 мг/кг.

СТБ 1314-2002 распространяется на молоко и молочные продукты, но не на ядро подсолнечника, халву, козинаки.

ГОСТ 31866-2012 распространяется на питьевую воду, но не на ядро подсолнечника, халву, козинаки.

ГОСТ Р 51823-2011 распространяется на алкогольную продукцию и сырье для ее производства, но не на ядро подсолнечника, халву, козинаки.

В ГОСТ 26933-86 метод определения кадмия основан на сухой минерализации (озолении) пробы с использованием в качестве вспомогательного средства азотной кислоты и количественном определении кадмия полярографированием в режиме переменного тока. Объекты распространения действия стандарта – пищевые продукты и продовольственное сырье; нижний диапазон измерения концентрации кадмия – $0,02 \text{ мкг/см}^3$ полярографируемого раствора.

Полярография – разновидность вольтамперометрии с использованием индикаторного микроэлектрода из жидкого металла, поверхность которого периодически или непрерывно обновляется. При этом не происходит длительного накопления продуктов электролиза на поверхности раздела электрод-раствор в электролитической ячейке. Индикаторным электродом в полярографии служит чаще всего ртутный капающий электрод [51].

Стандарты, основанные на методе атомно-абсорбционной спектроскопии (далее – ААС):

ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов» (далее – ГОСТ 30178-96);

ГОСТ 33426-2015 «Мясо и мясные продукты. Определение свинца и кадмия методом электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии» (далее – ГОСТ 30178-96);

ГОСТ EN 14083-2013 «Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение свинца, кадмия, хрома и молибдена с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии с атомизацией в графитовой печи с предварительной минерализацией пробы при повышенном давлении» (далее – ГОСТ EN 14083-2013);

ГОСТ EN 14084-2014 «Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение содержания свинца, кадмия, цинка, меди и железа с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии после микроволнового разложения» (далее – ГОСТ EN 14084-2014);

СТ РК 2350-2013 «Продукты пищевые, продовольственное сырье, корма для животных. Определение содержания кадмия, свинца, мышьяка, ртути, хрома атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией» (далее – СТ РК 2350-2013);

СТ РК EN 14082-2013 «Пищевые продукты. Определение трассирующих элементов. Определение содержания свинца, кадмия, цинка, меди, железа и хрома спектрометрическим методом атомной абсорбции после сухого озоления» (далее – СТ РК EN 14082-2013);

СТБ EN 14082-2014 «Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение содержания свинца, кадмия, цинка, меди, железа и хрома с помощью атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС) после сухого озоления» (далее – СТБ EN 14082-2014);

ГОСТ 31870-2012 «Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектрометрии», метод 1 (далее – ГОСТ 31870-2012, метод 1).

ААС – это метод количественного элементного анализа, основанный на измерении поглощения электромагнитного излучения свободными атомами в газовой фазе (атомным паром).

Наиболее часто в ААС используется пламенный способ атомизации. Однако, несмотря на хорошие метрологические характеристики и простоту определений, пламя как атомизатор не всегда позволяет проводить определение следов элементов. Недостаточно высокая чувствительность, протекание побочных реакций и необходимость более экономичного расходования проб являются причинами применения электротермических атомизаторов в качестве альтернативы пламени [52].

В настоящее время рассматриваемый метод позволяет определять около 70 элементов Периодической системы (металлов и неметаллов), причем для большей части элементов отмечены относительно низкие пределы обнаружения: от тысячных до десятых долей мкг/дм³ [53].

Для большинства элементов в пламенной ААС предел обнаружения составляет 10^{-4} – 10^{-6} % масс. Существенное увеличение чувствительности метода достигается при использовании электротермического атомизатора: предел обнаружения достигает 10^{-7} – 10^{-9} % масс.

Относительная ошибка определения большинства элементов методом ААС составляет 1–2 %. Метод отличается высокой селективностью и чувствительностью и вследствие этого широко применяется для анализа следов элементов в пищевых продуктах [54].

Электротермическая атомизация (далее – ЭТА) по сравнению с атомизацией в пламени обладает рядом преимуществ: более высокой чувствительностью определения, меньшим объемом анализируемой пробы, возможностью вести измерения испускаемого излучения в вакуумной ультрафиолетовой области, поскольку ряд элементов имеют полосы испускания с $\lambda \sim 100$ нм.

ГОСТ 30178-96 распространяется на пищевое сырье и продукты, метод – ААС в пламени, минерализацию проб проводят способом сухого или мокрого озоления по ГОСТ 26929-94, диапазоны измерения кадмия 0,01–1,0 мг/кг.

ГОСТ EN 14083-2013 применим к пищевым продуктам; метод – ААС-ЭТА; минерализация проб – микроволновое разложение, предел количественного определения кадмия – 0,0004 мг/дм³ (в анализируемом растворе), 0,004 мг/кг – в продукте.

ГОСТ EN 14084-2014 применим к пищевым продуктам, кроме масел, жиров и других продуктов с высоким содержанием жира; метод для кадмия – ААС-ЭТА; микроволновое разложение проб; диапазоны измерения кадмия отсутствуют.

СТ РК 2350-2013 распространяется на мясо и мясопродукты, рыбу и рыбопродукты, молоко и молочные продукты, зерно, мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия, плодоовощную продукцию (в том числе чай, кофе, соки и соковая продукция), сахар и кондитерские изделия (в том числе шоколад), соль, биологически активные добавки, консервы, корма, комбикорма и сырья для их производства; метод – ААС-ЭТА; диапазоны измерения кадмия – 0,01–1,0 мг/кг.

СТ РК EN 14082-2013 и СТБ EN 14082-2014 распространяются на различные типы пищевых продуктов (валидирован для злаков), метод для кадмия – ААС-ЭТА, минерализация проб – сухое озоление, диапазоны измерения кадмия не приведены.

ГОСТ 33426-2015 распространяется на все виды мяса, включая мясо птицы, мясные и мясосодержащие продукты, но не на ядро подсолнечника, халву, козинаки.

ГОСТ 31870-2012, метод 1 (ААС-ЭТА), распространяется на питьевые воды, но не на ядро подсолнечника, халву, козинаки.

Стандарты, основанные на методе атомно-эмиссионной спектроскопии (далее – АЭС):

ГОСТ 30538-97 «Продукты пищевые. Методика определения токсичных элементов атомно-эмиссионным методом» (далее – ГОСТ 30538-97);

ГОСТ 31870-2012 «Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии» (далее – ГОСТ 31870-2012, метод 2);

МВИ.МН 1792-2002 «Методика выполнения измерений концентраций элементов в жидких пробах на спектрометре ARL 3410+» (свидетельство об аттестации № 253/2002 от 16.09.2002) (далее – МВИ. МН 1792-2002);

МВИ.МН 5680-2016 «Определение содержания токсичных элементов в масличном сырье и жировых продуктах с использованием атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-АЭС)» (свидетельство об аттестации № 977/2016 от 12.10.2016) (далее – МВИ.МН 5680-2016).

АЭС – метод качественного и количественного элементного анализа, основанный на измерении интенсивности электромагнитного излучения оптического диапазона, испускаемого термически возбужденными свободными атомами [55]. Спектр излучения для атомов каждого элемента характеризуется строгой индивидуальностью, а интенсивность излучения находится в зависимости от концентрации элемента. Таким образом, по спектру идентифицируют элемент, а по интенсивности испускаемого излучения проводят его количественное определение в исследуемой пробе. Рассматриваемый метод обладает хорошими метрологическими характеристиками, в том числе высокой чувствительностью при возможности одновременного определения 20–40 элементов [56].

АЭС – метод элементного анализа, основанный на изучении спектров испускания свободных атомов и ионов в газовой фазе в области длин волн 150–800 нм. Пробу исследуемого вещества вводят в источник излучения, где происходят ее испарение, диссоциация молекул и возбуждение образовавшихся атомов (ионов). Последние испускают характеристическое излучение, которое поступает в регистрирующее устройство спектрального прибора.

Атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) представляет собой метод атомно-эмиссионной спектроскопии, в котором в качестве атомизатора – источника возбуждения, ионизации атомов, используется индуктивно-связанная плазма (ИСП) [57].

Главными достоинствами АЭС с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-АЭС) являются стабильность работы, воспроизводимость условий возбуждения, возможность определения тугоплавких элементов (например, бора), низкий уровень самопоглощения, а также широкий диапазон определяемых концентраций [55]. Однако в ряде случаев сдерживающим фактором применения данного метода выступает высокая стоимость оборудования и аргона высокой чистоты [58].

ГОСТ 30538-97 распространяется на пищевое сырье и готовые продукты (в т. ч. зерно и продукты его переработки, сахар и кондитерские изделия, орехи), метод –

АЭС, минерализацию проб проводят способом сухого озоления, диапазоны измерения кадмия 0,002–4,0 мг/кг.

МВИ.МН 5680-2016 распространяется на масличное сырье и масложировые продукты; метод – АЭС-ИСП; минерализация – микроволновая либо автоклавная; диапазоны измерения кадмия – 0,05–1,25 мг/кг.

МВИ. МН 1792-2002 распространяется на жидкие образцы, но не на ядро подсолнечника, халву, козинаки.

ГОСТ 31870-2012, метод 2 (АЭС-ИСП), распространяется на питьевые воды, но не на ядро подсолнечника, халву, козинаки.

Стандарты, основанные на методе масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой (далее – ИСП-МС):

ГОСТ 34141-2017 «Продукты пищевые, корма, продовольственное сырье. Метод определения массовой доли мышьяка, кадмия, ртути и свинца с помощью масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой» (далее – ГОСТ 34141-2017);

СТБ EN 15763-2015 «Продукция пищевая. Определение следовых элементов. Определение мышьяка, кадмия, ртути и свинца в пищевой продукции методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) после минерализации под давлением» (далее – СТБ EN 15763-2015).

Метод ИСП-МС основан на использовании индуктивно-связанной плазмы в качестве источника ионов и масс-спектрометра для их разделения и детектирования. В аналитической химии ИСП-МС заняла место чрезвычайно быстрого, эффективного и высокочувствительного метода количественного одновременного определения многих элементов в концентрациях до 10^{-10} %, т. е. одна частица из 10^{12} .

ГОСТ 34141-2017 распространяется на пищевые продукты и продовольственное сырье: мясо (все виды животных), в том числе мясо птицы, субпродукты, молоко, молочные продукты, в том числе сыр, рыбу, нерыбные объекты, мед, корма, кормовые добавки; минерализация – микроволновая; диапазон измерений для кадмия – 0,005–100,0 мг/кг).

СТБ EN 15763-2015 распространяется на пищевые продукты; минерализация – микроволновая; диапазоны измерений для кадмия 0,03–28,3 мг/кг.

Все рассмотренные выше методы применимы для количественного элементного анализа выбранных объектов исследования, однако имеют определенные методические различия и, следовательно, обладают разными достоинствами.

4.3 Характеристика методов, используемых лабораториями уполномоченных органов в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения для определения кадмия в семенах и ядре подсолнечника и продукции, изготовленных с их использованием

Характеристика методов, используемых лабораториями уполномоченных органов в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Беларусь и их характеристики приведены в таблице В.2 предложения В. Всего лабораториями для определения кадмия в семенах подсолнечника и продукции на его основе используется 7 ТНПА.

5 Качественная и количественная характеристика уровней контаминации пищевой продукции на основе ретроспективных данных

5.1 Качественная и количественная характеристика уровней контаминации пищевой продукции на основе ретроспективных данных организаций, осуществляющих государственный санитарный надзор в Республике Беларусь

Осуществление лабораторного мониторинга за химическими показателями безопасности пищевой продукции является одним из направлений деятельности органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор. Полученные в Республике Беларусь данные свидетельствуют о высокой актуальности контаминации пищевой продукции кадмием. В 2020–2023 гг. количество проб пищевой продукции, загрязненной кадмием составляло 22,45–23,31 %, а количество нестандартных образцов – 0,04–0,21 % (таблица 2) [59].

Таблица 2 – Характеристика контаминации пищевой продукции кадмием в 2020–2023 гг.

Годы	Число проб				
	всего	с обнаружением		с превышением ДУ	
		всего	%	всего	%
2020	13943	3377	24,22	6	0,04
2021	15001	3670	24,47	6	0,04
2022	11235	2522	22,45	13	0,12
2023	11322	2639	23,31	24	0,21

Аналогичная ситуация характерна для Российской Федерации. Согласно официальным данным, число проб с превышением ДУ кадмия составляет – 0,03 % (за счет грибов – 0,69 % и картофеля – 0,22 %) [60].

Более детальный анализ структуры контаминации показал, что в наибольшей степени она характерна для рыбных продуктов, хлебобулочных и мукомольно-крупяных изделий, сахар и кондитерских изделий, и соли – в 2023 году кадмий обнаруживался в 26,39–35,69 % исследованных проб (таблица 3).

Таблица 3 – Характеристика контаминации отдельных групп пищевой кадмием в 2023 г.

Группы пищевых продуктов	Число проб				
	всего	с обнаружением		с превышением ДУ	
		всего	%	всего	%
1	2	3	4	5	6
Мясо, птица, яйца	950	150	15,79	0	0,00
Молочные продукты	604	73	12,09	0	0,00
Рыбные продукты	313	92	29,39	0	0,00
Хлебобулочные и мукомольно-крупяные изделия	1413	450	31,85	5	0,35

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Сахар и кондитерские изделия	1793	640	35,69	15	0,84
Соль	37	12	32,43	0	0,00
Плодоовощная продукция,	1634	284	17,38	2	0,12
из них картофель	130	26	20,00	0	0,00
Масличное сырьё, жировые продукты и продукты переработки растительных масел	405	60	14,81	2	0,49
Напитки	1268	57	4,50	0	0,00
Продукты детского питания	99	7	7,07	0	0,00
Консервы, включая мясные, овощные, плодово - , ягодные	925	211	22,81	0	0,00
Прочие продукты	1874	602	32,12	0	0,00
из них пищевые добавки	75	30	40,00	0	0,00
Всего	11322	2639	23,31	24	0,21

5.2 Качественная и количественная характеристика уровней контаминации ядра подсолнечника и продукции, изготовленной с его использованием пищевой продукции на основе данных производственного контроля

Результаты производственного контроля ядра подсолнечника, предназначенного для производства халвы и козинаки, проведенные на предприятиях концерна «Белгоспищепром» приведены в таблицах 4 и Г.1. приложения Г.

Таблица 4 – Характеристика контаминации ядра подсолнечника на основании результатов производственного контроля на предприятиях концерна «Белгоспищепром» в 2021–2024 гг.

Год	Исследовано проб				
	всего	из них			
		не соответствовали ДУ		соответствовали ДУ	
		Абс.число	%	Абс.число	%
2021	57	17	29,8	40	70,2
2022	157	92	58,6	65	41,4
2023	228	148	64,9	80	35,1
2024	74	38	51,4	36	48,6

Таким образом, в обсуждаемый период доля проб ядра подсолнечника, фактический уровень контаминации кадмием которых превышал ДУ, установленный для семян подсолнечника, составила от 29,8 до 64,9 %.

Количественная характеристика контаминации ядра подсолнечника представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Количественная характеристика контаминации ядра подсолнечника на основании результатов производственного контроля на предприятиях концерна «Белгоспищепром» в 2021–2024 гг. (мг/кг)

Год	Среднее содержание	Медиана	25 процентиль	75 процентиль	95 процентиль
2021	0,109	0,1	0,097	0,12	0,15
2022	0,132	0,13	0,098	0,16	0,19
2023	0,142	0,15	0,1	0,17	0,2
2024	0,127	0,115	0,09975	0,15	0,17

Характеристика содержания кадмия в продукции, изготовленной с использованием ядра подсолнечника представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Количественная характеристика контаминации продукции, изготовленной с использованием ядра подсолнечника на основании результатов производственного контроля на предприятиях концерна «Белгоспищепром» в 2021–2024 гг. (мг/кг)

Год	Наименование кондитерского изделия	Норматив по кадмию согласно ТР ТС 021/2011	Результаты лабораторных испытаний	№ протокола, кем выдан
1	2	3	4	5
Методы проведения испытаний: ГОСТ 33824-2016 – отдел испытаний «Бобруйский ЦСМС», ГОСТ EN 14083-2013 – отдел испытаний РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»				
2021	1. Халва подсолнечная без добавления сахара	0,1 мг/кг	менее 0,003 мг/кг	№1013с/29 «Бобруйский ЦСМС»
	2. Халва подсолнечная глазированная		0,091мг/кг	№2192с/39 «Бобруйский ЦСМС»
	3. Халва подсолнечная «Орешек»		менее 0,01 мг/кг	№4953 РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»
Методы проведения испытаний: ГОСТ 30178-96, ГОСТ 33824-2016 – отдел испытаний «Бобруйский ЦСМС», ГОСТ EN 14083-2013 – отдел испытаний РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»				
2022	1. Козинак подсолнечный	0,1 мг/кг	0,09 мг/кг	№1848 РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»
	2. Халва подсолнечная «Орешек»		0,09 мг/кг	№1848 РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»
	3. Халва подсолнечная глазированная		0,09 мг/кг	№1848 РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»

Приложение таблицы 6

1	2	3	4	5
	4. Конфеты «Подсолнечник и лен в мягкой карамели»		0,09 мг/кг	№2521 РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»
	5. Халва подсолнечная без добавления сахара		0,08 мг/кг	№4205 РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»
Методы проведения испытаний: ГОСТ 30178-96, ГОСТ 33824-2016 – отдел испытаний «Бобруйский ЦСМС», ГОСТ EN 14083-2013 – отдел испытаний РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»				
2023	1. Халва подсолнечная глазированная	0,1 мг/кг	0,09 мг/кг	№1061/4с «Бобруйский ЦСМС»
	2. Козинак подсолнечный		0,085 мг/кг	№1053/850 «Бобруйский ЦСМС»
	3. Конфеты «Подсолнечник и лен в мягкой карамели»		0,093 мг/кг	№1055/852 «Бобруйский ЦСМС»
	4. Халва подсолнечная без добавления сахара		0,09 мг/кг	№1056/853 «Бобруйский ЦСМС»
	5. Халва подсолнечная «Орешек»		0,073 мг/кг	№1056/853 «Бобруйский ЦСМС»
	6. Паста подсолнечная с морской солью		0,1 мг/кг	№1712/1336 «Бобруйский ЦСМС»
	7. Халва подсолнечная с солью		0,08 мг/кг	№4127/3758 «Бобруйский ЦСМС»
Методы проведения испытаний: ГОСТ 30178-96 – отдел испытаний «Бобруйский ЦСМС», ГОСТ EN 14083-2013 – отдел испытаний РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»				
2024	1. Козинак подсолнечный	0,1 мг/кг	0,084 мг/кг	№1417/1006 «Бобруйский ЦСМС»
	2. Халва подсолнечная «Орешек»		0,083 мг/кг	№1427/1018 «Бобруйский ЦСМС»
	3. Халва подсолнечная глазированная		0,085 мг/кг	№1428/1019 «Бобруйский ЦСМС»
	4. Халва подсолнечная без добавления сахара		0,096 мг/кг	№1426/1017 «Бобруйский ЦСМС»
	5. Конфеты «Подсолнечник и лен в мягкой карамели»		0,02 мг/кг	№1976 РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»

Приложение таблицы 6

1	2	3	4	5
	6. Халва подсолнечная с изюмом		0,06 мг/кг	№1976 РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»
	7. Халва подсолнечная сахарная		0,075 мг/кг	№4038/3866 «Бобруйский ЦСМС»
	8. Халва «Ванильный аромат»		0,087 мг/кг	№4084/3867 «Бобруйский ЦСМС»
	9. Халва подсолнечная с перцем		0,094 мг/кг	№4085/3909 «Бобруйский ЦСМС»

Таким образом, полученные результаты подтверждают приоритетность кадмия в качестве объекта для актуализации гигиенического норматива в ядре подсолнечника и продукции, изготовленной с его использованием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен обзор научных публикаций, который свидетельствует о значительном спектре естественных и антропогенных источников загрязнения кадмием почвы. Исследования подтверждают зависимость уровня обсуждаемого элемента как от первичных характеристик самой почвы, так и складывающегося баланса процессов попадания и выноса кадмия. Удобрения, особенно фосфорные, являются важным антропогенным источником кадмия, при этом его биодоступность зависит от ряда факторов, например – уровня pH, температуры, доли органического компонента и др. Растения, выращиваемые на почвах, загрязненных кадмием, накапливают обсуждаемый загрязнитель, при этом имеет место генетически детерминированная способность отдельных культур к его накоплению. Повышенные уровни кадмия в кормах ассоциированы с увеличением его содержанием в продукции животного происхождения.

Кадмий является высокотоксичным соединением с множеством негативных эффектов в состоянии здоровья, является канцерогенным для человека.

Высокая частота выявления кадмия при проведении лабораторного мониторинга обуславливают его высокую гигиеническую значимость. Высокая доля проб ядра подсолнечника, превышающих гигиенические нормативы, подтверждают приоритетность кадмия в качестве объекта для актуализации гигиенического норматива в ядре подсолнечника и продукции, изготовленной с его использованием.

Изучение методического обеспечения лабораторного определения кадмия в пищевой продукции свидетельствует о значительном спектре доступных методик, основанных на различных принципах детекции. В перечни взаимосвязанных стандартов включено 25 ТНПА.

В Республике Беларусь сформирован значительный лабораторный потенциал по контролю показателей безопасности пищевой продукции – всего аккредитовано 76 испытательных лабораторий, из них 49 % – в системе Министерства здравоохранения. Указанными лабораториями для определения кадмия в семенах подсолнечника и продукции на его основе используется 7 ТНПА.

Данные лабораторного мониторинга, полученные в Республике Беларусь свидетельствуют о высокой актуальности контаминации пищевой продукции кадмием – за 5-летний период начиная с 2020 г. количество проб пищевой продукции, загрязненной кадмием составляло 22,45–23,31%, а количество нестандартных образцов – 0,04–0,21%.

Начиная с 2021 г. доля проб ядра подсолнечника, фактический уровень контаминации кадмием которых превышал ДУ, установленный для семян подсолнечника, достигала 64,9 %.

Максимальные зарегистрированные средние уровни контаминации ядра подсолнечника составили 0,142 мг/кг, 95 процентиль – 0,2 мг/кг.

Подготовлен промежуточный отчет о НИР (1 этап). Запланированные исследования выполнены в полном объеме согласно календарному плану.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Cadmium (addendum) / U. Mueller, A. Agudo, A. Åkesson et al. // Safety evaluation of certain food additives and contaminants: Prepared by the seventy-third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) / World Health Org., Food and Agric. Org. of the United Nations. — Geneva, 2011. — P. 305—380. — (WHO food additives series; 64).
2. Cadmium dietary exposure in the European population: Scientific report of EFSA // EFSA Journal. — 2012. — Vol. 10, № 1. — DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2551.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Гос. докл. / Федер. служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. — URL: <https://rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/b50/t4kqksh4b12a2iwjnha29922vu7naki5/GD-SEB.pdf> (дата обращения 19.11.2024).
4. Федоренко Е.В., Губич Л.В., Амвросьев П.А. Оценка риска здоровью взрослого населения вследствие загрязнения пищевых продуктов отдельными токсичными элементами и нитратами // Здоровье и окружающая среда: Сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Респ. науч.-практ. центр гигиены, Белорус. науч. о-во гигиенистов; под ред. В.П. Филонов (гл. ред.) [и др.]. — Минск, 2009. — Т. 14. — С. 193—199.
5. Федоренко Е.В. Особенности загрязнения кадмием продуктов питания в крупном промышленном центре // Вест. С.-Петерб. гос. мед. акад. им. И.И. Мечникова. — 2007. — № 2. — С. 177—178.
6. Шур П.З., Фокин В.А., Новоселов В.Г. К вопросу об оценке допустимого суточного поступления кадмия с продуктами питания // Здоровье населения и среда обитания. — 2015. — № 12. — С. 30—33.
7. Фокин В.А. Идентификация опасности с последующим проведением оценки риска остаточных количеств кадмия в пищевой продукции как фактор риска развития негативных эффектов на здоровье человека // Санитар. врач. — 2015. — № 10. — С. 63—67.
8. Cadmium toxicity and health effects — a brief summary / A.E. Charkiewicz, W.J. Omeljaniuk, K. Nowak et al. // Molecules. — 2023. — Vol. 28, № 18. — DOI: 10.3390/molecules28186620.
9. Дубовик В.А. Загрязнение почв тяжелыми металлами и радионуклидами: мониторинг и приемы снижения экотоксичности // С.-х. биология. — Т. 46, № 6. — 2011. — С. 27—36.

10. Измеров Н.Ф., Кириллов В.Ф. Гигиена труда: Учеб. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. — 480 с.
11. Влияние различных систем удобрения на накопление тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Ф.В. Моисеенко и др. // Вестн. Брянской гос. с.-х. акад. — 2005. — Прил. — С. 22—29.
12. Мудрый И.В. Тяжелые металлы в системе почва-растение-человек (обзор) // Гигиена и санитария. — 1997. — № 1. — С. 14—17.
13. Bakhshayesh B.E., Delkash M., Scholz M. Response of vegetables to cadmium-enriched soil // Water. — 2014. — Vol. 6, № 5. — P. 1246—1256.
14. Раскатов А.В. Агроэкологические аспекты транслокации тяжелых металлов в почве и растениях (на примере дерново-подзолистых почв Ивановской области): Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.15 / Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. — М., 2000. — 20 с.
15. Shacklette H.T. Cadmium in plants: Geological survey bulletin 1314-G. — Washington: United States gov. print. office, 1972. — 28 p.
16. Cadmium and lead accumulation in important food crops due to wastewater irrigation: pollution index and health risks assessment / Y. Alhaj Hamoud, H. Shaghaleh, M. Zia-Ur-Rehman et al. // Heliyon. — 2024. — Vol. 10, № 3. — DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e24712.
17. Ballabio C., Jones A., Panagos P. Cadmium in topsoils of the European Union — an analysis based on LUCAS topsoil database // The Sci. of the Total Environ. — 2024. — Vol. 912. — DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.168710.
18. Page A.L., Chang A.C., El-Amamy M. Cadmium levels in soils and crops in the United States // Lead, mercury, cadmium and arsenic in the environment / ed.: T.C. Hutchinson, K.M. Meema — New York, 1987. — Ch. 10. — P. 119—146.
19. Geochemical and mineralogical maps, with interpretation, for soils of the conterminous United States / D.B. Smith, F. Solano, L.G. Woodruff et al. — Reston, 2019. — URL: <https://pubs.usgs.gov/publication/sir20175118> (date of access 13.12.2024). — (Scientific Investigations Report 2017-5118).
20. A critical review on effects, tolerance mechanisms and management of cadmium in vegetables / M. Rizwan, S. Ali, M. Adrees et al. // Chemosphere. — 2017. — Vol. 182. — P. 90—105.
21. Guttormsen G., Singh B.R., Jeng A.S. Cadmium concentration in vegetable crops grown in a sandy soil as affected by Cd levels in fertilizer and soil pH // Fertilizer Res. — 1995. — Vol. 41. — P. 27—32.
22. Abraham E. Cadmium in New Zealand agricultural soils // N. Z. J. of Agric. Res. — 2020. — Vol. 63, № 2. — P. 202—219.

23. Gray C.W., Cavanagh J.A.E. The state of knowledge of cadmium in New Zealand agricultural systems: 2021 // *N. Z. J. of Agric. Res.* — 2023. — Vol. 66, № 4. — P. 285—335.
24. McDowell R.W., Taylor M.D., Stevenson B.A. Natural background and anthropogenic contributions of cadmium to New Zealand soils // *Agric. Ecosyst. & Environ.* — 2013. — Vol. 165. — P. 80—87.
25. Milham P.J. The behaviour of cadmium in soil: Diss. ... for the degree of Dr. of Philosophy / Univ. of Western Sydney. — Sydney, 2008. — 139 p.
26. Cd content in phosphate fertilizer: which potential risk for the environment and human health? / N.A. Suciu, R. De Vivo, N. Rizzati et al. // *Curr. Opin. in Environ. Sci. & Health.* — 2022. — Vol. 30. — DOI: 10.1016/j.coesh.2022.100392.
27. Jeng A.S., Singh B.R. Cadmium status of soils and plants from a long-term fertility experiment in southeast Norway // *Plant and Soil.* — 1995. — Vol. 175. — P. 67—74.
28. Impact of cadmium levels in fertilisers on cadmium accumulation in soil and uptake by food crops / P. Römkens, R. Rietra, H. Kros et al. — Wageningen: Wageningen Environ. Res., 2018. — 115 p. — (Wageningen Environmental Research rapport; 2889).
29. Influence of soil properties on cadmium accumulation in vegetables: thresholds, prediction and pathway models based on big data / S.F. Pan, X.H. Ji, Y.H. Xie et al. // *Environ. Pollut.* — 2022. — Vol. 304. — DOI: 10.1016/j.envpol.2022.119225.
30. Availability and chemical associations of cadmium in contaminated tropical soils amended with mineral and organic amendments / M.D. Carrillo-Zenteno, R.B.A. Fernandes, R.L. Ferreira-Fontes et al. // *Terra Latinoam.* — 2022. — Vol. 40. — DOI: 10.28940/terra.v40i0.928.
31. Assessing soil cadmium quality standards for different land use types: a global synthesis / G. Wang, X. Li, J. Deng et al. // *J. of Hazard. Mater.* — 2024. — Vol. 480. — DOI: 10.1016/j.jhazmat.2024.136450.
32. Canadian soil quality guidelines for the protection of environmental and human health // Canadian environmental quality guideline / Can. Council of Ministers of the Environ. — URL: <https://ccme.ca/en/res/cadmium-canadian-soil-quality-guidelines-for-the-protection-of-environmental-and-human-health-en.pdf> (date of access 12.12.2024).
33. Лукин С.В. Мониторинг содержания кадмия в агроэкосистемах центрально-черноземного района России // *Докл. Рос. акад. наук. Науки о земле.* — 2023. — Т. 511, № 2. — С. 274—279.
34. Toxicity of cadmium in soil-plant-human continuum and its bioremediation techniques / A. Dutta, A. Patra, H.S. Jatav et al. // *Soil contamination — threats and sustainable solutions* / eds.: M.L. Larramendy, S. Soloneski. — 2021. — Ch. 4. — DOI: 10.5772/intechopen.94307.

35. IARC monographs on the identification of carcinogenic hazards to humans // Int. Agency for Res. on Cancer. World Health Org. — URL: <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications> (date of access 12.12.2024).
36. Самусик Е.А., Головатый С.Е. Тяжелые металлы в почвах и в растениях пшеницы в зоне воздействия предприятия по производству строительных материалов // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. — 2021. — № 4. — С. 76—88.
37. Cadmium phytotoxicity, tolerance, and advanced remediation approaches in agricultural soils; a comprehensive review / U. Zulfiqar, W. Jiang, W. Xiukang et al. // Front. in Plant Sci. — 2022. — Vol. 13. — DOI: 10.3389/fpls.2022.773815.
38. Tang X., Ni Y. Review of remediation technologies for cadmium in soil // 2nd International academic exchange conference on science and technology innovation, Guangzhou, 18—20 Dec. 2020. — [Publ.] E3S Web of Conferences. — 2021. — Vol. 233. — DOI: 10.1051/e3sconf/202123301037.
39. Regulation (EU) 2019/1009 of the European parliament and of the council of 5 June 2019: laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products and amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009 and repealing Regulation (EC) No 2003/2003. — URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02019R1009-20241117> (date of access 13.12.2024).
40. Concentration of cadmium and lead in vegetables and fruits / M. Rusin, J. Domagalska, D. Rogala et al. // Sci. Rep. — 2021. — Vol. 11. — DOI: 10.1038/s41598-021-91554-z.
41. MacLean A.J. Cadmium in different plant species and its availability in soils as influenced by organic matter and additions of lime, P, Cd and Zn // Canadian Journal of Soil Science. — 1976. — Vol. 56, № 3. — P. 129—138.
42. Pan X.D., Han J.L. Distribution of cadmium in fresh vegetables marketed in southeast china and its dietary exposure assessment // Foods. — 2023. — Vol. 12, № 6. — DOI: 10.3390/foods12061204.
43. Soil, site, and management factors affecting cadmium concentrations in cacao-growing soils / D. Scaccabarozi, L. Castillo, A. Aromatizi et al. // Agronomy. — 2020. — Vol. 10, № 6. — DOI: 10.3390/agronomy10060806.
44. Xiao Q., Wang S., Chi Y. Accumulation and chemical forms of cadmium in tissues of different vegetable crops // Agronomy. — 2023. — Vol. 13, № 3. — DOI: 10.3390/agronomy13030680.

45. Effect of cultivar type and soil properties on cadmium concentrations in potatoes / C.W. Gray, Z. Yi, N.J. Lehto et al. // N. Z. J. of Crop and Hortic. Sci. — 2019. — Vol. 47, № 3. — P. 182—197.
46. Cadmium and lead in vegetable and fruit produce selected from specific regional areas of the UK / G. J. Norton, C. M. Deacon, A. Mestrot // Sci. of the Total Environ. — 2015. — Vol. 533. — P. 520—527.
47. Cadmium partitioning between hulls and kernels in three sunflower varieties: consequences for food/feed chain safety / C. Nguyen, J.P. Loison, C. Motard et al. // Environ. Sci. and Pollut. Res. — 2024. — Vol. 31. — P. 1674—1680.
48. Cadmium in animal feed and in foodstuffs of animal origin / J. Sapunar-Postružnik, D. Bažulić, M. Grubelić et al. // Food technol. and biotechnol. — 2011. — Vol. 39, № 1. — P. 67—71.
49. Cadmium, lead, mercury and arsenic in animal feed and feed materials — trend analysis of monitoring results / P. Adamse, H.J.I. Van der Fels-Klerx, J. de Jong // Food Addit. & Contam. Part A Chem. Anal. Control Expo. & Risk Assess. — 2017. — Vol. 34, № 8. — P. 1298—1311.
50. Ефремова Л.А. Инверсионно-вольтамперометрические (ИВА) методы анализа // Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Марий Эл». — URL: <https://www.12sanepid.ru/press/publications/2631.html> (дата обращения 02.12.2024).
51. CHEMPORT.RU. — URL: https://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_3069.html (дата обращения 02.12.2024).
52. Бейзель Н.Ф. Атомно-абсорбционная спектрометрия: Учеб. пособие. — Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2008. — 71 с.
53. Беккер Ю. Спектроскопия / под ред. А.А. Пупышева, М.В. Полякова. — М.: Техносфера, 2009. — 527 с.
54. Чегринцев С.Н. Атомно-абсорбционный анализ: Метод. указ. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исслед. Томский политехн. ун-т. — Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2014. — 44 с.
55. Беляцкий В.Н. Основы методов атомно-абсорбционной и атомно-эмиссионной спектроскопии: Учеб.-метод. пособие. — Минск: БГМУ, 2015. — 40 с.
56. Семенова И.В., Суровяткина Д.Г. Диагностика элементного состава природных и промышленных вод // Современ. проблемы науки и образования. — 2015. — № 2, ч. 2. — URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21507> (дата обращения 20.11.2024).

57. Министерство здравоохранения Российской Федерации. — URL: <https://minzdrav.gov.ru/> (дата обращения 05.12.2024).
58. Основы аналитической химии: Учеб. для вузов: В 2 кн. / Н.В. Алов, Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш и др.; под ред. Ю.А. Золотова; МГУ им. М. В. Ломоносова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 2004. — Кн. 2: Методы химического анализа. — 503 с.
59. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Беларусь в 2023 году: Докл. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь. — URL: <https://rcheph.by/info-analit-block/sanitarno-epidemiologicheskaya-obstanovka-v-respublike-belarus-za-2020-god/> (дата обращения 25.11.2024).
60. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году: Докл. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь. — URL: <https://rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/b50/t4kqksh4b12a2iwjnha29922vu7naki5/GD-SEB.pdf> (дата обращения 25.11.2024).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Сравнительный анализ нормирования кадмия в пищевой продукции и сырье для ее
производства в ЕАЭС, ЕС и международном уровне**

Таблица А.1 – Анализ нормирования кадмия в пищевой продукции и сырье для ее производства в Европейском союзе и согласно стандартам Кодекс Алиментариус

ЕС			Кодекс Алиментариус		ЕАЭС	
Группа продуктов		МДУ, мг/кг	Группа продуктов	МДУ, мг/кг	Группа продуктов	МДУ, мг/кг
1		2	3	4	5	6
3.2.1	Фрукты и орехи ¹		Овощи-фрукты Целые плоды после удаления стеблей. Сладкая кукуруза и свежая кукуруза: зерна плюс початок без шелухи.	0,05	Овощи, картофель, бахчевые, фрукты, ягоды и продукты из них, в том числе консервы из овощей <*>; Соковая продукция из фруктов и (или) овощей	0,03
3.2.1.1	Фрукты, кроме продуктов, перечисленных в 3.2.1.2, 3.2.1.3 и 3.2.1.4.	0,050	МДУ не распространяется на томаты и съедобные грибы.		Консервы овощные, фруктовые, ягодные в сборной жестяной таре, кроме соковой продукции из фруктов и (или) овощей; Плодово-ягодные концентраты с сахаром (джемы, варенье и др.); Кофе (в зернах, молотый, растворимый) <*>	0,05
3.2.1.2	Цитрусовые, семечковые, косточковые, столовые оливки, киви, бананы, манго, папайя и ананасы.	0,020	-	-	Чай	1,0
3.2.1.3	Ягоды и мелкие фрукты, кроме продуктов, перечисленных в 3.2.1.4.	0,030	-	-	-	-

¹ Максимальный уровень относится к сырому весу. Максимальный уровень применяется после мытья и отделения съедобной части.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
3.2.1.4	Малина	0,040	-	-	-	-
3.2.1.5	Лесные орехи ²		-	-	Орехи и продукты из них	0,1
3.2.1.5.1	Лесные орехи, кроме продуктов, перечисленных в пункте 3.2.1.5.2.	0,20				
3.2.1.5.2	кедровые орехи	0,30				
3.2.2	Корнеплоды и клубнеплоды ³		Корнеплоды и клубнеплоды Целые плоды после удаления верхушки. Картофель: очищенный картофель.	0,1	-	-
3.2.2.1	Корнеплоды и клубнеплоды, кроме продуктов, перечисленных в 3.2.2.2, 3.2.2.3, 3.2.2.4, 3.2.2.5 и 3.2.2.6. ⁴	0,10				
3.2.2.2	Свекла	0,060				
3.2.2.3	Сельдерей	0,15				
3.2.2.4	Хрен, пастернак, козлородник	0,20				
3.2.2.5	Редис	0,020				
3.2.2.6	Тропические корни и клубни, корни петрушки, репы.	0,050	-	-	-	-
3.2.3	Луковичные овощи ⁵		Луковицы/сухой лук и чеснок	0,05	-	-

² Максимальные уровни не распространяются на древесные орехи, предназначенные для дробления и переработки нефти, при условии, что оставшиеся прессованные древесные орехи не поступают на рынок в качестве продуктов питания. В случае, если оставшиеся прессованные древесные орехи поступают на рынок в качестве продуктов питания, применяются максимальные уровни с учетом статей 3(1) и (2).

³ Максимальный уровень относится к сырому весу. Максимальный уровень применяется после мытья и отделения съедобной части.

⁴ Для картофеля максимальный уровень относится к очищенному картофелю.

⁵ Максимальный уровень относится к сырому весу. Максимальный уровень применяется после мытья и отделения съедобной части.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
3.2.3.1	Луковичные овощи, кроме продуктов, перечисленных в 3.2.3.2.	0,030				
3.2.3.2	Чеснок	0,050				
3.2.4	Плодовые овощи ⁶		-	-	-	-
3.2.4.1	Плодовые овощи, кроме продуктов, перечисленных в 3.2.4.2.	0,020				
3.2.4.2	Баклажаны	0,030				
3.2.5	Овощи крестоцветные ⁷		Капустные (крестоцветные)	0,05	-	-
3.2.5.1	Brassica, за исключением продуктов, перечисленных в 3.2.5.2.	0,040	Белокачанная капуста и кольраби. Цветная капуста и брокколи: цветочные головки (только незрелые соцветия только). Брюссельская капуста			
3.2.5.2	Листовая капуста	0,10	Капустные (крестоцветные) листовые	0,2		
3.2.6	Листовые овощи и зелень ⁸		Листовые овощи	0,2	-	-
3.2.6.1	Листовые овощи, кроме продуктов, перечисленных в 3.2.6.2.	0,10	МДУ также применяется к листовым овощам Brassica.			
3.2.6.2	Шпинаты и аналогичные листья, ростки горчицы и свежая зелень	0,20				

⁶ Максимальный уровень относится к сырому весу. Максимальный уровень применяется после мытья и отделения съедобной части.

⁷ Максимальный уровень относится к сырому весу. Максимальный уровень применяется после мытья и отделения съедобной части.

⁸ Максимальный уровень относится к сырому весу. Максимальный уровень применяется после мытья и отделения съедобной части.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
3.2.7	Бобовые овощи ⁹	0,020	Бобовые овощи Целые овощи в том виде, в котором они потребляются. Сочные формы могут быть потребляться в виде целых стручков или очищенный продукт МДУ не распространяется на соевые бобы (сухие).	0,1	-	-
3.2.8	Стеблевые овощи ¹⁰		Стеблевые овощи	0,1	-	-
3.2.8.1	Стеблевые овощи, кроме продуктов, перечисленных в 3.2.8.2 и 3.2.8.3.	0,030	Ревень: только стебли с листьями. Артишок шаровидный: только цветочная головка.			
3.2.8.2	Сельдерей	0,10	Сельдерей и спаржа			
3.2.8.3	Лук-порей	0,040				
3.2.9	Грибы ¹¹		-	-	Грибы и продукты из них	0,1
3.2.9.1	Культивируемые грибы, за исключением продуктов, перечисленных в 3.2.9.2.	0,500,050				
3.2.9.2	Вешенка <i>Pleurotus ostreatus</i> . Гриб шиитаке (<i>Lentinula edodes</i>)	0,15				
3.2.9.3	Дикie грибы					
3.2.10	Бобовые и белки из бобовых		-	-	-	-

⁹ Максимальный уровень относится к сырому весу. Максимальный уровень применяется после мытья и отделения съедобной части.

¹⁰ Максимальный уровень относится к сырому весу. Максимальный уровень применяется после мытья и отделения съедобной части.

¹¹ Максимальный уровень относится к сырому весу. Максимальный уровень применяется после мытья и отделения съедобной части.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
3.2.10.1	Зернобобовые, за исключением продуктов, перечисленных в 3.2.10.2.	0,040				
3.2.10.2	Белки из бобовых	0,10				
3.2.11	Масличные культуры ¹²		-	-	Масличные культуры (подсолнечник, соя, хлопчатник, лен, рапс, горчица, кунжут, арахис)	0,1
3.2.11.1	Семена масличных культур, кроме продукции, указанной в 3.2.11.2, 3.2.11.3, 3.2.11.4, 3.2.11.5 и 3.2.11.6.	0,10				
3.2.11.2	Семена рапса	0,15				
3.2.11.3	Арахис и соевые бобы	0,20				
3.2.11.4	Семена горчицы	0,30				
3.2.11.5	Семена льна и семена подсолнечника	0,50	-	-	Для семян подсолнечника, предназначенных для непосредственного употребления в пищу	0,2
					Для семян подсолнечника, предназначенных для промышленной переработки на масло подсолнечное	0,35
3.2.11.6	Семена мака	1,20			Семена пищевого мака	0,5

¹² Максимальные уровни не распространяются на семена масличных культур, предназначенные для дробления и переработки нефти, при условии, что оставшиеся отпрессованные семена масличных культур не будут реализовываться на рынке в качестве продуктов питания. В случае, если оставшиеся прессованные семена масличных культур поступают на рынок в качестве продуктов питания, применяются максимальные уровни с учетом статей 3(1) и (2).

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
3.2.12	Хлопья ¹³		-	-	Продукты переработки злаковых и зернобобовых культур, за исключением хлеба и булочных изделий	0,1
3.2.12.1	Крупы, кроме продуктов, перечисленных в 3.2.12.2, 3.2.12.3, 3.2.12.4 и 3.2.12.5.	0,10	-	-	Хлеб, булочные изделия и сдобные изделия	0,07
3.2.12.2	Ячмень и рожь	0,050	-	-	-	-
3.2.12.3	Рис, киноа, пшеничные отруби и пшеничная клейковина	0,15	Рис шлифованный	0,4	Злаковые культуры (пшеница, рожь, тритикале, овес, ячмень, просо, гречиха, рис, кукуруза, сорго)	0,1
3.2.12.4	Твердая пшеница (<i>Triticum durum</i>)	0,18	Пшеница	0,2		
3.2.12.5	Зародыши пшеницы	0,20	Цельное зерно	0,1		
3.2.13	Продукты животного происхождения (²) ¹⁴		-	-	Мясо, мясные и мясосодержащие продукты, мясо птицы, продукты из него, консервы мясные, мясо-растительные, птичьи; Яичный белок (альбумин) сухой	0,05
3.2.13.1	Мясо крупного рогатого скота, овец, свиней и птицы ¹⁵	0,050			Консервы мясные, из мяса птицы, мясо-растительные в сборной жестяной таре; Яичные продукты сухие	0,1

¹³ Максимальные уровни не применяются к зерновым, используемым для производства пива или дистиллятов, при условии, что оставшиеся остатки зерновых не поступают на рынок в качестве продуктов питания. В случае, если оставшиеся остатки зерновых поступают на рынок в качестве продуктов питания, применяются максимальные уровни с учетом статей 3(1) и (2).

¹⁴ Максимальный уровень относится к сырому весу.

¹⁵ Кроме субпродуктов.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
3.2.13.2	Конина ¹⁶	0,20			Яйца и жидкие яичные продукты (меланж, белок, желток)	0,01
3.2.13.3	Печень крупного рогатого скота, овец, свиней, птицы и лошадей	0,50			Субпродукты убойных животных, шкура свиная, кровь пищевая и продукты из них, консервы из субпродуктов (в том числе паштетные), консервы мясо-растительные	0,3
3.2.13.4	Почки крупного рогатого скота, овец, свиней, птицы и лошадей	1,0			Консервы из субпродуктов с добавлением почек, в том числе паштетные	0,6
					Почки; Продукты мясные с использованием почек	1,0
3.2.14	Рыбная продукция (²) и двустворчатые моллюски (²) ¹⁷		-	-	Все виды рыбной продукции и морских млекопитающих (кроме икры, молока и печени), в том числе сушеная продукция	0,2
3.2.14.1	Мышечное мясо рыбы, кроме видов, перечисленных в 3.2.14.2, 3.2.14.3 и 3.2.14.4. ¹⁸	0,050			Икра и молоки рыб и продукты из них; Аналоги икры; Водоросли и травы морские	1,0
3.2.14.2	Мышечное мясо следующих рыб: Скумбрия (вид <i>Scomber</i>)	0,10				

¹⁶ Кроме субпродуктов.

¹⁷ Максимальный уровень относится к сырому весу.

¹⁸ Если рыба предназначена для употребления в пищу целиком, максимальный уровень применяется к целой рыбе. В случае сушеных, разбавленных, обработанных и/или составных пищевых продуктов применяются статьи 3(1) и (2).

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
	Тунец (виды <i>Thunnus</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i> , виды <i>Euthynnus</i>) Бишике (<i>Sicyopterus lagocephalus</i>) ¹⁹					
3.2.14.3	Мышечное мясо тунца-пули (вид <i>Auxis</i>) ²⁰	0,15			Печень рыб и продукты из нее	0,7
3.2.14.4	Мышечное мясо следующих рыб: Анчоус (вид <i>Engraulis</i>) Рыба-меч (<i>Xiphias Gladius</i>) Сардина (<i>Sardina pilchardus</i>) ²¹	0,25			-	-
3.2.14.5	Ракообразные ²²	0,50			Моллюски, ракообразные и другие беспозвоночные, земноводные, пресмыкающиеся	2,0
3.2.14.6	Двустворчатые моллюски ²³	1,0	Морские двустворчатые моллюски моллюски	2	-	-

¹⁹ Если рыба предназначена для употребления в пищу целиком, максимальный уровень применяется к целой рыбе. В случае сушеных, разбавленных, обработанных и/или составных пищевых продуктов применяются статьи 3(1) и (2).

²⁰ Если рыба предназначена для употребления в пищу целиком, максимальный уровень применяется к целой рыбе. В случае сушеных, разбавленных, обработанных и/или составных пищевых продуктов применяются статьи 3(1) и (2).

²¹ Если рыба предназначена для употребления в пищу целиком, максимальный уровень применяется к целой рыбе. В случае сушеных, разбавленных, обработанных и/или составных пищевых продуктов применяются статьи 3(1) и (2).

²² Максимальный уровень распространяется на мышечное мясо придатков и брюшка, что означает, что голову ракообразных исключена. В случае крабов и крабообразных ракообразных (*брахиюра* и *аномура*) максимальный уровень распространяется на мышечное мясо из придатков. В случае сушеных, разбавленных, обработанных и/или составных пищевых продуктов применяются статьи 3(1) и (2).

²³ В случае *Pecten maximus* максимальный уровень относится только к приводящей мышце и гонаде. В случае сушеных, разбавленных, обработанных и/или составных пищевых продуктов применяются статьи 3(1) и (2).

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
3.2.14.7	Головоногие моллюски ²⁴	1,0	Головоногие моллюски	2		
3.2.15	Какао и шоколадные изделия (¹⁴)		-	-	Шоколад и изделия из него; какао-бобы и какао-продукты	0,5
3.2.15.1	Молочный шоколад с содержанием сухих веществ какао <30 %.	0,10				
3.2.15.2	Шоколад с общим содержанием сухих веществ какао < 50 %; молочный шоколад с общим содержанием сухих веществ какао ≥ 30 %	0,30				
3.2.15.3	Шоколад с общим содержанием сухих веществ какао ≥ 50 %.	0,80				
3.2.15.4	Какао-порошок, выпускаемый на рынок для конечного потребителя, или в качестве ингредиента подслащенного какао-порошка или шоколадного порошка, выпускаемого на рынок для конечного потребителя (питьевой шоколад)	0,60				

²⁴ Максимальный уровень применяется к животному без внутренних органов. В случае сушеных, разбавленных, обработанных и/или составных пищевых продуктов применяются статьи 3(1) и (2).

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
3.2.16	Соль	0,50	-	-	-	-
3.2.17	Детские смеси, смеси для прикорма, питание специального медицинского назначения, предназначенное для детей грудного и раннего возраста (³) и смеси для детей раннего возраста (⁴) ²⁵		-	-	-	-
3.2.17.1	выпускается на рынке в виде порошка и производится из белков коровьего молока или гидролизатов белков коровьего молока.	0,010	-	-	-	-
3.2.17.2	размещаются на рынке в жидком виде и производятся из белков коровьего молока или гидролизатов белков коровьего молока.	0,005	-	-	-	-
3.2.17.3	выпускается на рынок в виде порошка и производится из изолятов соевого белка отдельно или в смеси с белками коровьего молока.	0,020	-	-	-	-
3.2.17.4	выпускается на рынок в жидком виде и производится из	0,010	-	-	-	-

²⁵ Максимальный уровень применяется к продукту, размещенному на рынке.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
	изолятов соевого белка отдельно или в смеси с белками коровьего молока.					
3.2.18	Детские смеси (⁴) ²⁶		-	-	-	-
3.2.18.1	выпускаются на рынок в виде порошка и производятся из изолятов растительного белка, кроме изолятов соевого белка, отдельно или в смеси с белками коровьего молока.	0,020	-	-	-	-
3.2.18.2	размещаются на рынке в жидком виде и производятся из изолятов растительного белка, кроме изолятов соевого белка, отдельно или в смеси с белками коровьего молока.	0,010	-	-	-	-
3.2.19	Напитки для младенцев и детей раннего возраста, маркированные и выпускаемые на рынок как таковые, за исключением продуктов, перечисленных в пунктах 3.2.17 и 3.2.18.		-	-	-	-
3.2.19.1	размещается на рынке в жидком виде или подлежит	0,020	-	-	-	-

²⁶ Максимальный уровень применяется к продукту, размещенному на рынке.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
	восстановлению в соответствии с инструкциями производителя. ²⁷					
3.2.20	Детское питание и обработанные продукты на основе злаков для младенцев и детей раннего возраста (³) ²⁸	0,040	-	-	-	-
3.2.21	БАД к пище		-	-	БАД на основе преимущественно пищевых волокон	0,1
3.2.21.1	БАД к пище, кроме продуктов, перечисленных в 3.2.21.2.	1,0	-	-	БАД на основе чистых субстанций (витамины, минеральные вещества, органические и др.) или концентратов (экстракты растений и др.) с использованием различных наполнителей, в т.ч. сухие концентраты для напитков; БАД на основе природных минералов (цеолиты и др.), в т.ч. мумие; БАД на растительной основе, в т.ч. цветочная пыльца, сухие, чай; БАД на основе переработки мясо-молочного сырья, в т.ч. субпродуктов, птицы; членистоногих, земноводных, продуктов пчеловодства (маточное	1,0

²⁷ В том числе фруктовые соки. Максимальный уровень применяется к продуктам, готовым к использованию.

²⁸ Максимальный уровень применяется к продукту, размещенному на рынке.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
					молочко, прополис и др.) (сухие); БАД на основе одноклеточных водорослей (спирулина, хлорелла и др.), дрожжей и их лизатов	
3.2.21.2	Пищевые добавки, состоящие не менее чем на 80 % из сушеных морских водорослей, продуктов, полученных из морских водорослей или сушеных двустворчатых моллюсков (²)	3,0	-	-	БАД на растительной основе, в т.ч. цветочная пыльца жидкие (эликсиры, бальзамы, настойки и др.); БАД на основе пробиотических микроорганизмов	0,03
-	-	-	-	-	БАД на основе рыбы, морских беспозвоночных, ракообразных, моллюсков и др. морепродуктов, растительных морских организмов (водоросли и др.) (сухие)	2,0
					БАД на основе одноклеточных водорослей (спирулина, хлорелла и др.), дрожжей и их лизатов	1,0
-	Молочная продукция	-	-	-	Сырое молоко, сырое обезжиренное молоко, сырые сливки; Питьеовое молоко и питьеовые сливки, пахта, сыворотка молочная, молочные напитки, кисломолочные продукты, сметана, молочные составные продукты на их основе; Масло, паста масляная из коровьего молока, молочный жир;	0,03

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
					Сливочно-растительный спред, сливочно-растительная топленая смесь; Мороженое всех видов из молока и на молочной основе; Закваски, заквасочные и пробиотические микроорганизмы для изготовления кисломолочных продуктов, масла кисло-сливочного, сыров (для жидких, в том числе замороженных) <*>	
-	-	-	-	-	Молочные продукты, молочные составные сухие, сублимированные (в пересчете на восстановленный продукт)	0,03
-	-	-	-	-	Творог и продукты на его основе, творожные продукты, альбумин молочный и продукты на его основе; Продукты пастообразные молочные белковые, в том числе термически обработанные после сквашивания; Продукты переработки молока концентрированные, сгущенные; Консервы молочные, молочные составные, молокосодержащие <*>	0,1
-	-	-	-	-	Концентраты молочных белков, лактулоза, сахар молочный, казеин, казеинаты, гидролизаты молочных белков; Сыры и сырные продукты, сырные пасты, соусы;	0,2

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
					Масло, паста масляная из коровьего молока, молочный жир, сливочно-растительный спред, сливочно-растительная топленая смесь с добавлением какао-продуктов; Закваски, заквасочные и пробиотические микроорганизмы для изготовления кисломолочных продуктов, масла кисло-сливочного, сыров (для сухих); Питательные среды сухие на молочной основе для культивирования заквасочной и пробиотической микрофлоры <*>	
-	-	-	-	-	Сырое молоко, сырое обезжиренное молоко, сырые сливки; Питьевое молоко и питьевые сливки, пахта, сыворотка молочная, молочные напитки, кисломолочные продукты, сметана, молочные составные продукты на их основе; Масло, паста масляная из коровьего молока, молочный жир; Сливочно-растительный спред, сливочно-растительная топленая смесь; Мороженое всех видов из молока и на молочной основе; Закваски, заквасочные и пробиотические микроорганизмы для изготовления кисломолочных продуктов, масла кисло-	0,03

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
					сливочного, сыров (для жидких, в том числе замороженных) <*>	
-	-	-	-	-	Молочные продукты, молочные составные сухие, сублимированные (в пересчете на восстановленный продукт)	0,03
-	-	-	-	-	Творог и продукты на его основе, творожные продукты, альбумин молочный и продукты на его основе; Продукты пастообразные молочные белковые, в том числе термически обработанные после сквашивания; Продукты переработки молока концентрированные, сгущенные; Консервы молочные, молочные составные, молокосодержащие <*>	0,1
-	-	-	-	-	Концентраты молочных белков, лактулоза, сахар молочный, казеин, казеинаты, гидролизаты молочных белков; Сыры и сырные продукты, сырные пасты, соусы; Масло, паста масляная из коровьего молока, молочный жир, сливочно-растительный спред, сливочно-растительная топленая смесь с добавлением какао-продуктов; Закваски, заквасочные и пробиотические микроорганизмы для изготовления кисломолочных	0,2

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
					продуктов, масла кисло-сливочного, сыров (для сухих); Питательные среды сухие на молочной основе для культивирования заквасочной и пробиотической микрофлоры <*>	
-	Напитки	-	минеральная вода	0,003	Напитки безалкогольные, в том числе с соком, напитки брожения, пиво, вино, водка, слабоалкогольные и другие спиртные напитки	0,03
-	Масложировая продукция	-	-	-	Масла растительные (все виды), фракции растительных масел, продукты переработки растительных масел и животных жиров, включая жиры рыб, масла (жиры) переэтерифицированные рафинированные дезодорированные; Масла (жиры) гидрогенизированные рафинированные дезодорированные; Маргарины; Жиры специального назначения, в том числе жиры кулинарные, кондитерские, хлебопекарные; Заменители молочного жира; Эквиваленты масла-какао, улучшители масла-какао SOS-типа, заменители масла-какао POP-типа, заменители масла-какао	0,05

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	
					нетемперируемые нелауринового типа, заменители масла-какао нетемперируемые лауринового типа, спреды и смеси топленые растительно-жировые, соусы на основе растительных масел, майонезы, соусы майонезные, кремы на растительных маслах	
-	-	-	-	-	Спреды растительно-сливочные, смеси топленые растительно-сливочные, жиры животные, шпик свиной и продукты из него, жиры животные топленые	0,03
-	-	-	-	-	Спреды растительно-сливочные и растительно-жировые, смеси топленые растительно-сливочные и растительно-жировые (с какао-продуктами); Жир пищевой из рыбы и морских млекопитающих и рыбный в качестве диетического (лечебного и профилактического) питания	0,2
-	Сахар, мед	-	-	-	Сахар, мед	0,05
					Сахаристые и мучные кондитерские изделия, восточные сладости, жевательная резинка	0,1

**Структура и состав базы данных об уровнях контаминации кадмием отдельных видов
пищевой продукции**

Результаты по кадию_ИСПР, 22.11. - Excel

Поиск

Екатерина Федоренко

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Справка ABBYY FineReader 12 Power Pivot

Поделиться

Вставить

Calibri 11

Ж К Ч

Буфер обмена

Шрифт

Выравнивание

Общий

Число

Стили

Ячейки

Редактирование

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1. Мясо и мясная продукция	2. Продукты убой, предназначенных для производства мясной продукции для детского питания	3. Молоко и молочная продукция	4. Продукция детского питания на молочной основе	5. Молочные продукты, молочные составные продукты для питания детей дошкольного и школьного возраста	6. Рыбная продукция	7. Продукты переработки зерновых	8. Сахар, кондитерские изделия	9. Овощи, фрукты и продукты переработки
2	Мясо, мясные и мясосодержащие продукты, мясо птицы, продукты из него, консервы мясные, мясорастительные, птичьи; Яичный белок (альбумин) сухой	Мясо	Сырое молоко, сырое обезжиренное молоко, сырые сливки; Питьевое молоко и питьевые сливки, пахта, сыворотка молочная, молочные напитки, кисломолочные продукты, сметана, молочные составные продукты на их основе	Адаптированные начальные или последующие молочные смеси (сухие, жидкие, пресные и кисломолочные), продукты на основе частично гидролизованного белка, молоко пастеризованное, ультрапастеризованное, стерилизованное, в том числе обогащенное	Молоко стерилизованное, ультрапастеризованное, в том числе витаминизированное, молоко пастеризованное, сливки стерилизованные, жидкие кисломолочные продукты, в том числе обогащенные,	Все виды рыбной продукции и морских млекопитающих (кроме икры, молока и печени), в том числе сушеная продукция	Продукты переработки злаковых и зернобобовых культур, за исключением хлеба и булочных изделий	Сахар, мед	Овощи, картофель, бахчевые фрукты, ягоды и продукты том числе консервы из овощей (или) фруктов
3	Консервы мясные, из мяса птицы, мясорастительные в сборной жестяной таре; Яичные продукты сухие	Субпродукты токсичные элементы: (печень, сердце, язык)	Масло, паста масляная из коровьего молока, молочный жир; Сливочно-растительный спред, сливочно-растительная топленая смесь; Мороженое всех видов из молока и на молочной основе	сливки стерилизованные, жидкие кисломолочные продукты, в том числе с фруктовыми и (или) овощными компонентами, молоко сухое для детского питания, сухие и жидкие молочные напитки, низколактозные и безлактозные продукты	сметана, молоко сухое для детского питания, сухие и жидкие молочные напитки, низколактозные и безлактозные продукты, молоко и сливки, густенные с сахаром, молоко и сливки концентрированные	Икра и молоки рыб и продукты из них; Аналоги икры; Водоросли и травы морские	Хлеб, булочные изделия и сдобные изделия	Сахаристые и мучные кондитерские изделия, восточные сладости, жевательная резинка	Грибы, орехи и продукты из них
4	Яйца и жидкие яичные продукты (меланж, белок, желток)		Закваски, заквасочные и пробиотические микроорганизмы для изготовления кисломолочных продуктов, масла кисло-сливочного, сыров (для жидких, в том числе замороженных)	Каши сухие молочные, требующие варки, и каши сухие молочные быстрорастворимые (моментального приготовления)	Творог и продукты на его основе, в том числе с фруктовыми и (или) овощными компонентами и (или) термически обработанные после сквашивания	Печень рыб и продукты из нее		Шоколад и изделия из него; какао-бобы и какао-продукты	Консервы овощные, фрукты, ягоды в сборной жестяной таре, кроме соковой продукции, фруктов и (или) овощей; Пюре, ягодные концентраты с сахаром (джемы, варенье и др.); Кофе зерновой, молотый, растворимый
5	Субпродукты убойных животных, шкура свиная, кровь пищевая и продукты из них, консервы из субпродуктов (в том числе пахетные), консервы мясорастительные		Молочные продукты, молочные составные сухие, сублимированные (в пересчете на восстановленный продукт)	Каши молочные, готовые к употреблению, стерилизованные, каши молочные, готовые к употреблению, произведенные на молочных кухнях	Масло сливочное, паста масляная высшего сорта	Моллюски, ракообразные и другие беспозвоночные, земноводные, пресмыкающиеся			Специи, пряности и пряные смеси
	Консервы из субпродуктов с добавлением почек, в том числе		Творог и продукты на его основе, творожные продукты, альбумин	Творог и продукты на его основе, в том числе с фруктовыми и (или) овощными компонентами	Сыры (твердые, полутвердые, мягкие, рассольные), сыры				Чай

Активация Windows

Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры"

Информация по заполнению

Общая информация

Метод

Детальная информация

Иск. информ.

Готово

17:10 05.12.2024

Рисунок Б.1 – Скриншот листа файла Excel со справочной информацией

Результаты по кади́но_ИСПР. 22.11. - Excel

Поиск

Татьяна Анатольевна Гуринович

Главная Вставка Рисование Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Справка ABBYY FineReader PDF

Вставить Вставить Вырезать Копировать Формат по образцу Буфер обмена

Calibri 11 Шрифт

Ж К Ч Выравнивание

Общий Число

Условное форматирование

Обычный Нейтральный Плохой Хороший Стили

Вставить Удалить Формат Ячейки

Автосумма Заполнить Очистить Сортировка и фильтр Найти и выделить Редактирование

С3

Характеристика метода, используемого для определения кадмия в семенах подсолнечника, ядре подсолнечника, халве и козинаки

Испытательная лаборатория	Продукция	Метод определения Cd	Нижняя граница диапазона измерений, мг/кг	Нижняя точка калибровочного графика, мг/кг(л)	ПО, мг/кг(л)	ПКО, мг/кг(л)	Наличие валидации ТНПА и СОП в лаборатории	Категория продуктов в ТНПА, к которой относят семена подсолнечника (в ТНПА семена подсолнечника не указаны как отдельная позиция)	Исследуются очищенные/ не очищенные семена подсолнечника (заполняется только для семян подсолнечника)	Категория продуктов в ТНПА, к которой отнесена халва, козинаки (в ТНПА семена подсолнечника не указаны как отдельная позиция)	Навеска пробы, г	Способ минерализации (пробо-подготовки)	Конечный объем полученного минерализата, мл	Коэффициент разбавления (в случае применения)	Примечание(иная информация, при необходимости)
	семена подсолнечника														
	ядро подсолнечника														
	халва														
	козинаки														

Информация по заполнению Общая информация **Метод** Детальная информация Иск. информ.

Готово

-2°C Cloudy

Поиск

13:49 09.12.2024

Рисунок Б.2 – Скриншот листа файла Excel для сбора информации по характеристике методов, используемых лабораториями при определении кадмия в семенах подсолнечника и продукции, изготовленной на его основе

Результаты по кадмию_ИСПР. 22.11. - Excel

Поиск

Екатерина Федоренко

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Справка ABBYY FineReader 12 Power Pivot

Буфер обмена Шрифт Выравнивание Число Стили Ячейки Редактирование

Общая характеристика контаминации проб пищевой продукции Cd

Группа продукции	Вид продукции	Допустимые уровни, мг/кг, не более	Количество исследованных образцов со следующей характеристикой уровня контаминации:			Метод определения кадмия	Нижняя граница диапазона измерений, мг/кг	ПО, мг/кг(л)	ПКО, мг/кг(л)	Примечания (при необходимости)
			уровень кадмия ниже предела обнаружения (ПО)	уровень кадмия между ПО и допустимым уровнем (ДУ)	уровень кадмия выше ДУ					
5. Молочные продукты, молочные составные продукты для питания детей дошкольного и школьного возраста	Творог и продукты на его основе, в том числе с фруктовыми и (или) овощными компонентами и (или) термически обработанные после сквашивания	0,06								
29. Молочные продукты, молочные составные продукты для питания детей дошкольного и школьного возраста	Масло сливочное, паста масляная высшего сорта	0,03								
30. Молочные продукты, молочные составные продукты для питания детей дошкольного и школьного возраста	Сыры (твердые, полутвердые, мягкие, рассольные), сыры плавленые, сырные пасты, сырные соусы	0,1								
31. Молочные продукты, молочные составные продукты для питания детей дошкольного и школьного возраста	молокосодержащие продукты с заменителем молочного жира, произведенные по технологии сыра (твердые, полутвердые, мягкие, рассольные), молокосодержащие продукты с заменителем молочного жира, произведенные по технологии плавленого сыра	0,1								
32. Молочные продукты, молочные составные продукты для питания детей дошкольного и школьного возраста	Все виды рыбной продукции и морских млекопитающих (кроме икры, молок и печени), в том числе сушеная продукция	0,2								
33. Рыбная продукция	Икра и молоки рыб и продукты из них; Аналоги икры; Водоросли и травы морские	1								
34. Рыбная продукция	Печень рыб и продукты из нее	0,7								
35. Рыбная продукция	Моллюски, ракообразные и другие беспозвоночные, земноводные, пресмыкающиеся	2								
36. Рыбная продукция	Моллюски, ракообразные и другие беспозвоночные, земноводные, пресмыкающиеся	2								
37. Продукты переработки зерновых	Продукты переработки злаковых и зернобобовых культур, за исключением хлеба и бобовых изделий	0,1								

Информация по заполнению

Общая информация

Метод

Детальная информация

Иск. информ.

Готово

Активация Windows

Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры"

17:08 05.12.2024

Рисунок Б.3. – Скриншот листа файла Excel для сбора данных об общей характеристике контаминации пищевой проудкции кадмием

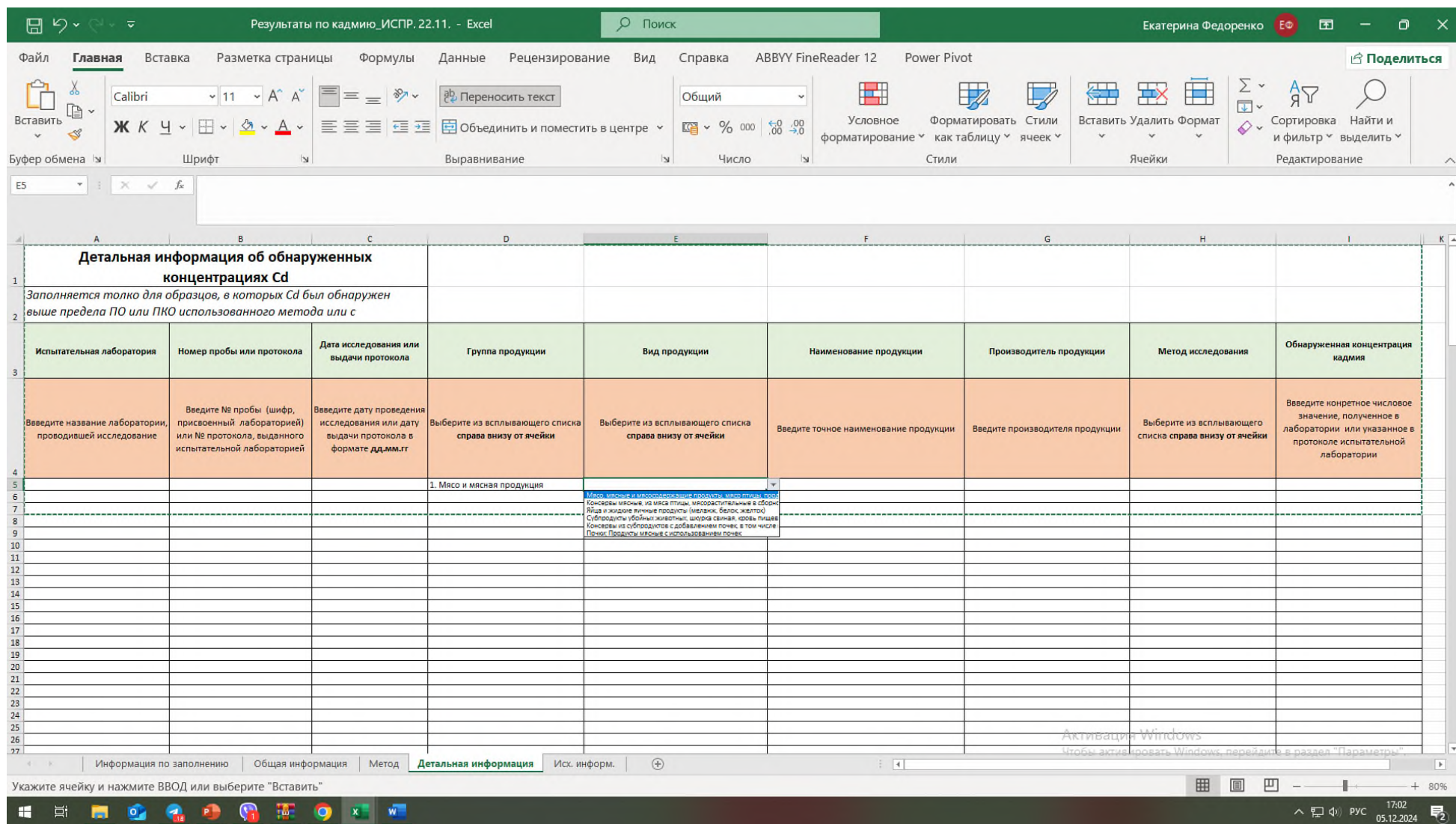


Рисунок Б.4. – Скриншот листа файла Excel для сбора детальной информации об обнаруженных концентрациях кадмия

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Общая характеристика лабораторного потенциала по определению кадмия в пищевой продукции в Республике Беларусь

Таблица В.1 – Характеристика методов, включенных в перечни взаимосвязанных стандартов к техническим регламентам Таможенного Союза/Евразийского экономического союза

ТНПА, устанавливающий метод определения кадмия	ТР ТС, в перечень взаимосвязанных стандартов которого включен ТНПА	Группа продукции, на которую распространяется ТНПА	Метод определения	Способ минерализации (пробоподготовки)	Нижняя граница диапазона определяемых концентраций	Распространение ТНПА на семечки подсолнечника, халву, казинаки
1	2	3	4	5	6	7
ГОСТ 26933-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия	ТР ТС 015	пищевое сырье, продукты	полярографирование в режиме переменного тока	сухая минерализация (озоление)	0,002 мкг/мл	+
	ТР ТС 021					
	ТР ТС 029					
	ТР ТС 033					
	ТР ТС 034					
ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов	ТР ТС 015	пищевое сырье, продукты	пламенная атомная абсорбция	по ГОСТ 26929-94 сухое или мокрое озоление	0,01 млн ⁻¹	+
	ТР ТС 021					
	ТР ТС 029					
	ТР ТС 033					
	ТР ТС 034					
ГОСТ 30538-97 Продукты пищевые. Методика определения токсичных элементов атомно-эмиссионным методом	ТР ТС 015	пищевое сырье, готовые продукты	атомно-эмиссионный метод	сухое озоление	0,002 мг/кг	+
	ТР ТС 021					
	ТР ТС 029					
	ТР ТС 033					
	ТР ТС 034					
ГОСТ 31866-2012 Вода питьевая. Определение содержания элементов методом инверсионной вольтамперометрии	ТР ТС 021	питьевая вода, включая минеральную, вода поверхностных и подземных источников	метод инверсионной вольтамперометрии	подготовка проб с помощью ультрафиолетового облучения	0,0001 мг/л	—
				упаривание		

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7
ГОСТ 31870-2012 Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектromетрии	ТР ТС 021	питьевые, в том числе расфасованные в емкости, и природные (поверхностные и подземные) воды	метод атомно-абсорбционной спектromетрии с электротермической атомизацией	-	0,0001 мг/л	—
			метод атомно-эмиссионной спектromетрии с индуктивно связанной плазмой	-	0,0001 мг/л	
ГОСТ 33426-2015 Мясо и мясные продукты. Определение свинца и кадмия методом электротермической атомно-абсорбционной спектromетрии	ТР ТС 021	все виды мяса, включая мясо птицы, мясные и мясосодержащие продукты	метод электротермической атомно-абсорбционной спектromетрии	минерализация в графитовой печи	0,001 мг/кг	—
	ТР ТС 034					
ГОСТ 33824-2016 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка)	ТР ТС 021	пищевые продукты и продовольственное сырье	инверсионно-вольтамперометрический метод	сочетание «мокрой» минерализации и «сухого» озоления; минерализация по ГОСТ 26929-94	все продукты, кроме молока, напитков 0,002 мг/кг (мг/л)	+
	ТР ТС 029				молоко, молочные продукты 0,0015 мг/кг (мг/л)	
	ТР ТС 034				напитки 0,001 мг/кг (мг/л)	

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7
ГОСТ 34141-2017 Продукты пищевые, корма, продовольственное сырье. Метод определения массовой доли мышьяка, кадмия, ртути и свинца с помощью масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой	ТР ТС 021	пищевые продукты и продовольственное сырье: мясо (все виды животных), в том числе мясо птицы, субпродукты, молоко, молочные продукты, в том числе сыр, рыбу, нерыбные объекты, мед, корма, кормовые добавки	метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой	минерализации пробы азотной кислотой в микроволновой печи под давлением	0,005 млн ⁻¹	–
ГОСТ EN 14083-2013 Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение свинца, кадмия, хрома и молибдена с помощью атомно-абсорбционной спектрометрии с атомизацией в графитовой печи с предварительной минерализацией пробы при повышенном давлении	ТР ТС 021	пищевые продукты	метод атомно-абсорбционной спектрометрии	минерализация пробы при повышенном давлении	в анализ. растворе 0,0004 мг/л в продукте 0,004 мг/кг	+
	ТР ТС 029					
	ТР ТС 033					
	ТР ТС 034					
ГОСТ EN 14084-2014 Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение содержания свинца, кадмия, цинка, меди и железа с помощью атомной абсорбционной спектрометрии после микроволнового разложения	ТР ТС 021	пищевые продукты, кроме масел, жиров и других продуктов с высоким содержанием жира	метод атомно-абсорбционной спектрометрии	микроволнового разложения	Оценка по EN 13804	+
	ТР ТС 029					
	ТР ТС 033					
	ТР ТС 034					
ГОСТ Р 51301-99 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка)	ТР ТС 015	пищевые продукты и продовольственное сырье	метод инверсионной вольтамперометрии	минерализация по ГОСТ 26929-94	все продукты, кроме напитков 0,002 мг/кг (мг/л)	+
	ТР ТС 033				напитки 0,001 мг/кг (мг/л)	

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7
ГОСТ Р 51823-2011 Алкогольная продукция и сырье для ее производства. Метод инверсионно-вольтамперометрического определения содержания кадмия, свинца, цинка, меди, мышьяка, ртути, железа и общего диоксида серы	ТР ТС 021	алкогольная продукция, сырье	Инверсионно-вольтамперометрический метод	минерализация по ГОСТ 26929-94	0,001 мл/л	—
СТ РК 2350-2013 Продукты пищевые, продовольственное сырье, корма для животных. Определение содержания кадмия, свинца, мышьяка, ртути, хрома атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией	ТР ТС 029	мясо и мясопродукты, рыба и рыбопродукты, молоко и молочные продукты, зерно, мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия, плодоовощная продукция (в том числе чай, кофе, соки и соковая продукция), сахар и кондитерские изделия (в том числе шоколад), соль, биологически активные добавки, консервы, корма, комбикорм и сырье для их производства	атомно-абсорбционного метода с электротермической атомизацией	«сухое» озоление; «мокрая» минерализация	0,01 млн ⁻¹	—
СТ РК EN 14082-2013 Пищевые продукты. Определение трассирующих элементов. Определение содержания свинца, кадмия, цинка, меди, железа и хрома спектрометрическим методом атомной абсорбции после сухого озоления	ТР ТС 034	различные типы пищевых продуктов включающих составную пищу, крупы, рыбу, фрукты, печень и молоко	метод атомной абсорбции	сухое озоление	—	+

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7
СТ РК ГОСТ Р 51301-2005 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмий, свинец, медь, цинк)	ТР ТС 015	пищевые продукты и продовольственное сырье	метод инверсионной вольтамперометрии	минерализация по ГОСТ 26929-94	все продукты, напитков 0,002 мг/кг (мг/л)	+
	ТР ТС 021				напитки 0,001 мг/кг (мг/л)	
	ТР ТС 029					
СТБ 1313-2002 Продукты пищевые и сырье продовольственное. Методика определения содержания токсичных элементов цинка, кадмия, свинца, меди методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА	ТР ТС 021	пищевые продукты, продовольственное сырье	метод инверсионной вольтамперометрии	метод кислотной экстракции с последующей полной минерализацией по ГОСТ 26929-94	0,0015 мг/кг	+
	ТР ТС 029					
	ТР ТС 033					
	ТР ТС 034					
СТБ 1314-2002 Молоко и молочные продукты. Методика определения содержания токсичных элементов цинка, кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА	ТР ТС 021	молоко и молочные продукты	метод инверсионной вольтамперометрии	озоление	0,005 мг/кг	—
	ТР ТС 033					
СТБ EN 14082-2014 Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение содержания свинца, кадмия, цинка, меди, железа и хрома с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) после сухого озоления	ТР ТС 015	пищевые продукты	метод атомно-абсорбционной спектроскопии	сухое озоление	оценка по EN 13804	+
	ТР ТС 021					
	ТР ТС 034					

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7
СТБ EN 14083-2012 Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение содержания свинца, кадмия, хрома и молибдена методом атомно-абсорбционной спектроскопии в графитовой печи (GFAAS) после разложения под давлением	ТР ТС 015	пищевые продукты	метод атомно-абсорбционной спектроскопии	минерализация пробы при повышенном давлении	в анализ. растворе 0,0004 мг/л в продукте 0,004 мг/кг	+
СТБ EN 14084-2012 Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение содержания свинца, кадмия, цинка, меди и железа методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) после микроволнового разложения	ТР ТС 015	пищевые продукты, кроме масел, жиров и других продуктов с высоким содержанием жира	метод атомно-абсорбционной спектроскопии	микроволновое разложение	оценка по EN 13804	+
СТБ EN 15763-2015 Продукция пищевая. Определение следовых элементов. Определение мышьяка, кадмия, ртути и свинца в пищевой продукции методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) после минерализации под давлением	ТР ТС 021	пищевые продукты	метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой	минерализация под давлением	0,03 мг/кг	+
	ТР ТС 033					
	ТР ТС 034					

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7
М 04-64-2017 Продукты пищевые и сырье продовольственное. Корма, комбикорма и сырье для их производства. Методика измерений массовой доли кадмия, мышьяка, олова, ртути, свинца, хрома методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра с электротермической атомизацией модификаций МГА-915, МГА-915М, МГА-915МД, МГА-1000 (свидетельство об аттестации No 05.04.013/RA.RU.311278/2017 от 17.04.2017, номер в реестре ФР.1.31.2017.27026)	ТР ТС 021	продукты пищевые и сырье продовольственное. Корма, комбикорма и сырье для их производства.	метод атомно-абсорбционной спектроскопии	—	—	—
МВИ.МН 1792-2002 Методика выполнения измерений концентраций элементов в жидких пробах на спектрометре ARL 3410+ (свидетельство об аттестации No 253/2002 от 16.09.2002)	ТР ТС 021	жидкие образцы сырья и продуктов пищевых, полученных по ГОСТ 26929-94	метод атомно-эмиссионной спектрометрии	минерализация по ГОСТ 26929-94	0,0027 мг/л	—
МВИ.МН 5680-2016 Определение содержания токсичных элементов в масличном сырье и жировых продуктах с использованием атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-АЭС) (свидетельство об аттестации No 977/2016 от 12.10.2016)	ТР ТС 021	масличное сырье и масложировая продукция	метод атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой	микроволновое или автоклавное разложение	0,050 мг/кг	—

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7
МВИ.МН 5729-2016 Определение хрома, железа, никеля, меди, цинка в пищевых продуктах и сырье методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Методика выполнения измерений (свидетельство об аттестации № 997/2016 от 23.12.2016)	ТР ТС 021	пищевые продукты и сырье	метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой	—	—	—

Таблица В.2 – Характеристика методов, используемых лабораториями уполномоченных органов в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, для определения кадмия в семенах и ядре подсолнечника и продукции, изготовленных с их использованием

Испытательная лаборатория	Продукция	Метод определения	ПО, мг/кг(л)	ПКО, мг/кг(л)	Наличие валидации ТНПА	Категория продуктов в ТНПА, к которой относят семена подсолнечника	Исследуются очищенные/ не очищенные семена подсолнечника	Категория продуктов в ТНПА, к которой относят халву, козинаки	Способ минерализации (пробо-подготовки)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» Санитарно-гигиеническая лаборатория	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,0009	0,003	-	Зерно	очищенные	-	сухое озоление
	ядра подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,0009	0,003	-		-		
	халва	ГОСТ 30178-96	0,0015	0,005	-	-	-	Сахар, кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,0015	0,005	-		-		
	семена подсолнечника	ГОСТ EN 14083-2013	0,00003	0,0015	-	Зерно	очищенные	-	кислотная при повышенном давлении
	ядра подсолнечника	ГОСТ EN 14083-2013	0,00003	0,0015	-		-		
	халва	ГОСТ EN 14083-2013	0,00003	0,0015	-	-	-	Сахар, кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ EN 14083-2013	0,00003	0,0015	-		-		
	семена подсолнечника	ГОСТ EN 14084-2014	0,00003	0,0015	-	Зерно	очищенные	-	кислотная при повышенном давлении
	ядра подсолнечника	ГОСТ EN 14084-2014	0,00003	0,0015	-		-		
	халва	ГОСТ EN 14084-2014	0,00003	0,0015	-	-	-	Сахар, кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ EN 14084-2014	0,00003	0,0015	-		-		
Государственное учреждение «Минский городской центр гигиены и эпидемиологии» Лаборатория гигиены питания СГЛ	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,001	0,01	+	Зерно	очищенные	-	сухая минерализация
	ядра подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,001	0,01	+		-		
	халва	ГОСТ 30178-96	0,001	0,01	+	-	-	Сахар, кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,001	0,01	+		-		

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Государственное учреждение «Минский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,001	0,001	+	семена масличных культур	очищенные	-	ГОСТ 31671-2012
	ядро подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,001	0,001	+		-		
	халва	ГОСТ 30178-96	0,001	0,001	+	-	-	кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,001	0,001	+		-		
Государственное учреждение «Молодечненский зональный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	0,00027	0,003	+	семена масличных культур	-	-	минерализации путем сочетания «мокрой минерализации» и «сухого» озоления
	ядра подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	0,00027	0,003	+		-		
	халва	ГОСТ 33824-2016	0,00027	0,003	+	-	-	Сахаристые кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 33824-2016	0,00027	0,003	+		-		
Государственное учреждение «Жодинский городской центр гигиены и эпидемиологии» ЛСХТМИ	семена подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	0,002	0,002	-	Масличное сырье и жировые продукты	очищенные и не очищенные	-	сухая минерализация
	ядра подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	0,002	0,002	-		-		
	халва	ГОСТ 33824-2016	0,002	0,002	-	-	-	Сахар и кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 33824-2016	0,002	0,002	-		-		
Государственное учреждение «Воложинский районный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 30538-97	0,01	0,09	+	Масличное сырье и жировые продукты	не очищенные	-	минириализация при 450° С
	халва	ГОСТ 30538-97	0,01	0,05	+		-	Сахар и кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 30538-97	0,01	0,05	+		-		
Государственное учреждение «Мядельский районный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	-	0,003	-	масличное сырье и жировые продукты	не очищенные	-	кислотная экстракция с поледующей минерализацией
	ядра подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	-	0,003	-		-		
	халва	ГОСТ 33824-2016	-	0,003	-		-	Сахар и кондитерские изделия	сочетание «мокрой минерализации и сухого озоления»
	козинаки	ГОСТ 33824-2016	-	0,003	-		-		
Государственное учреждение	семена подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	0,0001	0,003	+	семена масличных культур	очищенные	-	кислотная экстракция

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
«Солигорский зональный центр гигиены и эпидемиологии»	ядра подсолнечника	ГОСТ 33824-2016		0,003	+		-		сахаристое кондитерское изделие
	халва	ГОСТ 33824-2016		0,003	+	-	-		
	козинаки	ГОСТ 33824-2016		0,003	+		-		
Государственное учреждение «Слущкий зональный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	0,002	0,0015	-	Маслиничное сырьё и жировые продукты	очищенные	-	Сухой способ минерализации ГОСТ 26929-94
	ядра подсолнечника	ГОСТ 33824-2016					-		
	халва	ГОСТ 33824-2016				-	-	Кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 33824-2016					-		
Государственное учреждение «Борисовский зональный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	СТБ 1313-2002	0,0015	1,0	-	Семена пищевого мака	Неочищенные	-	СТБ 1313-2002 п.8.5.2.2
	ядра подсолнечника	СТБ 1313-2002	0,0015	1,0	-		-		
	халва	СТБ 1313-2002	0,0015	1,0	-	-	-	Сахаристые и мучные кондитерские изделия	
	козинаки	СТБ 1313-2002	0,0015	1,0	-		-		
Государственное учреждение «Гомельский областной центр гигиены эпидемиологии и общественного здоровья»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,0038 мг/дм³	0,0128 мг/дм³	-	Семена масличных культур	очищенные	-	ГОСТ 26929-94 (способ сухой минерализации)
	ядра подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,0038 мг/дм³	0,0128 мг/дм³	-		-		
	халва	ГОСТ 30178-96	0,0038 мг/дм³	0,0128 мг/дм³	-	-	-	Сахаристые кондитерские изделия, восточные сладости, жевательная резинка	
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,0038 мг/дм³	0,0128 мг/дм³	-		-		
Государственное учреждение «Речицкий зональный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,001 мг/дм³	0,01 мг/кг	+	Семена масличных культур	очищенные	-	ГОСТ 26929-94 (способ сухой минерализации)
	ядра подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,001 мг/дм³	0,01 мг/кг	+		-		
	халва	ГОСТ 30178-96	0,001 мг/дм³	0,01 мг/кг	+	-	-	Сахаристые кондитерские	

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,001 мг/дм ³	0,01 мг/кг	+		-	изделия, восточные сладости, жевательная резинка	
Государственное учреждение «Рогачевский районный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,001 мг/кг	0,002 мг/кг	-	Семена масличных культур	неочищенные	-	ГОСТ 26929-94 (способ сухой минерализации)
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,001 мг/кг	0,002 мг/кг	-	-	-	Сахаристые кондитерские изделия, восточные сладости, жевательная резинка	
Государственное учреждение «Светлогорский зональный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,001 мг/кг	0,002 мг/кг	-	Семена масличных культур (подсолнечника, сои, хлопчатника, кукурузы, льна, горчицы, рапса, арахиса, пищевого мака и других)	неочищенные	-	ГОСТ 26929-94 (способ сухой минерализации)
	ядра подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,001 мг/кг	0,002 мг/кг	-		-		
	халва	ГОСТ 30178-96	0,001 мг/кг	0,002 мг/кг	-	-	-	Сахаристые кондитерские изделия, восточные сладости, жевательная резинка	
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,001 мг/кг	0,002 мг/кг	-		-		
Государственное учреждение «Мозырский зональный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,0040 мг/дм ³	0,0133 мг/дм ³	-	Семена масличных культур (подсолнечника, сои, хлопчатника, кукурузы, льна, горчицы, рапса, арахиса, пищевого мака и других)	очищенные	-	ГОСТ 26929-94 (способ сухой минерализации)
	ядра подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,0040 мг/дм ³	0,0133 мг/дм ³	-		-		

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	халва	ГОСТ 30178-96	0,0040 мг/дм³	0,0133 мг/дм³	-	-	-	Сахаристые кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,0040 мг/дм³	0,0133 мг/дм³	-		-		
Государственное учреждение «Витебский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» Лаборатория санитарно-химических и токсикологических методов исследований лабораторного отдела	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	-	-	+	Масличные культуры (подсолнечник, соя, хлопчатник, лен, рапс, горчица, кунжут, арахис)	очищенные	-	сухая минерализация
	ядра подсолнечника	ГОСТ 30178-96	-	-	+	Для семян подсолнечника, предназначенных для употребления в пищу	-	-	
						Для семян подсолнечника, предназначенных для промышленной переработки на масло подсолнечное			
	халва	ГОСТ 30178-96	-	-	-	-	-	Сахаристые и мучные кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 30178-96	-	-	-				
Государственное учреждение «Полоцкий зональный центр гигиены и эпидемиологии» ЛСХТМИ	семена подсолнечника	СТБ 1313-2002	0,0015	-	-	масличное сырье	-	-	сухая минерализация
	ядра подсолнечника	СТБ 1313-2003	0,0015	-	-		-		
	халва	СТБ 1313-2002	0,0015	-	-	-	-	Сахар и кондитерские	
	козинаки	СТБ 1313-2002	0,0015	-	-		-		
Государственное учреждение «Глубокский районный центр гигиены и эпидемиологии» лабораторный отдел	семена подсолнечника	СТБ 1313-2002	0,0094	1	+	масличное сырье	очищенные	-	сухая минерализация
	ядра подсолнечника	СТБ 1313-2003	0,018	1	+		-		
	халва	СТБ 1313-2002	0,013	1	+	-	-		

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	козинаки	СТБ 1313-2002	0,028	1	+		-	кондитерские изделия	
Государственное учреждение «Брестский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,025	0,025	-	семена масличных культур	очищенные	-	сухая минерализация
		ГОСТ EN 14083-2013	0,0025	0,0025	+		очищенные		микроволновое разложение
		СТБ EN 14082-2014	0,00015	0,00015	+		очищенные		сухая минерализация
	ядра подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,025	0,025	-	-	сухая минерализация		
		ГОСТ EN 14083-2013	0,0025	0,0025	+	-	микроволновое разложение		
		СТБ EN 14082-2014	0,00015	0,00015	+	-	сухая минерализация		
	халва	ГОСТ 30178-96	0,05	0,05	-	-	-	сахаристые кондитерские изделия	сухая минерализация
		ГОСТ EN 14083-2013	0,0025	0,0025	+		-		микроволновое разложение
		СТБ EN 14082-2014	0,00015	0,00015	+		-		сухая минерализация
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,05	0,05	-		-		сухая минерализация
		ГОСТ EN 14083-2013	0,0025	0,0025	+		-		микроволновое разложение
		СТБ EN 14082-2014	0,00015	0,00015	+		-		сухая минерализация
Государственное учреждение «Барановичский зональный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,001	0,001	+	семена масличных культур	очищенные	-	сухая минерализация
	ядра подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,001	0,001	-		-		
	халва	ГОСТ 30178-96	0,001	0,001	-	-	-	сахаристые кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,001	0,001	-		-		
Государственное учреждение «Пинский зональный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,025	0,025	-	семена масличных культур	очищенные	-	сухая минерализация
	ядра подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,025	0,025	-		-		
	халва	ГОСТ 30178-96	0,05	0,05	-		-		

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,05	0,05	-		-	сахаристые кондитерские изделия	
Государственное учреждение «Кобринский зональный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	0,003	0,003	-	семена масличных культур	очищенные	-	сухая минерализация
	ядра подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	0,003	0,003	-		-		
	халва	ГОСТ 33824-2016	0,003	0,003	-	-	-	сахаристые кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 33824-2016	0,003	0,003	-		-		
Государственное учреждение «Берёзовский районный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	0,003	0,003	-	семена масличных культур	очищенные	-	сухая минерализация
	ядра подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	0,003	0,003	-		-		
	халва	ГОСТ 33824-2016	0,003	0,003	-	-	-	сахаристые кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 33824-2016	0,003	0,003	-		-		
Государственное учреждение «Ивацевичский районный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	0,003	0,003	-	семена масличных культур	очищенные	-	сухая минерализация
	ядра подсолнечника	ГОСТ 33824-2016	0,003	0,003	-		-		
	халва	ГОСТ 33824-2016	0,003	0,003	-	-	-	сахаристые кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 33824-2016	0,003	0,003	-		-		
Учреждение здравоохранения «Могилевский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,0055	0,01 при навеске 10 г и более	+	Зерно и продукты его переработки	очищенные	-	сухая минерализация
	ядра подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,0055		+		-		
	халва	ГОСТ 30178-96	0,0055		+	-	-	Кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,0055		+		-		
Учреждение здравоохранения «Бобруйский зональный центр гигиены и эпидемиологии»	ядра подсолнечника	СТБ 1313-2002	-	0,0015	-	Зерно и продукты его переработки	очищенные	-	озоление
	халва	СТБ 1313-2003	-	0,0015	-	-	-	Кондитерские изделия	

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	козинаки	СТБ 1313-2004	-	0,0015	-		-		
Государственное учреждение «Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,005 мкг/мл	0,018 мкг/мл	-	Зерно и продукты его переработки	очищенные	-	способ сухой минерализации по ГОСТ 26929-94
	ядра подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,005 мкг/мл	0,018 мкг/мл	-		-		
	халва	ГОСТ 30178-96	0,005 мкг/мл	0,018 мкг/мл	-	-	-	Кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,005 мкг/мл	0,018 мкг/мл	-		-		
Государственное учреждения «Слонимский зональный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,002 мкг/мл	0,005 мкг/мл	+	Зерно и продукты его переработки	очищенные	-	способ сухой минерализации по ГОСТ 26929-94
	халва	ГОСТ 30178-96	-	0,005 мкг/мл	+	-	-	Кондитерские изделия	
	козинаки	ГОСТ 30178-96	-	0,005 мкг/мл	+		-		
Государственное учреждение «Новогрудский зональный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	-	0,003 мкг/мл	+	Зерно и продукты его переработки	очищенные	-	способ сухой минерализации по ГОСТ 26929-94
	ядра подсолнечника	ГОСТ 30178-96	-	0,003 мкг/мл	+		-		
	халва	ГОСТ 30178-96	-	0,003 мкг/мл	+	-	-	Кондитерские изделия	
Государственное учреждение «Сморгонский зональный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	-	0,0015 мкг/мл	+	Зерно и продукты его переработки	очищенные	-	способ сухой минерализации по ГОСТ 26929-94
	халва	ГОСТ 30178-96	-	0,0015 мкг/мл	+	-	-	Кондитерские изделия	
	Козинаки	ГОСТ 30178-96	-	0,0015 мкг/мл	+		-		
Государственное учреждение «Лидский зональный центр гигиены и эпидемиологии»	семена подсолнечника	ГОСТ 30178-96	0,0007 мкг/мл	0,002 мкг/мл	+	Зерно и продукты его переработки	очищенные	-	способ сухой минерализации по ГОСТ 26929-94
	козинаки	ГОСТ 30178-96	0,0007 мкг/мл	0,002 мкг/мл	+	-	-	Кондитерские изделия	

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

**Результаты исследований ядра подсолнечника в рамках производственного
контроля на предприятиях концерна «Белгоспищепром»
в 2021–2024 гг.**

Таблица Г.1 – Результаты исследований ядра подсолнечника в рамках производственного контроля на предприятиях концерна «Белгоспищепром» в 2021–2024 гг. (мг/кг)

Несоответствие			Соответствие		
Номер протокола		Значение показателя	Номер протокола		Значение показателя
1		2	3		4
2021 г.					
Метод проведения испытаний: ГОСТ 33824-2016 – отдел испытаний «Бобруйский ЦСМС»					
1	153/133	0,12	1	36/79	0,1
2	205/165	0,12	2	126/104	0,088
3	246/208	0,12	3	151/131	0,096
4	417/444	0,11	4	152/132	0,1
5	481/530	0,13	5	418/445	0,091
6	632/651	0,14	6	355/317	0,096
7	715/704	0,13	7	372/318	0,096
8	1252/1128	0,16	8	1036/952	0,094
9	1249/1125	0,15	9	1062/954	0,1
10	1376/1232	0,15	10	1061/953	0,1
11	1507/1356	0,14	11	1134/1044	0,1
12	1544/1452	0,16	12	1176/1073	0,1
13	1568/1475	0,15	13	1192/1098	0,1
14	3412/3345	0,15	14	1198/1099	0,1
15	3414/3347	0,12	15	1199/1100	0,1
16	3553/3517	0,12	16	1251/1127	0,1
17	197/149	0,13	17	1250/1126	0,1
-	-	-	18	1239/1155	0,1
-	-	-	19	1291/11921	0,1
-	-	-	20	1319/1211	0,1
-	-	-	21	1375/1231	0,1
-	-	-	22	1377/1233	0,096
-	-	-	23	1378/1234	0,098
-	-	-	24	1379/1235	0,097
-	-	-	25	1380/1236	0,1
-	-	-	26	1369/1237	0,097
-	-	-	27	1374/1230	0,1
-	-	-	28	1383/1240	0,1
-	-	-	29	1384/1241	0,083
-	-	-	30	1385/1242	0,1
-	-	-	31	1386/1243	0,095
-	-	-	32	1382/1254	0,09
-	-	-	33	1410/1288	0,094
-	-	-	34	1411/1289	0,1
-	-	-	35	1506/1355	0,1
-	-	-	36	1520/1440	0,099
-	-	-	37	1545/1453	0,099
-	-	-	38	1600/1526	0,1
-	-	-	39	3413/3346	0,089
-	-	-	40	3576/3526	0,097

Продолжение таблицы Г.1

1		2	3		4
2022 г.					
Методы проведения испытаний: ГОСТ 33824-2016, ГОСТ 30178-96 – отдел испытаний «Бобруйский ЦСМС»					
1	7/3553	0,15	1	6/3552	0,098
2	232/190	0,12	2	5/3554	0,1
3	234/192	0,13	3	233/191	0,095
4	288/331	0,21	4	235/193	0,096
5	718/706	0,13	5	722/710	0,098
6	886/916	0,13	6	721/709	0,1
7	1029/1023	0,13	7	720/708	0,086
8	1031/1025	0,13	8	719/707	0,092
9	1032/1026	0,13	9	827/901	0,1
10	1188/1254	0,13	10	884/914	0,1
11	1286/1316	0,13	11	885/915	0,096
12	1287/1317	0,13	12	887/917	0,1
13	1288/1318	0,13	13	888/918	0,094
14	1289/1319	0,14	14	889/919	0,096
15	1290/1320	0,14	15	890/920	0,097
16	1291/1321	0,13	16	891/921	0,1
17	1292/1322	0,13	17	892/922	0,094
18	1293/1323	0,14	18	893/923	0,098
19	1294/1324	0,2	19	894/924	0,1
20	1295/1325	0,2	20	1030/1024	0,096
21	1348/1374	0,15	21	1487/1499	0,098
22	1489/1501	0,13	22	1488/1500	0,095
23	1496/1508	0,13	23	1490/1502	0,096
24	1814/1755	0,13	24	1491/1503	0,091
25	1815/1756	0,13	25	1492/1504	0,094
26	1817/1758	0,13	26	1493/1550	0,099
27	1822/1763	0,13	27	1494/1506	0,098
28	1990/1973	0,14	28	1495/1507	0,099
29	1989/1972	0,14	29	1497/1509	0,096
30	1988/1971	0,13	30	1498/1510	0,098
31	1987/1970	0,14	31	1499/1511	0,1
32	1986/1969	0,14	32	1585/1631	0,097
33	1985/1968	0,14	33	1586/1757	0,098
34	3231/3244	0,18	34	1818/1759	0,1
35	3232/3245	0,18	35	1819/1760	0,098
36	3233/3246	0,17	36	1820/1761	0,094
37	3234/3247	0,15	37	1821/1762	0,098
38	3235/3248	0,17	38	1823/1764	0,096
39	3236/3249	0,17	39	1824/1765	0,095
40	3237/3250	0,16	40	1825/1766	0,1
41	3238/3251	0,16	41	1826/1767	0,095
42	3239/3252	0,18	42	1827/1768	0,093
43	3240/3253	0,18	43	1828/1769	0,094
44	3241/3254	0,17	44	1813/1754	0,097
45	3242/3255	0,17	45	3355/3420	0,1

Продолжение таблицы Г.1

1		2	3		4
46	3243/3256	0,18	46	3525/3568	0,1
47	3244/3257	0,18	47	3471/3570	0,1
48	3245/3258	0,18	48	3693/3689	0,087
49	3246/3259	0,19	49	3696/3692	0,080
50	3247/3260	0,18	50	3697/3693	0,1
51	3248/3261	0,18	51	3699/3695	0,1
52	3249/3262	0,16	52	3700/3696	0,099
53	3358/3440	0,15	53	3701/3697	0,087
54	3439/3476	0,17	54	3702/3698	0,094
55	3440/3477	0,14	55	3708/3704	0,1
56	3441/3478	0,16	56	3709/3705	0,1
57	3442/3479	0,17	57	3710/3706	0,085
58	3443/3480	0,16	58	3711/3707	0,087
59	3444/3481	0,19	59	3729/3729	0,1
60	3445/3482	0,19	60	3731/3731	0,097
61	3446/3483	0,2	61	3732/3732	0,1
62	3447/3484	0,17	62	3735/3735	0,1
63	3448/3485	0,18	63	3736/3736	0,1
64	3449/3486	0,16	64	3737/3737	0,097
65	3450/3487	0,17	65	3830/3896	0,1
66	3451/3488	0,15	-	-	-
67	3452/3489	0,15	-	-	-
68	3453/3490	0,15	-	-	-
69	3454/3491	0,14	-	-	-
70	3455/3492	0,15	-	-	-
71	3456/3493	0,14	-	-	-
72	3520/3563	0,13	-	-	-
73	3521/3564	0,12	-	-	-
74	3522/3565	0,13	-	-	-
75	3523/3566	0,15	-	-	-
76	3524/3567	0,13	-	-	-
77	3526/3569	0,15	-	-	-
78	3576/3617	0,17	-	-	-
79	3623/3636	0,19	-	-	-
80	3694/3690	0,21	-	-	-
81	3695/3691	0,2	-	-	-
82	3698/3694	0,2	-	-	-
83	3703/3699	0,19	-	-	-
84	3704/3700	0,14	-	-	-
85	3705/3701	0,18	-	-	-
86	3706/3702	0,15	-	-	-
87	3707/3703	0,13	-	-	-
88	3730/3730	0,17	-	-	-
89	3733/3733	0,18	-	-	-
90	3734/3734	0,15	-	-	-
91	3939/3985	0,17	-	-	-
92	4005/4032	0,15	-	-	-

Продолжение таблицы Г.1

1		2	3		4
2023 г.					
Методы проведения испытаний: ГОСТ 33824-2016, ГОСТ 30178-96 – отдел испытаний «Бобруйский ЦСМС»					
1	98/91	0,15	1	99/92	0,098
2	100/93	0,13	2	101/94	0,093
3	103,96	0,15	3	102/95	0,091
4	104/97	0,14	4	293/207	0,1
5	105/98	0,13	5	296/210	0,098
6	106/99	0,13	6	297/211	0,095
7	107/100	0,13	7	411/381	0,099
8	199/183	0,15	8	412/382	0,1
9	200/184	0,14	9	413/383	0,098
10	201/185	0,15	10	414/384	0,1
11	202/186	0,15	11	415/385	0,1
12	203/187	0,16	12	416/386	0,098
13	204/188	0,16	13	417/387	0,1
14	205/189	0,15	14	418/388	0,099
15	206/190	0,15	15	419/389	0,099
16	207/191	0,15	16	420/390	0,1
17	208/192	0,15	17	421/391	0,1
18	290/204	0,18	18	422/392	0,1
19	291/205	0,18	19	423/393	0,1
20	292/206	0,18	20	424/394	0,1
21	294/208	0,19	21	425/395	0,098
22	295/209	0,18	22	426/396	0,1
23	298/212	0,14	23	427/397	0,1
24	299/213	0,14	24	515/494	0,1
25	300/214	0,19	25	516/495	0,097
26	301/215	0,14	26	517/496	0,095
27	302/216	0,14	27	518/497	0,095
28	303/217	0,21	28	519/498	0,1
29	304/218	0,18	29	521/500	0,1
30	305/219	0,21	30	522/501	0,1
31	306/220	0,16	31	525/504	0,1
32	307/221	0,15	32	526/505	0,092
33	308/222	0,17	33	527/506	0,098
34	309/223	0,17	34	528/507	0,099
35	310/224	0,17	35	529/509	0,099
36	520/499	0,14	36	533/512	0,098
37	523/502	0,14	37	534/513	0,096
38	524/503	0,14	38	894/901	0,1
39	530/509	0,14	39	895/902	0,1
40	531/510	0,14	40	896/903	0,1
41	532/511	0,14	41	897/904	0,1
42	535/514	0,15	42	900/907	0,097
43	536/515	0,14	43	901/908	0,096
44	537/516	0,14	44	1941/1919	0,1
45	538/517	0,15	45	1942/1920	0,1

Продолжение таблицы Г.1

1		2	3		4
46	539/518	0,14	46	2333/2150	0,1
47	891/898	0,14	47	2234/2151	0,098
48	892/899	0,14	48	2235/2152	0,1
49	893/900	0,14	49	2236/2153	0,099
50	898/905	0,14	50	2237/2154	0,1
51	899/906	0,14	51	2481/2499	0,1
52	1715/1619	0,14	52	2894/2916	0,1
53	1716/1620	0,14	53	2895/2917	0,097
54	1717/1621	0,13	54	3213/3165	0,1
55	1718/1622	0,14	55	3214/3166	0,1
56	1719/1623	0,13	56	3215/3167	0,1
57	2109/1982	0,2	57	3216/3168	0,1
58	2110/1983	0,21	58	3766/3612	0,1
59	2111/1984	0,21	59	3767/3613	0,1
60	2112/1985	0,21	60	3768/3614	0,1
61	2113/1986	0,21	61	3769/3615	0,099
62	2114/1987	0,2	62	3770/3616	0,1
63	2115/1988	0,17	63	3771/3617	0,1
64	2116/1989	0,17	64	3849/3670	0,098
65	2117/1990	0,18	65	3851/3672	0,1
66	2118/1991	0,21	66	3861/3682	0,1
67	2119/1992	0,2	67	3862/3683	0,098
68	2120/1993	0,17	68	3864/3685	0,1
69	2121/1994	0,17	69	3865/3686	0,095
70	2122/1995	0,18	70	4265/4118	0,1
71	2123/1996	0,17	71	4266/4119	0,095
72	2124/1997	0,17	72	4271/4124	0,095
73	2125/1998	0,17	73	4272/4125	0,098
74	2126/1999	0,16	74	4273/4126	0,1
75	2127/2000	0,19	75	4274/4127	0,099
76	2128/2001	0,2	76	4275/4128	0,1
77	2668/2667	0,16	77	4276/4129	0,098
78	2669/2668	0,16	78	4277/4142	0,1
79	2670/2669	0,17	79	4278/4143	0,097
80	2671/2670	0,17	80	4281/4146	0,096
81	2672/2671	0,16	-	-	-
82	2673/2672	0,17	-	-	-
83	2674/2673	0,17	-	-	-
84	2831/2691	0,18	-	-	-
85	2832/2692	0,18	-	-	-
86	2833/2693	0,18	-	-	-
87	2834/2697	0,18	-	-	-
88	2835/2698	0,17	-	-	-
89	2836/2699	0,2	-	-	-
90	2837/2700	0,2	-	-	-
91	2838/2715	0,21	-	-	-
92	2839/2716	0,2	-	-	-
93	2840/2717	0,2	-	-	-

Продолжение таблицы Г.1

1		2	3		4
94	2841/2718	0,21	-	-	-
95	2842/2719	0,21	-	-	-
96	2843/2720	0,2	-	-	-
97	2844/2721	0,19	-	-	-
98	2846/2851	0,17	-	-	-
99	2847/2852	0,16	-	-	-
100	2848/2853	0,16	-	-	-
101	2849/2854	0,16	-	-	-
102	2850/2855	0,18	-	-	-
103	2851/2856	0,16	-	-	-
104	2852/2857	0,18	-	-	-
105	2853/2858	0,18	-	-	-
106	2854/2859	0,17	-	-	-
107	2845/2850	0,16	-	-	-
108	3147/3111	0,16	-	-	-
109	3146/3110	0,16	-	-	-
110	3217/3169	0,15	-	-	-
111	3218/3170	0,15	-	-	-
112	3219/3171	0,15	-	-	-
113	3365/3314	0,17	-	-	-
114	3642/3604	0,17	-	-	-
115	3643/3605	0,15	-	-	-
116	3644/3606	0,18	-	-	-
117	3702/3607	0,16	-	-	-
118	3703/3608	0,16	-	-	-
119	3704/3609	0,16	-	-	-
120	3705/3610	0,16	-	-	-
121	3706/3611	0,16	-	-	-
122	3850/3671	0,15	-	-	-
123	3852/3673	0,17	-	-	-
124	3853/3674	0,18	-	-	-
125	3854/3675	0,17	-	-	-
126	3855/3676	0,18	-	-	-
127	3856/3677	0,17	-	-	-
128	3857/3678	0,17	-	-	-
129	3858/3679	0,18	-	-	-
130	3859/3680	0,17	-	-	-
131	3860/3681	0,14	-	-	-
132	3863/3684	0,16	-	-	-
133	4026/3933	0,15	-	-	-
134	4027/3934	0,16	-	-	-
135	4028/3935	0,18	-	-	-
136	4029/3936	0,14	-	-	-
137	4030/3937	0,15	-	-	-
138	4031/3938	0,15	-	-	-
139	4032/3939	0,14	-	-	-
140	4262/4115	0,17	-	-	-
141	4263/4116	0,16	-	-	-

Продолжение таблицы Г.1

1		2	3		4
142	4264/4117	0,16	-	-	-
143	4267/4120	0,17	-	-	-
144	4268/4121	0,17	-	-	-
145	4269/4122	0,17	-	-	-
146	4270/4123	0,17	-	-	-
147	4279/4144	0,16	-	-	-
148	4280/4145	0,16	-	-	-
2024 г.					
Метод проведения испытаний: ГОСТ 30178-96 – отдел испытаний «Бобруйский ЦСМС»					
1	412/302	0,15	1	401/303	0,1
2	403/305	0,15	2	402/304	0,1
3	407/309	0,17	3	404/306	0,096
4	409/311	0,15	4	405/307	0,1
5	522/390	0,16	5	406/308	0,1
6	523/391	0,14	6	408/310	0,098
7	524/392	0,15	7	470/352	0,095
8	525/393	0,14	8	471/353	0,099
9	533/402	0,16	9	472/354	0,097
10	534/403	0,14	10	473/355	0,097
11	535/404	0,15	11	474/356	0,099
12	536/405	0,15	12	475/357	0,1
13	537/406	0,17	13	476/358	0,1
14	538/407	0,15	14	477/359	0,1
15	541/410	0,16	15	478/360	0,1
16	542/411	0,15	16	479/361	0,1
17	543/412	0,15	17	512/380	0,1
18	1184/1080	0,25	18	513/381	0,095
19	1894/1719	0,14	19	514/382	0,094
20	1895/1720	0,17	20	515/383	0,094
21	1896/1721	0,17	21	516/384	0,1
22	1897/1722	0,16	22	517/385	0,094
23	1898/1723	0,17	23	518/386	0,098
24	1899/1724	0,17	24	519/387	0,098
25	1900/1725	0,17	25	520/388	0,098
26	1901/1726	0,14	26	521/389	0,1
27	1902/1727	0,14	27	539/408	0,093
28	1903/1728	0,15	28	540/409	0,1
29	1904/1729	0,14	29	1176/1081	0,098
30	1905/1730	0,14	30	1177/1082	0,1
31	1906/1731	0,14	31	1178/1083	0,1
32	1907/1732	0,14	32	1179/1084	0,096
33	1912/1764	0,14	33	1180/1085	0,1
34	1913/1765	0,17	34	1181/1086	0,1
35	1914/1766	0,13	35	1182/1087	0,1
36	1915/1767	0,17	36	1183/1088	0,094
37	1616/1768	0,17	-	-	-
38	1917/1769	0,16	-	-	-