



МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ПЛЕВЕН

ФАКУЛТЕТ "ОБЩЕСТВЕНО ЗДРАВЕ"

**КАТЕДРА „ХИГИЕНА, МЕДИЦИНСКА ЕКОЛОГИЯ, ПРОФЕСИОНАЛНИ
ЗАБОЛЯВАНИЯ И МЕДИЦИНА НА БЕДСТВЕНИТЕ СИТУАЦИИ "**

Д-р Ивелина Русева Драмбозова

ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД

ПЛЕВЕН, 2023

МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ПЛЕВЕН

ФАКУЛТЕТ "ОБЩЕСТВЕНО ЗДРАВЕ"

**КАТЕДРА „ХИГИЕНА, МЕДИЦИНСКА ЕКОЛОГИЯ, ПРОФЕСИОНАЛНИ
ЗАБОЛЯВАНИЯ И МЕДИЦИНА НА БЕДСТВЕНИТЕ СИТУАЦИИ "**

Д-р Ивелина Русева Драмбозова

**ПРОУЧВАНЕ НА СЪДЪРЖАНИЕТО НА МЕТАЛИ
(ОЛОВО И КАДМИЙ) В ХРАНИ И ОЦЕНКА НА ЗДРАВНИЯ РИСК**

ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД

за присъждане на образователна и научна степен „Доктор”

Докторска програма: „Хигиена (вкл. трудова, комунална, училищна,
радиационна, хранене и др.)”

Научен ръководител: Доц. д-р Ваня Бойчева (Бирданова), д.м.

ПЛЕВЕН, 2023

Дисертационният труд съдържа 175 стандартни страници, онагледен е с 30 фигури, 22 таблици и 5 приложения.

Библиографският списък съдържа 282 заглавия, от които 105 на кирилица и 177 на латиница.

Във връзка с дисертационния труд са направени 3 публикации и 3 научни съобщения на национални и международни форуми.

СЪДЪРЖАНИЕ

Използвани съкращения.....	7
I. ВЪВЕДЕНИЕ.....	9
II. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР.....	11
1. Хранителната безопасност – глобален проблем на общественото здраве.....	11
2. Замърсители в храните.....	13
3. Тежките метали като замърсители в храните - същност и актуални аспекти. Здравни рискове и последици при излагане на алиментарно въздействие на метали - източници на замърсяване.....	17
4. Олово - здравни рискове при хранителна експозиция.....	21
5. Кадмий-здравни - здравни рискове при хранителна експозиция рискове.....	24
6. Живак.....	27
7. Арсен.....	28
8. Калай.....	29
9. Законодателство в областта на замърсителите в храните.	29
10. Третиране на лабораторни резултати <LOD или <LOQ.....	37
11. Оценка на хронична хранителна експозиция.....	39
12. Оценка на риска от тежки метали в храни като метод за систематизиране на риска.....	40
12.1. Определения. Въведение към основните концепции.....	40
12.2. Анализ на риска.....	42
12.3. Оценка на риска за химикали в храни.....	45
13. Официален контрол на храните в България - организация и структура.....	52
14. Център за оценка на риска по хранителната верига - научната част от оценката на риска.....	54
15. Европейският орган за безопасност на храните.....	55
16. Националният център по общественото здраве и анализи.....	56
III. ЦЕЛ, ЗАДАЧИ, ХИПОТЕЗИ.....	58
IV. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ.....	60

1. Предмет на проучването.....	60
2. Обект на проучването и единици на наблюдение.....	60
3. Постановка на проучването.....	60
4. Методи.....	62
4.1. Метод на сравнителния анализ.....	62
4.2. Метод за третиране на лявоцензурираните данни.....	62
4.3. Метод за събиране на данни за хранителна консумация - 24-Hour Dietary Recall Method).....	64
4.4. Метод на биоелектричен импеданс анализ.....	65
4.5. Метод за оценка на хранителната експозиция.....	65
4.6. Статистически метод.....	66
V. РЕЗУЛТАТИ.....	68
1. Проучване концентрациите на тежки метали (олово и кадмий) в храните, предлагани на пазара за периода 2013 – 2020 г.....	68
1.1. Съдържание на олово в изследваните храни.....	70
1.2. Съдържание на кадмий в изследваните храни.....	73
1.3. Лявоцензурирани лабораторни резултати.....	76
2. Оценка на хранителната експозиция на изследваните лица.....	88
2.1. Резултати за количеството консумирана храна от изследваните лица.....	88
2.2. Резултати от антропометричните данни на изследваните лица.....	89
2.3. Хранителна експозиция на олово на изследваните лица.....	93
2.4. Хранителна експозиция на кадмий на изследваните лица.....	93
2.5. Резултати от изчислената хронична хранителна експозиция на олово, разпределение по пол и средна стойност.....	94
2.6. Резултати от изчислената хронична хранителна експозиция на кадмий, разпределение по пол и средна стойност.....	95
2.7. Категории храни с принос към хроничната хранителна експозиция на олово.....	96
2.8. Категории храни с принос към хроничната хранителна експозиция на кадмий.....	96

3. Оценка на потенциалния здравен риск.....	98
3.1. Оценка на степента на потенциалния здравен риск, в резултат на прием на олово с храната	99
3.2. Оценка на степента на потенциалния здравен риск, в резултат на прием на кадмий с храната.....	102
4. Предложения за специфични препоръки за намаляване на хранителния прием на тежки метали.....	103
VI. ОБСЪЖДАНЕ.....	105
VII. ИЗВОДИ.....	134
VIII. ЗАКЛЮЧЕНИЯ И ПРЕПОРЪКИ.....	137
1. Заключение.....	137
2. Препоръки.....	141
IX. ПРИНОСИ.....	142
X. ПРИЛОЖЕНИЯ.....	143
XI. БИБЛИОГРАФИЯ.....	154
ПУБЛИКАЦИИ И НАУЧНИ СЪОБЩЕНИЯ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	175

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

БАБХ – Българска агенция по безопасност на храните

ЕК – Европейска комисия

ЕС – Европейски съюз

ЕОБХ – Европейски орган за безопасност на храните

ЗХ – Закон за храните

ККА - Комисията Кодекс Алиментариус

МЗ - Министерство на здравеопазването

МЗХ – Министерство на земеделието и храните

МДК – Максимално допустими количества

ООН – Организация на обединените нации

СЗО – Световна здравна организация

ФАО - Организацията по прехрана и земеделие

BMDL - Benchmark Dose Lower Confidence Limit

bw – body weight, (телесно тегло)

CCCF - Codex Committee on Contaminants in Foods (Комитет по замърсители в храните на Кодекс Алиментариус (Codex Alimentarius))

EFSA – European Food Safety Authority (Европейски орган за безопасност на храните)

FAO/WHO – Организация по прехрана и земеделие на Обединените нации/ Световна здравна организация ФАО/СЗО

CONTAM - Panel on Contaminants in the Food Chain (Експертна група/панел по замърсителите в хранителната верига на Европейския орган за безопасност на храните)

LB - lower bound (долна граница)

LOAEL – lowest observed adverse effect level (най-ниска доза, при която се наблюдава неблагоприятен ефект)

LOD - limit of detection (граница на откриване)

LOQ - limit of quantitation (граница на количествено определяне)

MLs - maximum levels (максимално допустими количества)

MOE - Margin of Exposure (граница на експозиция)

NOAEL - no observed adverse effect level (доза, при която не се наблюдава неблагоприятен ефект)

TWI - tolerable weekly intake (поносим седмичен прием)

TDI - tolerable daily intake (допустим дневен прием)

TTC - Threshold of Toxicological Concern (праг на токсикологична значимост)

UF – uncertainty factor (фактор на несигурност)

UB - upper bound (горна граница)

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Тежките метали са химични замърсители на околната среда, които се срещат в природата, както естествено, така и в резултат на човешката дейност. Понятието химично замърсяване на храните е ясна индикация за наличието на химични вещества, там където те не трябва да бъдат или присъстват в количество, което е в по-висока концентрация от количеството, което се приема като безопасно.

Прието е металните елементи, които имат относителна маса по-голяма от 40 и относително висока плътност (над 0.5 g/cm^3) да се наричат тежки метали. Някои тежки метали (мед, цинк, желязо и др.) спадат към т.нар. микроелементи, тъй като в определени концентрации са жизнено необходими за функционирането на организма на хората. Тези вещества могат да имат неблагоприятно въздействие, когато количеството им в организма надвишава необходимото.

Останалите тежки метали като олово, кадмий, и др. не са есенциални за организма, много от тях проявяват токсичност, имат значителен миграционен капацитет. Те не са биологично необходими и имат единствено увреждащ ефект върху здравето на човека. Тежките метали имат способността да се задържат продължително в околната среда, както и тенденция към биоакумулиране, което е предпоставка за продължителното им токсично въздействие. Тежките метали оказват неблагоприятно въздействие върху човешкото здраве при хронично излагане дори в малки дози.

Приемът на храни и питейна вода е основният път за експозиция на тежки метали. Хранителната експозиция представлява над 75,8% от общия дневен прием на метали [Lopez-Alonso M. et al., 2017 ; Wang R. et al., 2018].

Осигуряването на безопасността на храните е едно от приоритетните направления на държавната политика в областта на храните. Европейското законодателство е с високи изисквания по отношение на качеството и безопасността на храните. Европейската комисия установи с Регламент (ЕС) 2023/915 максимално допустимите количества за съдържание на олово и кадмий в определени храни. През 2009 г., Европейският орган по безопасност на храните (EFSA) извърши оценка на риска за човешкото здраве, свързан с наличието на кадмий в храните и установи поносим седмичен прием (tolerable weekly intake, TWI) от $2.5 \text{ } \mu\text{g}$ кадмий/kg body weight (bw)/седмица. За оценка на здравния риск в резултат на хранителната експозиция на олово се прилага препоръчаният от EFSA метод за граница на експозицията (MOE), тъй като липсват научни данни за праг по отношение на неблагоприятните здравни ефекти, причинени от приема на олово.

В България, както и в другите европейски страни, се извършва мониторинг на съдържанието на олово и кадмий в храните. Всяка година се планира и изпълнява национална програма за контрол на храни за съдържание на замърсители, която е част от многогодишния национален план за контрол на Р България, изготвен съгласно изискванията на законодателството на Европейския съюз (ЕС).

Не е възможно да се елиминира изцяло наличието на олово и кадмий в околната среда, поради което е важно да се изследват концентрациите им в храните, да се оценява експозицията чрез приема на храни от растителен и от животински произход, и да се извършва оценка на риска за здравето на хората, свързан с установеното съдържание на тежки метали.

II. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

1. Хранителната безопасност – глобален проблем на общественото здраве

Опазването на здравето на населението е национален приоритет на Република България и е в основата на общата рамка за политики – “Здраве 2020” на държавите членки на Европейския регион на Световната здравна организация [Закон за здравето, 2022; Национална здравна стратегия 2020, 2015; СЗО, 2020].

В настоящата обстановка от най-съществено значение е устойчивото здраве на населението. Всеки човек има право на здраве, както и право на достъп до здравна профилактика. [Харта на основните права на Европейския съюз, 2012]. Гражданите на ЕС трябва да имат достъп до безопасни и здравословни храни, отговарящи на най-високите стандарти. Всеки човек има право на достъп до благоприятни условия на живот, до адекватна храна [ООН, Всеобща декларация за правата на човека; Международен Пакт за икономически, социални и културни права]. Общото събрание на Световната здравна организация (СЗО) в своя резолюция приканва членовете си да приемат безопасността на храните като основна функция на общественото здраве [Световната здравна организация, Женева, 2003].

Съгласно дефиницията на Кодекс Алиментариус, безопасност на храната е „гарантиране, че храните няма да причинят вреда на потребителя когато бъдат приготвени и/или консумирани според препоръчания начин“ [Кодекс Алиментариус].

„При определянето и осъществяването на всички насоки в политиката и действия на Общността се гарантира високо ниво на опазване на здравето на хората“ [Договор за създаване на Европейската общност, 1999]

Една от петте приоритетни области, които въздействат върху световното здравеопазване, е хранителната сигурност [Съобщение на комисията, 31.3.2010, COM(2010)128 окончателен].

Храненето е от съществено значение, защото е „фактор, „определящ нивото на общественото здраве“ [Короткова, И., 2002 г.]. Социално значими здравни проблеми и заболявания са свързани с храненето. Според Беляев „увеличаването на хроничните неинфекциозни заболявания, повишената смъртност от сърдечно съдови заболявания, индиректно говори за проблема с качеството на храните [Беляев, Е., 1996]. Политиката за безопасността на храните, в съответствие с хигиената на храните, влияе върху намаляване на заболяемостта. Науката за хранене има и социален ефект върху обществото.

Следователно храната оказва влияние по отношение на здравето на потребителите.

Безопасността на храните е основен приоритет в Европейския съюз. През януари 2000 г., Европейската комисия публикува политически документ [Бяла книга за безопасността на храните, 2000 г.], съдържащ широк набор от мерки за по-голяма степен на защита на потребителите на храна в ЕС. В Бялата книга са очертани два основни стълба: създаване на правна уредба на ЕС за общо законодателство в областта на храните и на независим Европейски орган за безопасност на храните (EFSA). Основен принцип на политиката за безопасност на храните е комплексният интегриран подход при строго дефиниране на отговорностите на лицата, заети с производството и преработката на храни. Този подход обхваща всички сектори на хранителната верига, включително фуражното производство, първичното производство, преработката на храни, съхранението, транспорта и продажбите на дребно.

Законодателството на Европейския съюз в областта на храните е основано на принципите и целите на Договора за Европейския съюз и Договора за функционирането на ЕС. Това общо законодателство за държавите-членки на ЕС има за цел защита на здравето на хората и интересите на потребителите, като същевременно се гарантира ефективното функциониране на вътрешния пазар. В своите политики, ЕС се „стреми да предпази своите граждани от три вида опасности в храните: физични, биологични и химически“ [Европейска Сметна Палата Специален доклад №02, 2019], като целта е безопасна храна, защита на здравето на населението, въз основа на солидна научна оценка.

Следователно Европейската комисията играе важна роля, свързана с безопасността на храните, има главно участие във взаимодействието между държавите-членки на ЕС в управлението на риска, свързан с храните [McEvoy, J., 2016], целта е безопасността на храните и сигурността на храните.

Безопасността на храните трябва да обхваща всички процеси, през които преминават хранителните продукти, с особено внимание върху възможните източници на замърсяване, начините на замърсяване, влиянието на технологичните процеси върху нивото на замърсяване - от първичното производство до преработката, разпространението, продажбата и приготвянето на храните.

Концепцията „Едно здраве“ (One Health concept) отчита, че човешкото здраве е тясно свързано със здравето на животните и с околната среда, т.е. че фуражите,

храните, здравето на животните и хората, както и замърсяването на околната среда, са тясно свързани. По-голямата част от инфекциозните заболявания, с ключово значение за безопасността на храните, са зоонозите. С прилагането на концепцията „Едно здраве“ учените могат да изследват решения и да развият по-добро разбиране за това как да се справят с нарастващите проблеми, свързани с хуманната и ветеринарната медицина, и науките за околната среда. [Kniel, KE., et al., 2018 02]. Създадената Европейска съвместна програма „Едно здраве“ е пример за инициатива, която прилага подхода „Едно здраве“, с цел да се подобри продоволствената сигурност, безопасността на храните и фуражите, и здравето на хората и животните.

2. Замърсители в храните

Храната съдържа хранителни и биологично активни вещества - белтъци, общи мазнини, мастни киселини, общи въглехидрати, хранителни влакнини, витамини, минерални вещества и електролити, вода. Чрез техния прием се удовлетворяват пластичните, енергийните и регулаторните потребности на организма. При формулиране на основните принципи на рационалното (здравословно) хранене, наред с изискването, то да е с баланс на нутриенти в оптимално за организма съотношение и с нутриентна, и енергийна адекватност, е поставен и принципа консумираната храна да бъде качествена, и „не съдържаща вредни за здравето химични или биологични замърсители“ [Бояджиев, В., и др., 1987]. Здравословното хранене трябва да е приоритет за всички групи от населението и според науката за хранене, рационалното хранене е в етиологията и превенцията на заболявания. Дисбалансът на нутриенти в храната и неадекватният хранителен прием водят до хронични дефицити на хранителни вещества, както на индивидуално, така и на популационно ниво. Храненето е сложен процес „на взаимодействие на живия организъм с околната среда, който се осъществява чрез храната и оказва влияние върху растежа, развитието, здравословното състояние, трудоспособността и продължителността на живот“ [Юстиниянова Б., 2015].

Следователно поддържането на добро здраве през целия живот и превенцията на болестите са във взаимовръзка със здравословното и безопасно хранене.

В новия Закон за храните е разписано, че „храната трябва да е годна за консумация от хора по отношение на нейните физични, химични, радиологични и микробиологични качества и състав, както и да не представлява опасност за човешкото здраве“ [Закон за храните, 2020].

Наред с урбанизацията, с увеличаването на населението, с промяната в неговата структура и разпределение, както и с интензификацията на селскостопанската и промишлената дейност, се засилва замърсяването на околната среда.

В храните могат да попаднат замърсители както от природен, така и от антропогенен произход на всеки етап от тяхното производство и предлагане.

Глобалното замърсяване на тропосферата в резултат на индустриалното производство, химизацията на селското стопанство, увеличения транспортен трафик и неконтролираното изхвърляне на отпадъци е довело до повишаване на експозицията на органични и неорганични вещества и техните производни в количества над 16 пъти повече, спрямо 70те години на миналия век [Morin, N.J., 2011]. Много от тези химични вещества чрез почва, вода и храни попадат ежедневно в човешкия организъм.

Рисковете за човешкото здраве произтичат от това, че химичните замърсители проявяват синергични токсични въздействия в различни органи и системи по нелинеен модел доза-ефект в минимални концентрации и недобре проучени комбинации [WHO, 2005].

По данни на СЗО над ¼ от съобщените и мониторираните от нея заболявания и увреждания, или около 13 млн. случаи годишно, могат да бъдат избегнати, чрез разумно модифициране на факторите на околната среда. Допълнителни рискове, свързани с неблагоприятното влияние на жизнената среда върху здравето, произтичат от бързата урбанизация и климатичните промени [WHO, 2005]. Нарастващата урбанизация и свързаните с нея промени в начина на производство и продажба на храни водят до удължаване на хранителната верига и по този начин увеличават потенциала за въвеждане на химични опасности, пренасяни с храната и засилване на техния ефекта. Съвременният технологично модифициран модел на хранене позволява в човешкия организъм да попаднат почти всички химични вещества, определени от СЗО като значими за общественото здраве. По данни на Световната здравна организация тежките метали се определят като глобален проблем за здравето сред групата на химичните замърсители [WHO, 2019].

Освен директното въздействие на химичните замърсители чрез атмосферния въздух и водата, храните и особено промишлено произведените хранителни продукти и напитки, се оказват твърде сериозен източник на контаминанти с различна химична

природа, които преминават по целия път на хранителната верига [Бирданова, В., 2019].

Кодекс Алиментариус определя замърсител в храни и фураж като „всяко вещество, което не е вложено умишлено към храна или фураж за животни, отглеждани за производство на храни, но което присъства в тази храна или фураж в резултат от производството (включително и от операции, извършвани в земеделието, животновъдството и ветеринарната медицина), обработката, преработката, подготовката, пакетирането, опаковането, транспортирането или съхранението, или в резултат от замърсяване на околната среда. Терминът не включва части от насекоми, косми от гризачи и други чужди тела.“ [Codex Alimentarius 2020; Codex Alimentarius 2019].

Химичните замърсители могат да попаднат в храните от суровините и по време на технологичния процес, в т.ч. и с използваната питейна вода. Приемани с храните (т.е. при т.нар. хранителна експозиция), химичните замърсители могат да предизвикат остри или хронични увреждания на човешкото здраве.

Химичните опасности са :

- Регулирани хранителни съставки:
 - Добавки в храните;
 - Ензими в храните;
 - Ароматизанти в храните;
 - Източници на хранителни вещества (хранителни добавки/растителни продукти).
- Остатъчни вещества от хранителната верига:
 - Фуражни добавки ;
 - Ветеринарномедицински продукти;
 - Пестициди.
- Замърсители:
 - Екологични замърсители;
 - Естествени замърсители;
 - Замърсители в процеса.
- Материали, предназначени за контакт с храни [Европейска Сметна Палата, Специален доклад, 2019].

На пазара не могат да се предлагат храни за консумация от потребителите, които съдържат химични замърсители в количества, по-високи от нормативно

определените максимално допустими количества. Тези количества са най-ниските, които са разумно достижими чрез прилагането на добри производствени практики или добри селскостопански практики, т.е. „най-ниското ниво, което е разумно достижимо“. Степента на замърсяване на храните и ефектът от предприетите действия на лицата, произвеждащи и търгуващи с храни за намаляване на замърсяването, трябва да бъдат оценени чрез мониторинг и програми за официален контрол от компетентните органи, както и проучвани чрез специализирани изследователски програми, когато е необходимо.

При извършвания мониторинг на храните от компетентните органи се установява, че в повечето случаи съдържанието на химични замърсители в храните, е под установените максимално допустими количества [Литвинова, О.С., 2011]. В резултат на извършени оценки на здравния риск за консуматорите, редица учени твърдят, че хроничната хранителна експозиция на някои химични замърсители, дори когато се установяват в границите на максимално допустимите количества, може да натовари човешкия организъм с възрастта. Тежки метали, като олово и кадмий, имат свойството да се натрупват в човешкия организъм. Те имат дълъг полуживот, което отразяват факта, че хората нямат ефективни пътища за елиминирането им. Всяко прекомерно натрупване в тялото се разглежда като потенциално токсично. [Maharramov, M.A., et al., 2021]. Последни научни проучвания показват и друга тенденция, а именно намаляване на нивата на някои от антропогенните химически замърсители в северното полукълбо, „вероятно поради комбинация от намалени глобални химически емисии“, променени хранителни навици и усилията за намаляване на риска от местните здравни власти [Curren, MS, et al., 2015].

Научни изследвания предоставят доказателства, че продължителното въздействие върху организма на химични агенти, съдържащи се в храната в ниска концентрация, намалява устойчивостта на организма към други фактори на околната среда, които имат доказано неблагоприятно влияние върху здравето. [Smith, T.J., 1994; James, W.P.T., 1999.; Alpes, D.H., 2002; Dourson, M., 2002; Renwick, A.G. , 2003].

Следователно, развитието на научните изследвания и на методологичните подходи при мониторинга на показателите за безопасност на храните, разширяването на научните познания, както и проучването на замърсителите в храните със значителен дял за общото натоварване на организма и въздействието на ниските им дози, са важни за решаването на обществено значими предизвикателства.

3. Тежките метали като замърсители в храните - същност и актуални аспекти. Здравни рискове и последици при хранителна експозиция на тежки метали - източници на замърсяване.

„Тежките метали се съдържат в храните поради наличието им в околната среда в резултат на човешки дейности, като фермерство, индустрия или изгорели газове от автомобилите, или от замърсяване по време на обработката и съхранението на храните. Хората могат да бъдат експонирани на тези метали чрез околната среда или чрез прием на замърсена храна или питейна вода. Натрупването им в тялото може да доведе до вредни ефекти за здравето с течение на времето“ [EFSA Контактен център България, 2015].

Сред разнообразието от неблагоприятни фактори на околната среда, които формират риск за общественото здраве, химичните замърсители, по-специално тежките метали, представляват интерес. Металите са разпространяват повсеместно в околната среда. Храната е основният източник, чрез който те попадат в човешкия организъм. „Въпреки че действителните нива на експозиция в Европа не пораждаат безпокойство за остра токсичност, хроничната токсичност на някои метали и металоиди не може да бъде напълно изключена“ [Hartwig, A., et al., 2017].

Металите олово, кадмий, живак, калай (неорганичен) и арсен (неорганичен) не са есенциални за организма. При нормални условия човешкият организъм ги елиминира. Много от тях имат миграционен капацитет и тенденция към биоакумулиране, което прави присъствието им в околната среда опасно за хората, дори в ниски концентрации. Не е възможно да се елиминира изцяло тяхното наличие в околната среда, както на естествено присъстващите, така и на привнесените, поради което е важно да се изследват концентрациите им в консумираните храни, за да се оцени експозицията на населението, ефектите върху човешкото здраве и риска за околната среда.

Големите количества метали в хранителната верига могат да причинят здравословни проблеми на хората и проблеми в екосистемата. Металите действат на клетъчно ниво, инактивирайки ензимни процеси, „те нарушават механизмите за възстановяване на ДНК и следователно могат да увеличат щетите, причинени от други мутагени като UV лъчение, пушене или окисляване“ [Suomi, J., et al., 2019].

Много от тези метали се наричат още тежки метали. Прието е, кадмият, никелът, медта, оловото, цинкът и някои други метали, които имат плътност по-висока от 5 g/cm³, да се наричат тежки метали [Бекаров, Г., 2009 г.].

Н. Реймерс класифицира металите по плътност и тези, с плътност над 8 g/cm^3 той приема, че трябва да се считат за тежки. Това са: олово, мед, цинк, никел, кадмий, кобалт, калай, стронций, бисмут, живак.

Според проф. д-р Ставри Стоянов, който разпределя металите в три групи, според степента на опасност за човешкото здраве, която те имат, най-опасни за здравето са олово, кадмий и живак. Той развива тезата, че по-голяма част от тежките метали са катиони, които лесно се натрупват в почвата, но трудно се отделят от нея в продължение на много години. Той приема, че олово, кадмий, живак, арсен, селен, цинк и титан са най-опасни за здравето и ги поставя в първа група по степен на опасност [Стоянов, С., 1999].

Тежките метали се разделят според М. Соколов в „три основни групи според вредното им влияние върху организма на човека... Най-токсични са металите от първа група - живак, кадмий, олово, арсен, цинк, титан. Втора група са кобалт, никел, молибден, мед, хром и трета група - барий, ванадий, манган, стронций, алуминий.“ [Бекяров, Г., 2009].

Фактически това са микроминерали, които се намират в околната среда под формата на следи ($< 100 \text{ mg/kg}$) и са основно метали, с изключение на арсен и селена. Те са токсични метални замърсители, като олово, кадмий и живак (органичната форма на живака е по-токсична от неорганичната) са особено токсични [European Guide to Good Hygiene Practices, 2015].

Тежките метали, като част от химичните замърсители в храните оказват неблагоприятно въздействие при хронично излагане дори в малки дози. В. А. Тутельян посочва, че тежките метали - олово, кадмий, арсен, живак са едни от значимите групи хранителни замърсители [Тутельян, В.А., 2002]. Нивото на опасност за здравето на човек зависи от продължителността на експозицията, както и от токсикологичната характеристика на съответния тежък метал. Тежките метали имат способност за биоакмулиране в човешкия организъм, поради което „са глобален проблем за здравето“ [WHO, Assessment of chemical risks in food, 2009], представлявайки една от най-важните причини за заболяванията на съвременния човек.

Както е отбелязано по-горе, за експозицията на населението на тежки метали чрез приема на храни (т.е. хранителна експозиция), значение имат и хранителните навици на хората. Поради това, е важно да се обърне специално внимание на приноса на отделните хранителни продукти от животински и растителен произход към общата

хранителна експозиция на даден тежък метал [Lopez-Alonso, M., et al., 2017]. Токсичните тежки метали в селскостопанските екосистеми са значими фактори, които лимитират продуктивността на културите и оказват влияние върху безопасността на храните. Индустриалните тежки метали като кадмий, олово и арсен са причинили замърсяване на големи площи обработваема земя в глобален мащаб и тяхното натрупването в ядливите части на селскостопанските култури представлява сериозен риск за здравето на хората и животните [Hu, B., et al., 2020]. Тежките метали могат да се натрупат във водните среди (местообитания) до токсични нива, тъй като не са биоразградими.

Следователно извършването на оценка на здравния риск, свързан с консумацията на храни, потенциално изложени на замърсяване с тежки метали, е от съществено значение, за да се избегнат потенциалните рискове за населението, когато изчислената хранителна експозиция надвишава допустимия дневен/седмичен прием [Afonso, A., et al., 2018].

Тежките метали постъпват в човешкия организъм по три начина: чрез консумация на замърсени храни и питейна вода, чрез вдишване на замърсен въздух или чрез контакт с кожата. Те имат свойството да се натрупват в определени тъкани и органи на човешкия организъм, което води до появата на неблагоприятни здравни ефекти. Поради това, тези метали се считат за токсични, т.е. оказват токсично действие върху редица органи и системи. Основният път за експозиция на тежки метали е ежедневната консумация на замърсени храни [Lopez-Alonso, M., et al., 2017]. Проучване, проведено в Китай, установява, че приемът на тежки метали с храната представлява над 75,8% от общия дневен прием на метали както за деца, така и за възрастни. Направена е оценка на канцерогенния риск, свързан с експозиция на 11 метала, при което са анализирани 520 проби храни. Резултатите показват, че изследваните деца имат по-голям хранителен прием на метали в сравнение с този на възрастните, като приетите метали се градират по следния ред: Mn > Zn > Cu > Sr > Cr > Ni > As > Cd > Pb > Co > Sb. Според проучването оризът, брашното, рибата и морските дарове са основните източници за хранителната експозиция на метали. [Wang, R., et al., 2018]. Оценката на здравния риск представлява преценяване на възможността за настъпване на неблагоприятни за здравето ефекти в резултат на приема на определен замърсител. Предвид на това, че храните са изключително важен източник за експозицията на токсични тежки метали и от гледна точка на осигуряването на високо ниво на защита на общественото здраве, извършването на оценка на здравния риск,

свързан с хранителната експозиция на тежки метали, е напълно оправдано. [Zukowska, J., Biziuk, M., 2008].

Рибата и морските дарове са важни хранителни източници поради своята висока хранителни стойности. Посредством свойствата биоакмулиране, неразградимост, тежките метали са основните замърсители във водната среда [Fakhri, Y., et al., 2018; Rahmani, J., et al., 2018]. Приемането на тежки метали чрез консумация на замърсени риба и морски дарове в резултат на човешка дейност, като добив на нефт и газ, изхвърляне на промишлени отпадъчни води, може да причини значителни неблагоприятни ефекти върху човешкото здраве, особено като се има предвид, увеличената консумацията на риба и скариди през последните години в някои страни, където морските дарове се считат за основен източник на храна [Fakhri, Y., et al., 2018]. Консумацията на миди представлява риск за здравето на потребителите, защото тези организми акумулират металите от морската водна среда, особено ако в близост има тежка промишленост и международно корабоплаване, което създава условия за замърсяване на аквакултурите [Firth, D.C., et al., 2019]. Металите се натрупват в рибите, в меките тъкани на мекотелите, а трябва да се отбележи, че морските водорасли също могат да съдържат тежки метали като кадмий, живак и олово и при редовната им консумация, вероятността от натрупване в организма с течение на времето е съществена. При анализ на концентрациите на метали в персийски бамбукови акули, е констатирано биоакмулиране на метали в по-висока степен в черния дроб, отколкото в мускулите на рибите [Adel, M., et al., 2018]. Установената последователност на натрупване на метали в различни тъкани на риби е потвърдена и от други учени, които посочват и реда на натрупване, именно: черен дроб > хриле > полова жлеза > мускул [Abdel-Khalek, AA., et al., 2015]. Испански учени също са открили значителни разлики в концентрациите на 20 метала в мускулите и черния дроб на риби, като високите нива на метали са за сметка на чернодробната тъкан [Dorta, P., et al., 2015]. Интересен анализ представят учени, според които по-високите концентрации на арсен, мед, живак, селен в диви риби, в сравнение с култивирани риби, показват допълнителни източници на замърсяване. Освен фуража, използван за култивираните риби, те посочват и природни и антропогенни източници на замърсяване на околната среда [ZvabRozic, P., et al., 2014]. При сравнителния анализ на биоакмулацията на метали в различни тъкани и органи на риби, и свързаната с тях антиоксидантна активност, освен органоспецифичното биоакмулиране (специфично за отделните органи натрупване на метали) учени откриват, че антиоксидантната

активност в значителна степен е свързана с вида на тъканта и вида на металите, на които са експонирани [Waheed, S., et al., 2014].

При извършена оценка на риска за здравето и изследване на биоакмулирането на метали в риби се потвърждава тезата, че най-ниските концентрации на почти всички метали се наблюдават в мускулите, а в хрилете, черния дроб и бъбреците по-високи концентрации [Abdel-Khalek AA., 2015].

Следователно, хроничната експозиция на тежки метали по алиментарен път представлява риск от предизвикване на неблагоприятни последици за здравето, поради което извършването на мониторинг и контрол за съдържание на тежки метали в предлаганите за консумация храни, е съществена част от дейностите, свързани с осигуряване на безопасността на храните.

4. Олово - здравни рискове при хранителна експозиция

Оловото е замърсител на околната среда, срещащ се в органични и неорганични форми присъства естествено в околната среда поради широкото му приложение в съвременното [https://www.who.int/], а съдържанието му в почвата е завишено [Богоева, И., и др., 2013].

Оловото е токсично за хората от всички възрасти Той е кумулативен токсикант, който засяга различни органи. Документираните неблагоприятни ефекти от експозицията на олово включват последици за развитието на нервната система, сърдечносъдови заболявания, нарушена бъбречна функция, хипертония, увреден фертилитет и неблагоприятни последици при бременност. Най-уязвими към този метал са децата на възраст седем и по-малко години, при които абсорбцията на метали е най-висока. Освен това, поради по-високите си енергийни потребности, децата на практика консумират по-голям обем храна „спрямо телесното тегло, отколкото възрастните“. [Suomi, J., et al., 2019]. При хранителна експозиция на олово не може да бъде изключена невротоксичност в пренаталния период и в периода на ранното детство [Hartwig, A., et al., 2017]. Храната е основният източник за експозиция на олово. След абсорбцията, чрез кръвта оловото се натрупва в черен дроб, бъбреци, като с течение на времето се натрупва и в костите. Централната нервна система е основният таргетен орган за токсичността на оловото. Периодът на полуотделяне на оловото в кръвта е приблизително 30 дни, а в костите е от 10 - 30 години. Оловото инхибира системите за детоксикация и активира липидната пероксидация. Оловото има склонност към SH-групите на сяра-съдържащите аминокиселини и ензими и

поради това при попадане в организма токсичното му действие е свързано с увреждане на ензимни системи [Петкова, Е., 2018].

Международната агенция за изследване на рака (IARC) класифицира оловото и неорганичните оловни съединения като възможни карциногени за хората (група 2А).

През 2010 г., EFSA изготви научно становище с оценка на здравния риск, свързан с хранителната експозиция на олово. Европейският орган за безопасност на храните стигна до заключението, че няма доказателства за праг за редица критични здравни ефекти, включително невротоксичност за развиващия се организъм и нефротоксичност при възрастни. С други думи, за всяко ниво на хранителна експозиция на олово се предполага наличие на риск от поява на неблагоприятен за здравето ефект. Поради това, не е възможно да се определи приемлив седмичен прием на оловото с храната. Вместо това, в становището си EFSA препоръчва да се прилага подхода за определяне на границата на експозиция (MOE), която е отношението между дозата, която произвежда слаб, но измерим неблагоприятен здравен ефект у животни или хора и изчислената хранителна експозиция. За определянето на MOE се използва бенчмарк дозата (BMD), която се идентифицира от кривата доза-отговор. Бенчмарк дозата причинява нисък, но измерим ефект/отговор и обикновено се избира при 1%, 5% или 10% по-голяма честота на неблагоприятния ефект у третираните животни в сравнение с контролата (групата нетретиран животни). Долната граница на 95% доверителен интервал на BMD се нарича BMDL (Benchmark Dose Lower Confidence Limit) и същата се използва за определянето на MOE.

В становището на EFSA като критични за здравето са определени следните неблагоприятни здравни ефекта:

- невротоксичност при малки деца;
- сърдечно-съдови разстройства и нефротоксичност при възрастни.

За всеки критичен здравен ефект е определена BMDL, както е посочено в Таблица 1:

Таблица 1. Референтни BMDL, съответстващи на хранителен прием на олово в $\mu\text{g/kg}$ телесно тегло/ден , установени от EFSA

Критичен здравен ефект	Възрастова група от населението	BMDL ($\mu\text{g/kg}$ т.т./ден)
Невротоксичност	Деца	$\text{BMDL}_{0.1} - 0,50$
Нефротоксичност	Възрастни	$\text{BMDL}_{10} - 0,63$
Сърдечно-съдови разстройства	Възрастни	$\text{BMDL}_{0.1} - 1,50$

В становището на EFSA се посочва, че основно зърнените храни, зеленчуците и питейната вода имат най-голям принос за хранителната експозиция на олово за европейското население като цяло. По-конкретно, се посочва, че следните групи храни, които допринасят основно за хранителната експозиция на олово: зърнени храни, следвани от картофи, зърнени култури (с изключение на ориз), храни на зърнена основа и листни зеленчуци.

В България, консумацията на хляб и тестени изделия е висока. При децата от всички възрасти консумираният хляб, представлява половината от количеството на приеманите зърнени храни, а енергията, постъпваща от зърнените храни, е два пъти по-висока в сравнение с приема им през 1998 г. В сравнение със същия период, средно дневната консумация на зеленчуци е повишена при почти всички възрастови групи деца, а консумацията на картофи за всички възрасти остава константна. Данните за увеличената консумация през последните години на зърнени храни и зеленчуци при децата ги прави уязвима група по отношение на хранителната експозиция на олово [Национално проучване, 2014].

Морски мекотели, като мидите показват висок капацитет за биоакмулиране на олово и кадмий, при което съдържанието на олово в миди нерядко надвишава установените максимално допустими нива [Figueira, E., et al., 2011].

Според китайски учени, отпадъчните води от минодобива са основният източник на метали в околната водна среда и анализирайки натрупването на някои

метали, в това число и на олово в кожа, мускули, хриле, черен дроб, бъбреци, рибна паст, сърце, стомах и черва на риби, събирани от места, в близост до мини те установяват променливост на разпределението на металите в различните тъкани на рибата, като оловото показва по-голямо натрупване в черния дроб, хрилете, бъбреците, стомаха и червата в сравнение с другите тъкани [Liu, F., et al., 2012]. В уловени скариди също е установено биоакмулиране на олово и арсен, както и канцерогенен риск, оценен чрез определяне на дневния хранителен прием на веществата [Fakhri, Y., et al., 2018].

Максимално допустимите количества за съдържание на олово в отделни видове храни са определени с Регламент (ЕС) 2023/915 на Комисията от 25 април 2023 година относно максимално допустимите количества на някои замърсители в храните и за отмяна на Регламент (ЕО) № 1881/2006.

5. Кадмий - здравни рискове при хранителна експозиция

Кадмият се депонира в околната среда от природни източници - ерозия и абразия на скали, вулканична дейност, както и в резултат от човешката дейност (антропогенни източници) – минни отпадъчни води, вторичен продукт от производството на цинк, мед и олово, галванопластика, производство на бои, производство на пластмасови стабилизатори, никел-кадмиеви батерии, електроника и др.. Кадмий може да попадне в околната среда и чрез отпадъците от електронно и електрическо оборудване. Кадмият проявява значителна подвижност в системата почва-растение, поради което по-често се установява в растителната продукция, като зърнени култури, плодове, зеленчуци, кореноплодни, тютюн. Системната абсорбция на приетия с храната кадмий обикновено е по-малко от 5%. Кадмият се натрупва преходно в черния дроб и след това преминава в бъбреците. Токсичното действие на кадмия се проявява върху отделителната, костната и дихателната системи [<https://www.who.int/>]. Хроничната хранителна експозиция на кадмий може да причини сериозно увреждане на бъбреците, което се характеризира с тубулна протеинурия в резултат на бъбречна тубулна дисфункция. Нефротоксичният риск при хранителната експозиция на децата на кадмий не може да бъде изключен [Hartwig, A., et al., 2017].

Кадмият е класифициран като канцерогенен за хората (Група 1) от Международната агенция за изследване на рака [WHO,IARC, 1993].

През периода 1940 - 1950 г. в Япония, префектура Тояма, е описано заболяването „itai-itai“. Местните жители започнали да проявяват симптоми на нетърпими болки в ставите и гръбначния стълб, размекване, патологични фрактури и деформации на костите, хипотония, мускулна атрофия, кашлица, анемия и бъбречна недостатъчност. Болестта често завършвала със смърт. Причината била открита от японските учени - хронична интоксикация със соли на кадмий на населението от район на рудници за добив на сребро, олово, цинк и мед. Рудодобивът замърсявал с тежки метали и най-вече – с кадмий басейна на реките, използвани за напояване на оризовите полета в региона,. В резултат, местното население се прехранвало със замърсени с олово ориз и риба [Еникова, Р., 2014]

В човешкия организъм кадмият постъпва по алиментарен път от зърнените култури и зърнените продукти, зеленчуците, ядките и варивата, съдържащите нишесте кореноплодни, картофите, месото и месните продукти. За непушачите храните са основният източник на излагане на кадмий, а за пушачите тютюнопушенето може да способства за експозиция като алиментарната.

Панелът по замърсителите в хранителната верига на Европейския орган за безопасност на храните (CONTAM Panel) определи поносим седмичен прием (TWI) от 2,5 µg/kg т.т./седмица за кадмий. Временния допустим месечен прием (PTMI) установен от ФАО / СЗО за кадмий е 25 µg / kg телесно тегло.

За кадмий са определени максимални количества в широк спектър от храни. Допустимите количества за съдържание на олово в отделни видове храни са определени с Регламент (ЕС) 2023/915 на Комисията от 25 април 2023 година относно максимално допустимите количества на някои замърсители в храните и за отмяна на Регламент (ЕО) № 1881/2006.

Европейският орган за безопасност на храните (EFSA) проведе широкомащабен анализ на кадмий в хранителните продукти през 2009 г. и стигна до заключението, че „зърнените култури и продуктите на база зърнени култури“, „зеленчуците и зеленчуковите продукти“ и „съдържащите нишесте корени и грудки“ имат най-голям принос за общ прием на кадмий в Европа [Clemens et al., 2013 г]. „Групите храни, на които се дължи най-голяма част от експозицията на кадмий чрез храната, най-вече поради тяхната голяма консумация, са зърнени култури и продуктите на база зърнени култури, зеленчуците, ядките и варивата, съдържащите нишесте кореноплодни, картофите, месото и месните продукти. Най-високи концентрации на кадмий са установени при хранителните стоки морски водорасли,

риба и морски дарове, шоколад и храни със специално диетично предназначение, както и гъби, маслодайни семена и годна за консумация карантия“ [Регламент (ЕС) № 488/2014].

Научно е доказано, че кадмия стимулира синтеза на протеина металотионин, като при направено проучване с брегови рак е установено, че синтезът на металотионин се индуцира само при най-високо ниво на експозиция на кадмий, като около „ 80% от асимилирания кадмий се свързва в разтворимата фракция на средната чревна жлеза и от това 82% се откриват във фракцията на металотионин и се индуцира само при най-високо ниво на експозиция“. Индукцията на металотионин от ракообразни е биомаркер за замърсяване на водната среда с кадмий [Pedersen, K., et al., 2014]. При проучване на нивата на кадмий в различните части от тялото на кафяв рак е доказано, че експозицията на кадмий при консумацията, зависи главно от това какъв е модел на хранене и хранителните предпочитания. Ястия, приготвени изключително само от вътрешно месо на рак (без това от щипките му), могат да представлява риск за здравето при консумацията им [Wiech, M., et al., 2020].

При изследване процесите на натрупване на метали, както и детоксикация им при говеда от замърсени и незамърсени райони и измерване концентрациите на металотионин в бъбреците и черния дроб се установява, че кадмият е най-важният метал за индуциране на металотионин в бъбреците. Металотионин е протеин със способност да свързва тежки метали. Установено е също, че Cd и Pb са значително по-високи в тъканите на говедата от замърсените райони [Roggeman, S., et al., 2014].

Изследвано е замърсяването с метали в утайката на устия, където има стриди, използвани за храна, както и възможните биомагнификации в стридата. Констатирано е, че при умерено до силно замърсена с олово и кадмий утайка може да окаже екологичен стрес „върху изложената на нея флора и фауна. Биоакумулирането на свързаните със утайката мед и цинк в стриди отразява потенциалните им биомагнификации чрез водна хранителна верига“. „Биоакумулация е процесът, чрез който токсините постепенно се натрупват в определени органи на хора или други организми. Биомагнификация е всяка концентрация на токсин, в тъканите на толерантни организми при последователно по-високи нива в хранителната верига или процесът, при който токсините постоянно увеличават концентрацията си, когато се придвижват нагоре по хранителната верига“ [Satapathy, S., et al., 2019].

Някои зелени растителни видове имат механизми на толерантност и адаптация към тежки метали. Все повече доказателства демонстрират, че фитохормона

абсцизова киселина, която е главният хормон, стимулиращ задържането на вода от растенията по време на засушаване, играе важна роля за облекчаване на стреса от тежки метали и металоиди в растенията [Hu, B., et al., 2020].

По последните проучвания консумацията на хляб и тестени изделия в България е висока. „ Среднодневната консумация на месо и месни продукти нараства право пропорционално с нарастване на възрастта при децата. Консумацията на месо е най-висока при момчетата на 14-18 години (214,7 г/ден). Същата е два пъти и половина по-висока от препоръките (18,19,20). На второ място, като процент от общата енергия, при лицата на 19-29 години са месото и месните продукти. Среднодневната консумация на плодове и зеленчуци е повишена при почти всички възрастови групи деца, в сравнение с данните, получени от проучването през 1998“ [Национално проучване, 2014].

6. Живак

Живакът също е токсичен за човек и основните му форми – метил живак и неорганичен живак са с „различни токсични ефекти, включително върху нервната, храносмилателната и имунната система, както и върху белите дробове, бъбреците, кожата и очите“ [<https://www.who.int/>]. Метил живакът е най-често срещаната форма в хранителната верига. Живакът предизвиква нефрологични увреждания, критичен орган са бъбреците. Антропогенни източници на живак са основно промишлеността, селското стопанство. Разпространението му в околната среда се извършва чрез атмосферна циркулация на елемента живак във вид на пари от сушата към океаните и чрез метилиране на неорганичния живак от антропогенните източници в седимента на различните водни източници. „Попадайки в околната среда, елементарният живак по естествен начин се трансформира в метил живак, който се натрупва в рибите и черупчестите организми“ [<https://www.who.int/>] и така попада в храната. При постъпване в организма по орален път неорганичният живак се резорбира в около 7 % , а органичният - до 95 %.

Рибите и морските дарове са преобладаващият фактор за хранителна експозиция. За живак са определени максимални количества само в риба и морски дарове [Регламент (ЕС) 2023/915, 2023].

Европейският орган по безопасност на храните е определил поносим седмични нива (Tolerable Weekly Intakes – TWIs), за метил живак и неорганичен живак в храни. Поносимия седмичен прием на неорганичен живак (TWI) е 4 µg/kg телесно

тегло/седмица. През 2003 и 2010 г. научният панел на EFSA за замърсители в хранителната верига (CONTAM панел) „оценява временни допустими седмични нива“ [Богоева, И., 2012]. Временния допустим седмичен прием (PTWI) за MeHg от 1, 6 µg / kg телесно тегло и поносим седмичен прием (TWI) от 1, 3 µg / kg телесно тегло.

Консумацията на риба в България е нараснала, в сравнение с 1998 г., но остава под препоръчаната за всички възрастови групи [Национално проучване, 2014].

Проучване и измерване на концентрацията и бионаличност на метали в храни като, дивеч, риба, ракообразни е наблюдавана значителна и отрицателна корелация между концентрацията на живак и бионаличността на Hg [Laird, B.D., et al., 2013]. При изследвани нива на метали в рибите обитаващи зона близо до голямо пристанище, тези на арсена и живака са най-високи, а в риби взети от търговската мрежа - по-ниски. Живакът е имал положителна корелация с размера на тялото при повечето видове риби. Живакът корелира положително с арсен и селен, а отрицателно с алуминий, кобалт, мед, манган и цинк [Burger, J., et al., 2014].

7. Арсен

Арсенът е широко разпространен, среща се в различни органични и неорганични форми, които попадат в околната среда от природни и от антропогенни източници. Арсен се прилага в производството на пестициди. В човешкия организъм при арсенова интоксикация се уврежда вегетативната нервна система при и се засягат множество нерви. Международната агенция за изследване на рака (IARC) класифицира арсенът към 1-ва група канцерогенни за хора.

Оризът и продуктите на база оризови са основните хранителни източници на излагане на арсен. За арсен са определени максимални количества в малък на брой храни - зърнени култури и продукти на основата на зърнени култури, храни за кърмачета и детски храни, плодови сокове, сол. [Регламент (ЕС) 2023/915, 2023].

„Панелът CONTAM заключи, че временният допустим седмичен прием (PTWI) от 15 µg / kg телесно тегло, създаден от Съвместния експертен комитет по хранителни добавки на ФАО / СЗО (JECFA), вече не е подходящ, тъй като данните показват, че неорганичният арсен причинява рак на белия дроб и пикочния мехур в допълнение към кожата и че е докладван набор от неблагоприятни ефекти при експозиции, по-ниски от тези, прегледани от JECFA. Панелът CONTAM моделира данните за дозата и отговора от ключови епидемиологични проучвания и избра еталонен отговор от 1% допълнителен риск. Диапазон от стойности на долната граница на доверителна

граница (BMDL01) между 0,3 и 8 µg / kg телесно тегло на ден е идентифициран за рак на белия дроб, кожата и пикочния мехур, както и кожни лезии“ [EFSA, 2009].

При оценка на потенциалният риск на тежките метали - кадмий, олово, цинк и арсен от консумация на риба, при количественото определяне на съдържанието на тежките метали, и оценен коефициент на опасност, както и дневната им експозиция с храната, висок канцерогенен риск е признат само за арсен [Gusso-Choueri, P.K., et al., 2018].

8. Калай

Консервираните храни и консервирани напитки са свързани с излагането на потребителите на неорганичен калай. Калай присъства и в мултивитаминни и минерални хранителни добавки. Максималните нива на неорганичен калай в тези храни са нормирани. За калай са определени максимални количества само в консервирани храни и напитки. [Регламент (ЕС) 2023/915, 2023].

Панелът CONTAM не е определил допустим прием на калай. Понякога високият прием на калай е свързан с висока консумация на консервирани храни. Краткосрочните проучвания при хора показват, че високият прием на калай (около 30-50 mg калай / ден или на хранене) може да намали абсорбцията на цинк. [EFSA, 2006].

19-29-годишните консумират често безалкохолни напитки със захар и консумацията на безалкохолни напитки в по-напреднала възраст намалява правопрпорционално на възрастта. 72% от децата на 1-2 годишна възраст приемат над 4 пъти седмично плодови консерви/компоти. Същата употреба е установена при половината децата на възраст 3-18 години. Във възрастовата граница 7-18 г. повече от веднъж на ден се консумират безалкохолни напитки със захар [Национално проучване, 2014].

9. Законодателство в областта на замърсителите в храните

Глобалната система за мониторинг на околната среда (GEMS) е създадена през 1975 г. под егидата на Програмата на ООН за околната среда. От 1976 г. внедрен мониторинг на замърсителите в храните, в рамките на GEMS, в сътрудничество със СЗО и ФАО. Данните от мониторинга предоставят информация която е много важна и служи за вземане на управленски решения [<https://goaravetisyan.ru/bg/distancionnoe-zondirovanie-zemli-dzz-geoinformacionnyye-sistemy-gis/>].

Законодателството на ЕС е със високи изисквания по отношение на качеството и безопасността на храните, защото хранителната безопасност е основен приоритет за ЕС. Безопасността на храните потенциално засяга здравето на всички граждани и е тясно свързана както с гарантирането на свободното движение на храни и фуражи за животните в рамките на ЕС, така и с улесняването на световната търговия на безопасни и здравословни храни. Европейското право в областта на храните има за цел „да допринесе за постигането на висока степен на опазване на живота и здравето на човека“ е посочено в член 5 на Регламент (ЕО) № 178/2002 на Европейския парламент и на Съвета от 28 януари 2002 година за установяване на общите принципи и изисквания на законодателството в областта на храните, за създаване на Европейски орган за безопасност на храните и за определяне на процедури относно безопасността на храните [Регламент (ЕО) № 178/2002].

Нормирането на максималните количества за съдържание на замърсители в храни се извършва на ниво ЕС чрез приемане на регламенти. Тази регулаторна рамка представлява мярка за осигуряване безопасността на храните и за защита на общественото здраве. Максимално допустими количества се определят за замърсители, чиято хранителна експозиция потенциално представлява риск за общественото здраве, който се оценява от EFSA. В тази връзка, разпоредбата на член 6 от Регламент (ЕО) № 178/2002 изисква анализът на риска да се основава на наличните научни доказателства и да се извършва по независим, обективен и прозрачен начин. Анализът на риска е един от принципите на безопасността на храните. Той трябва да формира основата, върху която се основават предприеманите мерки за осигуряване на безопасността на храните. Освен това, при определянето на нормите за съдържание на замърсители в храни се вземат предвид техническите ограничения на производствената технология, влиянието върху нивото на замърсителя при преработката, съхранението и очакваното третиране на определената храна, възможността за прилагане на добри практики, наличието на международно признати стандарти на Кодекс Алиментариус (Codex Alimentarius).

С Регламент (ЕО) № 178/2002 Европейският Съюз създаде орган по безопасност на храните - EFSA. Основни функции на EFSA са изготвянето на научни становища с оценката на риска за човешкото здраве и комуникацията на риска.

Основните принципи на законодателството на ЕС относно замърсителите в храните са заложили в Регламент (ЕИО) № 315/93 на Съвета от 8 февруари 1993

година за установяване на общностни процедури относно замърсителите в храните (ОВ, специално българско издание: глава 15 том 002 стр. 189 - 191), а именно:

- храни, съдържащи замърсители в количество, неприемливо от гледна точка на общественото здраве и по-специално от токсикологична гледна точка, не се пускат на пазара;
- количеството на замърсителите в храните трябва да се поддържа толкова ниски, колкото е разумно достижимо чрез прилагането на добри производствени практики или добри селскостопански практики;
- максимално допустими количества трябва да се определят за определени замърсители, с цел да се защити общественото здраве.

В член 1 на Регламент (ЕИО) № 315/ се определя терминът „замърсител“: „всяко вещество, което не е предназначено добавено в храната, но което се съдържа в тази храна в резултат от производството (включително и при операциите, извършвани в земеделието, животновъдството и ветеринарната медицина), изработката, обработката, подготовката, третирането, опаковането, пакетирането, транспортирането или съхраняването на такава храна, или в резултат от замърсяването на околната среда.“ Добавките в храните, остатъците от пестициди и веществата, които са предмет на специфично законодателство не попадат в обхвата на това определение [Регламент (ЕИО) № 315/93].

Максималните количества на замърсители в храните са установени с Регламент (ЕС) № 2023/915 на Комисията от 25 април 2023 година относно максимално допустимите количества на някои замърсители в храните и за отмяна на Регламент (ЕО) № 1881/2006. Разпоредбите на този регламент забраняват пускането на пазара на храни, които не отговарят на тези максимални нива, употребата на такива храни като съставка в други храни, както и смесването на храни, които съответстват на изискванията, с храни, който не съответстват. В допълнение на регламентите Европейската комисия публикува и други актове (като Препоръки на Комисията), по-конкретно за насърчаване събирането на данни, за извършване на мониторинг на съдържанието на даден замърсител в определени храни, за прилагане на добри практики от бизнес операторите, с цел намаляване замърсяването на храните.

Максималните количества на олово в храни от растителен и животински произход са посочени в Таблица 2 и 3 (без храни за малки деца, напитки за кърмачета и малки деца и хранителни добавки, които не са обект на настоящото проучване).

**Таблица 2. Максимално допустимо количество на олово в храни
от растителен произход (mg/kg) Източник : Регламент (ЕС) 2023/915**

Червени боровинки, френско грозде, плодове на бъз и на кумарка	0,20
Плодове, различни от червени боровинки, френско грозде, плодове на бъз и на кумарка	0,10
Кореноплодни и грудкови зеленчуци	
Кореноплодни и грудкови зеленчуци с изключение на пресен джинджифил, куркума, козя брада	0,10
Пресен джинджифил, прясна куркума	0,80
Козя брада	0,30
Луковични зеленчуци	0,10
Плодни зеленчуци с изключение на сладка царевица	0,050
Сладка царевица	0,10
Зеленчуци от род Brassica, различни от листни растения от род Brassica	0,10
Листни растения от род Brassica	0,30
Листни зеленчуци с изключение на пресни билки и ядивни цветя	0,30
Бобови зеленчуци	0,10
Стъблени зеленчуци	0,10
Сл. култивирани гъби: култивирана печурка, обикн. кладница, шийтаке	0,30
Диворастващи гъби	0,80
Варива	0,20
Зърнени култури	0,20
Подправки на семена	0,90
Подправки, които представляват плодове на растения	0,60
Подправки, които се получават от кората на растения	2,0
Подправки, които представляват корени и коренища	1,50
Подправки, които представляват пъпки	1,0
Подправки, които представляват плодници на растителни цветове	1,0
Плодови сокове, плодови сокове от концентрат, концентрирани пл. сокове и нектари с изкл. от горски и други малки плодове	0,05
Плодови сокове, плодови сокове от концентрат, концентрирани пл. сокове и нектари различни от продуктите, произведени изключително от горски и други малки плодове, включително смеси	0,03
Сол	1,00
Нерафинирана сол „fleur de sel“ и „сива сол	2,00

**Таблица 3. Максимално допустимо количество на олово в храни
от животински произход (mg/kg) Източник : Регламент (ЕС) 2023/915**

Месо от говеда, овце, свине и дом. птици с изключение на (Карантия)	0,10
Карантия от говеда и овце	0,20
Карантия от свине	0,15
Карантия от домашни птици	0,10
Мускулно месо от риба	0,30
Главоноги	0,30
Ракообразни	0,50
Двучерупчести мекотели	1,50
Сурово мляко, топлинно обработено и мляко за производство на млечни продукти	0,020
Мед	0,10
Мазнини и масла	0,10

Максималните количества на кадмий в храни от животински и растителен произход са посочени в Таблица 4 и 5 (без храни за малки деца, напитки за кърмачета и малки деца и хранителни добавки, които не са обект на настоящото проучване)

**Таблица 4. Максимално допустимо количество на кадмий в храни от
животински произход (mg/kg) Източник : Регламент (ЕС) 2023/915**

Месо от говеда, овце, свине и домашни птици	0,050
Конско месо	0,20
Черен дроб от говеда, овце, свине, домашни птици и коне	0,50
Бъбреци от говеда, овце, свине, домашни птици и коне	1,0
Рибни продукти и двучерупчести мекотели	
Мускулно месо от риба с изкл. на: Скумрия, риба тон, червен.попче, ивич.ауксида, хамсия, риба меч, сардина	0,050
Мускулно месо от следните риби:Скумрия, риба тон, червен. попче	0,10
Мускулно месо от ивичка. ауксида	0,15
Мускулно месо от следните риби: хамсия, риба меч, сардина	0,25
Ракообразни	0,50
Двучерупчести мекотели	1,0
Главоноги	1,0
Какао и шоколадови продукти	
Млечен шоколад с < 30 % обща суха какаова маса	0,10
Шоколад с < 50 % обща суха какаова маса; млечен шоколад с $\geq$ 30 % обща суха какаова маса	0,30
Шоколад с $\geq$ 50 % обща суха какаова маса	0,80
Какао на прах или като съставка на подсладено какао на прах или прахообразен шоколад	0,60

Таблица 5. Максимално допустимо количество на кадмий в храни от растителен произход (mg/kg) Източник : Регламент (ЕС) 2023/915

Плодове с изключение на: citrusови, семкови, костилкови, маслини, киви, банани, манго, папая и ананас, горски и малки плодове, малини	0,050
Цитрусови плодове, семкови плодове, костилкови плодове, трапезни маслини, киви, банани, манго, папая и ананас	0,020
Горски и малки плодове с изключение на малини	0,030
Малини	0,040
Черупкови плодове	
Черупкови плодове с изкл. на кедрови ядки	0,20
Кедрови ядки	0,30
Кореноплодни и грудкови зеленчуци	
Кореноплодни и грудкови зеленчуци с изкл. на червено цвекло, целина, хрян, пащърнак, козя брада, репички, тропически корени и грудки, магданоз на грудки, ряпа	0,10
Червено цвекло	0,060
Целина	0,15
Хрян, пащърнак, козя брада	0,20
Репички	0,020
Тропически корени и грудки, магданоз на грудки, ряпа	0,050
Луковични зеленчуци	
Луковични зеленчуци с изключение на чесън	0,030
Чесън	0,050
Плодни зеленчуци	
Плодни зеленчуци с изкл. на патладжани	0,020
Патладжани	0,030
Зеленчуци от род Brassica	
Brassica с изключение на листни растения от род Brassica	0,040
Листни растения от род Brassica	0,10
Листни зеленчуци и билки	
Листни зеленчуци с изключение на спанак и подобни листни зеленчуци, синапено семе и пресни билки	0,10
Спанак и подобни листни зеленчуци, синапено семе и пресни билки	0,20
Бобови зеленчуци	0,020
Стъблени зеленчуци	
Стъблени зеленчуци с изключение на целина и праз	0,030
Целина	0,10
Праз	0,040
Гъби	
Култивирани гъби с изкл. на обикновена кладница и гъба шийтаке	0,050
Обикновена кладница, гъба шийтаке	0,15
Диворастящи гъби	0,50
Варива и протеини от варива	
Варива с изключение на протеини от варива	0,040
Протеини от варива	0,10

Маслодайни семена	
Маслодайни семена с изкл. на: семена от рапица, фъстъци и соеви зърна, семена от синап, ленено, слънчогледово и маково семе	0,10
Семена от рапица	0,15
Фъстъци и соеви зърна	0,20
Семена от синап	0,30
Ленено и слънчогледово семе	0,50
Маково семе	1,20
Зърнени култури с изкл. на: ечемик и ръж, ориз, киноа, пшенични трици и пшеничен глютен, твърда пшеница, пшеничен зародиш	0,10
Ечемик и ръж	0,050
Ориз, киноа, пшенични трици и пшеничен глютен	0,15
Твърда пшеница	0,18
Пшеничен зародиш	0,20
Сол	0,50

В държавите-членки на ЕС има създадени определени органи, които изпълняват на национално равнище задължения, сходни с тези на EFSA. Обединяването на действията на тези органи в обща мрежа спомага за научното сътрудничество, позволява обмена на информация и определяне на общи задачи, както и оптималното използване на средства и компетентни знания и опит. Регламент (ЕО) № 2230/2004 на Комисията урежда правилата за създаването и функционирането на мрежата от национални организации, които работят в областите, включени в мисията на EFSA. е за подробни правила за прилагането на Регламент №178/2002 във връзка с организациите, които работят в областта на обхват Европейския орган за безопасност на храните [Регламент № 2230/2004].

Кодекс Алиментариус са международни стандарти за храни, които са приети от Комисията Кодекс Алиментариус , създадена от Организацията по прехрана и земеделие на ООН (ФАО) и Световната здравна организация (СЗО). Съгласно Кодекс Алиментариус замърсителите са вещества, които „не са добавени умишлено към храната“ [Codex Alimentarius]. Мандатът на Комисията Кодекс Алиментариус е предпазване на човешкото здраве и осигуряване на честни практики при търговията с храни. Споразумението за прилагането на санитарни и фитосанитарни мерки (SPS Agreement) на Световната търговска организация (WTO) цитира стандартите на

Кодекс Алиментариус, с цел постигане на международния консенсус по отношение на изискванията за предпазване на човешкото здраве от опасностите, свързани с храните. Стандартите за безопасност на храните на Кодекс се основават на анализа на риска, извършван от съвместните за ФАО/СЗО експертни органа, а именно Общ експертен комитет по хранителни добавки и замърсители (JECFA) и Общо заседание по пестицидни остатъци (JMPR). Международните комитети към Комисията Кодекс Алиментариус, които подготвят и препоръчват стандарти за безопасност на храните, се състоят от представители на страните-членки. Такъв например е Комитетът на Кодекс Алиментариус по замърсители в храните (Codex Committee on Contaminants in Food - CCCF), който разработва и предлага за одобрение от Комисията на Кодекс Алиментариус максималните нива за съдържание на замърсители в храните.. Този комитет определя замърсителите, за които следва да се извърши оценка на риска от JECFA, както и методите за анализ и вземане на проби за определяне на съдържанието на замърсители в храните.

Българското законодателство в областта на безопасността на храните е синхронизирано с европейското. Новият Закон за храните, приет през 2020 г., има за цел да „1. гарантира висока степен на защита на здравето и интересите на потребителите по отношение на храните; 2. осигури прилагането на правото на Европейския съюз и националните мерки в областта на храните“ [Закон за храните, 2020].

Всяка година се провежда изследвания на хранителни суровини и хранителни продукти по показатели за контрол от посочените регламенти за съответствието на храните с МДК на замърсители, с цел осигуряване на защита от химични вредности и намаляване или елиминирането им.

Европейският Орган по безопасност на храните и неговият научен панел CONTAM осигуряват „научни становища за замърсители, нежелани вещества и остатъци от неразрешени вещества в хранителната верига“ [EFSA Химикали в храните – европейски норми за оценка и регулация, 2012].

Максималното ниво на Codex (ML) за замърсител в храните е максималната концентрация на това вещество, препоръчана от Комисията Кодекс Алиментариус и се определя само за храни, в които замърсителят може да бъде открит в количества, които са значителни за общата експозиция на потребителя [Codex Alimentarius Commission, 2019].

Максимално допустимото количество е нивото на замърсителя в храната, което задейства предприемането на принудителни мерки. Тоест, ако компетентният орган - Българската агенция по безопасност на храните (БАБХ) установи съдържание на замърсител над регламентираното ниво, храната ще бъде обект на забрана и/или изтегляне от пазара. Максимално допустимите количества за съдържание на замърсители са определени само за отделни храни. Независимо от това, оценка на риска може да се извърши за всяка храна, за да се определи дали храната съдържа замърсители в количество, което е опасно или вредно за човешкото здраве. Освен това, член 14, параграфи 1 и 2 на Регламент (ЕО) № 178/2002 постановяват, че на пазара не се пускат храни, които не са безопасни. Храната се счита за неотговаряща на изискванията за безопасност, ако е вредна за здравето или негодни за консумация от човека.

10. Третиране на лабораторни резултати <LOD или <LOQ

При извършването на анализи за съдържанието на тежки метали в храни се използват различни аналитични методи, а също възможно е и един и същ аналитичен метод, но с различна чувствителност. Поради тази причина, граници на откриване (Limit of Detection, LOD) и граници на количествено определяне (Limit of Quantitation, LOQ) може да се простират в широки граници и това е благоприятно, когато има голям брой количествено неопределени/ неоткрити данни (левоцензурирани данни) [EFSA, Technical Report, 2018].

Границата на откриване и границата на количествено определяне се използват за описване на най-ниската концентрация на тежки метали, която може да бъде надеждно измерена чрез аналитична процедура и те са параметри, характеризиращи ефективността на целия метод на изпитване при ниски концентрации на замърсители. Всъщност, в някои случаи LOD и LOQ може да са далеч под работния диапазон на аналитичен метод, използван за контрол на съответствието на взетите проби храни с максималните нива установени в законодателството. В областта на тежките метали се предпочитат процедурата за оценка въз основа на празни проби [Guidance Document EU, 2016].

„Граница на откриване е най-малкото количество вещество, което може да се разграничи от отсъствието на това вещество (празна стойност) с посочено ниво на

увереност. LOD е най-ниската концентрация, при която анализът може не само да бъде надеждно открит“ [Armbruster David A, et al. 2008].

Границата на количествено определяне означава най-малкото количество или най-ниската концентрация на вещество, което е възможно да бъде определено посредством дадена аналитична процедура с установена точност, прецизност. LOQ се изчислява от най-ниската точка на концентрация, като се отчете аналитичният добив от вътрешните стандарти и количеството на пробата [Регламент 2017/771].

„Ляво цензурирани резултати са аналитични резултати, отчетени или като <LOD или <LOQ. Лимитът (LOD или LOQ), прилаган за всеки конкретен резултат, се нарича лява цензурна граница. В зависимост от аналитичния метод, левите цензурирани граници могат да варират“ [EFSA, Arcella D., et al. 2017].

Доста често голяма част от пробите , които са анализирани за съдържание на замърсители имат стойности < LOQ. Тези резултати не означават непременно, че в изследваната проба не присъства химичният замърсител, а само че аналитичният метод не може да открие възможното количество от замърсителя. За статистическото обработване на данните за концентрация на замърсителя в даден вид храна ляво цензурираните данни се обработват чрез метода на заместване, както се препоръчва в „Принципи и методи за оценка на риска от химични вещества в храните“ [WHO, 2009] и в научния доклад на EFSA „Управление на ляво цензурирани данни при оценката на хранителната експозиция на химични вещества“ [EFSA, 2010].

При метода на заместването се използва подходът за три сценария на:

- долната граница (Lower Bound, LB);
- средната граница (Middle Bound, MB); и
- горната граница (Upper Bound, UB).

Изчисляването на долната граница (LB) се получава чрез заместване с нула (минималната възможна стойност) на всички аналитични резултати, докладвани като „не се установява“ (т.е. < LOQ). Изчисляването на средната граница (MB) се получава чрез заместване на всички резултати < LOQ със стойност равна на $\frac{1}{2}$ стойността на LOQ и горната граница (UB) се изчислява чрез заместване на всички резултати < LOQ със стойност равна на стойността на LOQ.

11. Оценка на хронична хранителна експозиция

Хората могат да бъдат излагани на различни химични вещества при приема на храна и питейна вода. Част от тези вещества проявяват своята токсичност след повтарящи се експозиции в продължение на дълъг период от време, т.нар. хронична хранителна експозиция. С цел да се защити човешкото здраве, е необходимо да се определи максималното количество вещество, което може да се приема ежедневно за продължителен (през целия живот) период. За веществата, които се влагат целенасочено в храните, като добавки в храните, остатъци от пестициди и ветеринарни препарати се определя/изчислява допустим дневен прием (acceptable daily intake, ADI). За химичните замърсители ADI се нарича поносим дневен прием (tolerable daily intake, TDI). Концепцията за допустим дневен прием е разработена през 50-те години на миналия век. За първи път този проблем се разглежда в JECFA. ADI и TDI се определят като токсикологични референтни стойности (health-based guidance values) и са много важни концепции за извършването на оценката на риска за здравето от химични вещества.

Поносимият/допустимият дневен прием (TDI) е количеството на потенциално опасно вещество, съдържащо се в храна, което може да бъде приемано ежедневно през целия живот без значим риск за здравето. TDI се изразява в mg/kg телесно тегло/ден. Експозицията на химични замърсители, макар и нежелателна, е неизбежна, тъй като те могат да се намерят в храната в резултат на замърсяването на околната среда [EFSA, Chemicals in food - European standards for assessment and regulation, 2012].

Показателят за безопасен прием на химично вещество може да се изрази и чрез поносим седмичен прием (tolerable weekly intake, TWI) на даденото вещество. Поносимият/допустимият седмичен прием (TWI) е максималният прием на вещество, изразен в mg вещество/kg телесно тегло/седмица, което може да се консумира седмично през целия живот без риск от неблагоприятни последици за здравето.

TDI се изчислява на базата на лабораторни данни за токсичност, към които се прилагат фактори за неопределеност (uncertainty factors, UF), наричани също и фактори на безопасност. За повечето видове токсичност обикновено се смята, че има доза, под която няма да възникне неблагоприятен ефект – прагова доза.

Практически се използват различни подходи за характеризирането на здравния риск от токсични вещества, в зависимост от това дали веществата имат прагов ефект (прагова доза) или се счита, че веществата нямат прагов ефект. За веществата с прагов

ефект се определя приемлив прием - TDI или TWI. Тези токсикологични референтни стойности се установяват от JECFA и/или EFSA и предоставят количествена информация за оценката на риска. За установяването на поносим прием на дадено вещество се провеждат изпитвания за токсичност с животни, като се определя нивото/дозата без наблюдаван неблагоприятен ефект (NOAEL), използвайки зависимостта доза-отговор (или доза-ефект). Получените данни се екстраполират за хора чрез прилагане (разделяне) на фактор за безопасност (фактор за неопределеност - uncertainty factor, UF), който обикновено е 100 и отчита междувидовата разлика в чувствителността (10X) и вътревидовата разлика в чувствителността (10X).

При характеристиката на риска за замърсители, за които има прагова доза изчислената хранителна експозиция на изследваното население се сравнява със стойността на TWI, за да се направи заключение дали има надвишаване на TWI и риск за здравето. Отнасянето на експозицията към TWI помага при интерпретацията на данните да се определи дали дадена популацията при дадена експозиция е над или под поносимия седмичен прием.

Хранителна експозиция, която надвишава TWI за кратък период от време, е малко вероятно да доведе до вредни ефекти върху човешкото здраве, тъй като TWI е определен за цялата продължителност на живота, при което краткосрочното му надвишаване не води до риск за здравето [WHO, Chemicals in food - European standards for assessment and regulation, 2020].

12. Оценка на риска от тежки метали в храни като метод за систематизиране на риска

12.1. Определения. Въведение към основните концепции

През 16 век, швейцарският лекар Парацелз формулира основния принцип на токсикологията, че всичко е отрова и всичко е лекарство; и едното, и другото се определят от дозата. Оттогава, са извършени множество изследвания за допълнително дефиниране на този принцип по отношение на рисковете, свързани с излагането (експозицията) на хората на химични агенти, които естествено се намират в природата или се образуват в резултат на човешката дейност. Като химични вещества замърсителите в храните могат да проявят присъщата си токсичност, т.е. да причинят неблагоприятни ефекти за човешкото здраве. Поради това, за тези вещества се изисква извършване на оценка на хроничната хранителна експозиция, която е

съществена част от процеса на оценка на риска на химическите замърсители в храните.

Анализът на риска за химичните вещества в храните се състои от три компонента: оценка на риска, управление на риска и комуникация на риска [Регламент (ЕО) № 178/2002]. Съгласно чл. 3 на същия Регламент се дават следните определения:

„риск“ означава функция на вероятността от неблагоприятен за здравето ефект и сериозността на този ефект, вследствие на наличието на опасност;

„анализ на риска“ означава процес, състоящ се от три взаимосвързани компонента: оценка, управление и обмяна на информация за риска;

„оценка на риска“ означава научно обоснован процес, състоящ се от четири етапа: определяне на опасност, охарактеризиране на опасността, оценка на въздействието при излагане на опасност и охарактеризиране на риска;

„опасност“ означава наличие или условие за наличие на биологичен, химичен или физичен агент в храните или фуражите, който има потенциална възможност да причини неблагоприятен за здравето ефект.

Използването на определена терминология за оценката на риска във връзка с безопасността на храните се ръководи от Комисията Кодекс Алиментариус (Codex Alimentarius Commission, САС). Регламент (ЕО) № 178/2002 установява някои основни термина, свързани с риска, които са подобни с тези определени от Комисията Кодекс Алиментариус (ККА). Когато законодателството на ЕС не включва определения на специфични термини за оценка на риска, Научният комитет на EFSA препоръчва, с цел постигане на съответствие да се използват определенията, дадени от ККА.

През 2004 г., Международната програма за безопасност на химичните вещества, съвместна програма на различни агенции на ООН, включително СЗО, публикува документ за хармонизиране на терминологията относно оценката на риска „Risk Assessment Terminology. Part 1: IPCS/OECD key generic terms used in chemical hazard/risk assessment. Part 2: IPCS glossary of key exposure assessment terminology“. ККА играе важна роля относно терминологията за оценка на риска, тъй като в Споразумението за прилагане на санитарни и фитосанитарни мерки (SPS Agreement) на Световната търговска организация (WTO) се посочва, че всички членове (включително Европейския съюз) обосновават своите санитарни и фитосанитарни

мерки въз основа на международните стандарти, насоки или препоръки на ККА.

Определения на термините на анализа на риска, свързан с безопасността на храните, приети от ККА през 2004 г. [IPCS 2004]:

Идентификация на опасностите: Определяне на биологични, химични и физични агенти, които могат да причинят неблагоприятни ефекти за здравето и които могат да присъстват в определена храна или група храни.

Характеризиране на опасностите: Качествената и/или количествената оценка на естеството на неблагоприятните ефекти върху здравето, свързани с биологични, химични и физични агенти, които могат да присъстват в храната. За химичните агенти трябва да се определи зависимостта доза-отговор. За биологични или физични агенти се прави оценка на зависимостта доза-отговор, ако има налични данни.

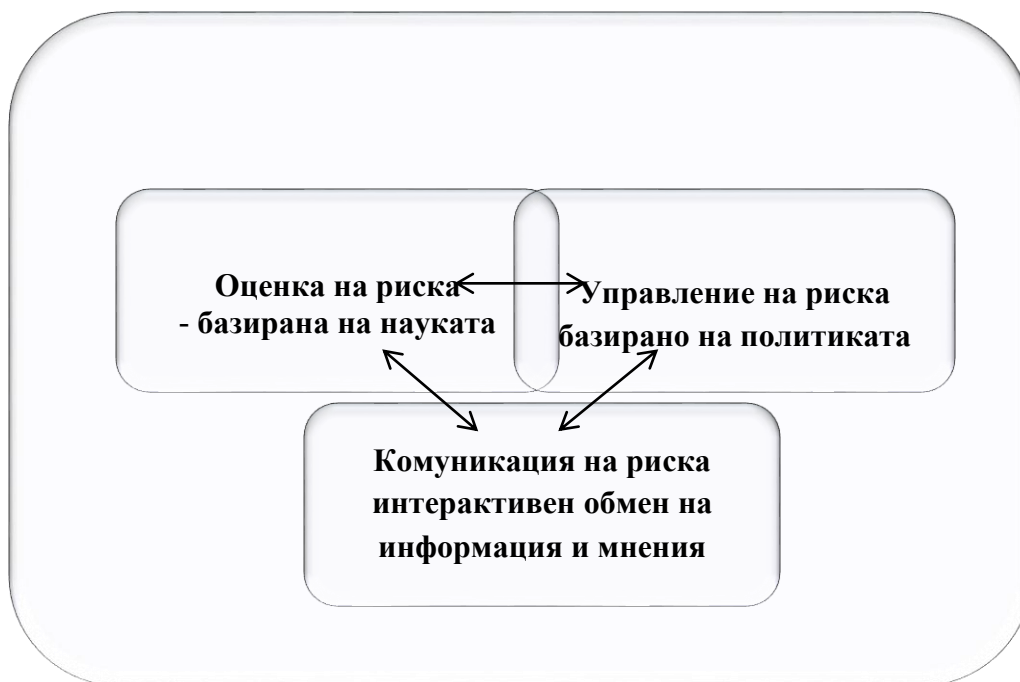
Оценка на зависимостта доза-отговор: Определянето на зависимостта между размера на експозицията (доза) на химичен, биологичен или физичен агент и тежестта и/или честотата на съответните неблагоприятни ефекти върху здравето (отговор).

Оценка на експозицията: Качествената и/или количествената оценка на вероятния прием на биологични, химични и физични агенти чрез храна, както и експозициите от други източници, ако е приложимо.

Характеристика на риска: Качествената и/или количествената оценка, включително съпровождащата неопределеност, на вероятността за поява и тежестта на известни или потенциални неблагоприятни ефекти върху здравето в дадена популация, базирана на идентифициране на опасностите, характеризиране на опасностите и оценка на експозицията. За химичните замърсители в храните концепцията за анализ и оценка на риска е напълно разработена [WHO/IPCS, 2009; EFSA, 2011; FAO/WHO, 2020].

12.2. Анализ на риска

Парадигмата/структурата на анализа на риска (Фигура 1) е формално описание на процеса на анализ на риска. Тя подчертава функционалното разделение на неговите три компонента, като в същото време изисква необходимостта от комуникация и взаимодействие между тези, които носят отговорност за всеки от трите компонента. В рамките на анализа на риска функционалното разделение между оценяващите риска и управляващите риска е от съществено значение за гарантиране на научната обективност на процеса на оценка на риска [WHO/IPCS, 2009].



Фигура 1. Структура/парадигма на анализа на риска

Основна дисциплина за намаляване на заболяванията, причинени от консумация на замърсени храни и за укрепване на системите за безопасност на храните, е анализът на риска. Този подход е приет като предпочитан начин за оценка на потенциалната взаимовръзка между опасностите в хранителната верига и действителните рискове за човешкото здраве и използва широк набор от входни данни за вземане на решения относно подходящи мерки за контрол. Когато се използва за установяване на стандарти за храни и други мерки за контрол на храните, анализът на риска спомага за извършването на цялостна научна оценка, за широко участие на заинтересованите страни, за прозрачност на процеса и за систематичност при вземането на решения от управляващите риска. Прилагането на хармонизирани принципи и методологии за анализ на риска в различни страни също улеснява търговията с храни [FAO/WHO, 2006].

Анализът на риска е определен в чл. 3(10) на Регламент (ЕО) № 178/2002 като „процес, състоящ се от три взаимосвързани компонента: оценка, управление и обмяна на информация за риска“, които се дефинират в същия Регламент, както следва (Фигура 2):



**Фигура 2. Диаграма на анализа на риска (адаптирано от FAO/WHO, 1997)
[World Health Organization, Principles and methods for the risk assessment
of chemicals in food, 2009]**

■ „Оценка на риска“ означава научно обоснован процес, състоящ се от четири етапа: определяне на опасност, характеризиране на опасността, оценка на въздействието при излагане на опасност и характеризиране на риска“. След процеса на оценката на риска следва да се вземе решение за управление на риска, което да се основава на получената информация от оценката на риска

■ „Управление на риска“ означава отделен от оценката на риска процес на претегляне на алтернативни политики в консултации със заинтересованите страни, обсъждане на оценката на риска и други основателни фактори, а при необходимост и избор на подходящи възможности за превенция и контрол.. Вторият елемент на анализа на риска включва всички дейности за управление на риска, преценка на възможните пътища за управление на риска, мониторинг. Вземите решения за управление на риска, трябва да се основават на извършената оценка на риска [Codex alimentarius commission, Report, 2003].

■ „Обмяна на информация за риска“ означава интерактивната обмяна на информация и възможности в процеса на анализ на риска по отношение на опасностите, рисковете и свързаните с риска фактори и възприятия сред лицата, които отговарят за оценката и управлението на риска, потребителите, предприятията за

производство на храни и фуражи, академичната общност и други заинтересовани страни, включително разясняване на заключенията от оценката на риска и мотивите за вземане на решения за неговото управление.

Оценката на риска се счита за компонента на анализа на риска, който е „базиран на науката“, докато управлението на риска е компонентът, „базиран на политиката“, при който научната информация и други фактори, като икономически, социални, културни и етични съображения, са интегрирани и претеглени при избора на предпочетените опции за управление на риска [FAO/WHO 2006].

12.3. Оценка на риска на химични замърсители на храните

Оценката на риска е главният научен елемент на анализа на риска, който предоставя основната рамка за използване на наличната научна информация относно природата и мащаба на вредните здравни ефекти, които химичните замърсители са в състояние да причинят при прием с храната. Крайният резултат на оценката на риска е характеристика на риска, която се използва за избора на мерките, необходими за намаляване и управление на риска, както и за комуникацията на риска. Оценката на риска е оценяване на вероятността за поява на неблагоприятни здравни ефекти в резултат на експозицията на тежки метали [Zukowska, J., Biziuk, M., 2008].

Оценката на риска за здравето, свързан с приема на храни, съдържащи токсични химични вещества, се състои от оценка на химичното вещество (опасността) и оценка на хранителната експозиция на химичното вещество, които заедно дават възможност да се характеризира риска от поява на неблагоприятни здравни ефекти.

Компонентът „опасност“ има две стъпки:

- идентификацията на опасността;
- и
- характеристиката на опасността,

които оценяват потенциала на химичното вещество да причини неблагоприятен здравен ефект и до голяма степен се основават на данни от проучвания за токсичност върху животни, но могат да включват и информация от проучвания при хора.

Според, 15-тото издание на Ръководството с процедури на Комисията Кодекс Алиментариус [Codex Alimentarius Commission, Procedural Manual, 2007] оценка за безопасност се определя като: „научно обоснован процес, състоящ се от:

1) определяне на NOAEL (ниво без наблюдаван увреждащ здравето ефект) за химичен, биологичен или физичен агент от проучвания за токсичност с животни и други научни съображения;

2) последващо прилагане на коефициенти за безопасност за установяване на допустим (ADI) или поносим (TDI) дневен прием на агента; и

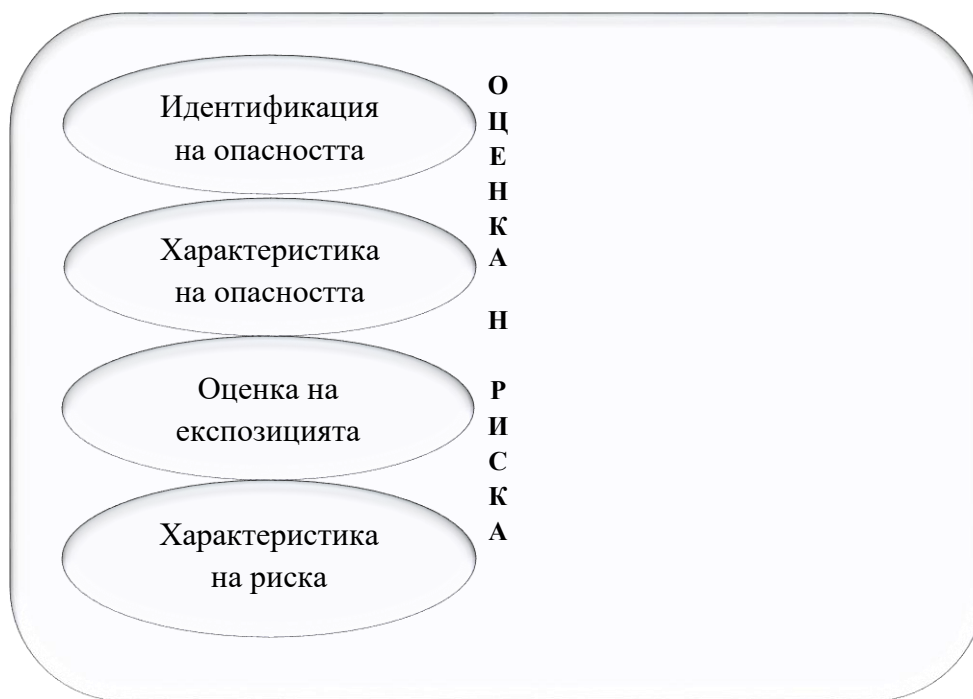
3) сравнение на ADI или TDI с изчислената вероятна хранителна експозиция на агента.

Приемът през устата (поглъщането) е начин на експозиция/излагане на химичните вещества, които се съдържат в консумираната храна, която е източник на експозицията на тези вещества.

Оценката/изчисляването на хранителната експозиция (т.е. експозиция чрез консумиране на храна, която съдържа агента) на химични вещества помага да се определи:

- количеството химично вещество/(експозицията), прието с храната. Това са вещества, които се съдържат в храните в резултат на целенасочено влагане или са естествено срещани се в околната среда и са попаднали случайно (замърсяване) в храните;
- как това излагане/експозиция на тези вещества може да повлияе неблагоприятно на здравето на човека.

Съгласно разпоредбите на чл. 3 (11) на Регламент (ЕО) № 178/2002, оценката на риска е „научно обоснован процес, състоящ се от четири етапа“ [Регламент (ЕО) № 178/2002]: Идентификация на опасността, Характеристика на опасността, Оценка на експозицията, Характеристика на риска (Фигура 3).



Фигура 3. Оценка на риска – етапи.

- **Идентификация на опасността**

Опасност е наличие на вещество в храните, което може да окаже неблагоприятно въздействие върху здравето. Идентифицирането на опасностите е установяване на причините, които могат да доведат до нежелани резултати.

Етапа на идентификация на опасностите е свързан с откриване и определяне на възможните, евентуалните опасности, свързани с храната. Металите в храните са токсични агенти, които могат да предизвикат увреждане на здравето след консумация на замърсени с метали храни. Целта на този етап при определяне на опасността от тежки метали в храните, чрез анализ на различните данни за токсичност и начин на действие, да се изведе възможният/критичният неблагоприятен ефект за здравето „Резултатът от идентификацията на опасността е научната преценка дали дадено химично вещество при определени условия на експозиция причинява неблагоприятен ефект у хората“ [Вачкова, Р. – Петрова, 2008].

Имайки предвид посоченото по-горе, че един от източниците за общата експозиция на тежки метали е хранителната експозиция, извършването на оценка на риска е основателно и резонно.

- Характеристика на опасността

Характеризирането на опасността представлява оценка на нежеланите здравни ефекти, свързани с установените опасности, честотата на тези ефекти и количественият им израз.

„Характеризирането на опасността описва връзката между поетата доза или експозицията на химическо вещество и честотата на неблагоприятния ефект върху здравето. Един от главните критерии за оценката на риска е определянето на наличието или отсъствието на връзка доза-отговор“ [Вачкова, Р. - Петрова 2008].

Характеризирането на опасността се извършва на следните етапи:

- установяване връзката между нивото на експозиция и честотата на неблагоприятните ефекти върху здравето (оценка доза-отговор);
- откриване на най-чувствителните видове лабораторни животни;
- описание на механизма на действие на химическото вещество за поява на критичните здравни ефекти;
- генерализация от високата към ниската експозиция [Вачкова, Р. - Петрова 2008].

Когато се извършва оценка на риска от химични замърсители се анализира зависимостта „доза–отговор“ - зависимостта на наблюдаваните ефекти от дозата, каква е зависимостта на ефекта (отговора) - обратно пропорционална или правопрпорционална от дозата; биотрансформацията на токсичните вещества - разпределението на токсичните вещества в организма е свързано с преминаването им през тъканните бариери, като зависи и от скоростта на биотрансформация; количествената оценка на токсичността и опасността за човешкото здраве; кумулативните свойства на веществото, тъй като способността да се натрупват в организма е присъща за тежките метали; прага на вредно въздействие; нивото на ненаблюдаван неблагоприятен ефект (NOAEL, No-observed-adverse-effect level). При идентифициране на NOAEL може да бъде изведена приемлива от токсикологична гледна точка стойност за прием (доза) на веществото за хората, като поносим дневен прием (TDI) за химични замърсители с прагова доза. Понякога при оценка на риска се използва най-ниското наблюдавано ниво на неблагоприятен ефект (LOAEL, Lowest-observed-adverse effect level)). И двата подхода имат ограничения. NOAEL се прилага за оценка на поносим дневен прием (TDI), поносим седмичен прием (TWI) при оценка на риска на вещества, които са негенотоксични канцерогени. Според патогенният

механизъм канцерогените се класифицират като генотоксични (GTX) или негенотоксични (NGTX).

Benchmark подход

През 2011 г., Научният комитет на EFSA препоръча на научните групи (панели) и звена на EFSA, които извършват оценка на риска от химикали в храните, при извеждане на референтната точка (RP) да използват по-рационалния от NOAEL подход - подхода на референтната доза (Benchmark dose, BMD), за изчисляване на границата на експозиция (MOE) за вещества, които са генотоксични (GTX) или негенотоксични (NGTX) канцерогени [EFSA Scientific Committee, Hardy A., See all authors, 2017]. Това са нови подходи за оценка на риска. Използването на подхода за границата на експозиция (MOE) е концепция за оценка на риска от канцерогени.

Процедурата по Бенчмарк дозата (BMD), като предпочитан подход за определяне на референтната точка, има за цел да изчисли дозата, която съответства на ниска, но измерима промяна в отговора. Долната граница на доверителния интервал на бенчмарк дозата, наричан BMDL (lower confidence limit for the benchmark dose) се използва като отправна точка (point of departure, POD). За да се използва BMD са необходими две тестови групи и контрола, заедно с доза-отговор.

Benchmark подхода се прилага за изчисляване на границите на експозиция (MOE) при оценката на риска, свързан с приема на олово с храната.

● Оценка на експозицията

„Процедурното ръководство на Комисията на Кодекс Алиментариус (Codex Alimentarius Комисията, 2006 г.) определя оценката на експозицията като „качествена и/или количествена оценка на вероятния прием на биологични, химични и физични агенти чрез храна, както и експозиции от други източници, ако е приложимо“ [WHO, Consultations and workshops, 2005].

Целта на оценката на хранителната експозиция (т.е. експозиция чрез консумиране на храна, която съдържа замърсител) е да се характеризира експозицията на съответния замърсител, която поражда безпокойство. Оценката на експозицията е качествената и количествената преценка на вероятния прием чрез храната на химични агенти, които могат да присъстват в нея. Основните цели са:

- да се прецени количеството на погълнатото с храната химично вещество;
- и
- да се идентифицират източниците на несигурност при оценката.

Оценката на експозицията е продължителността на въздействието на идентифицираните опасности и количеството от поетия замърсител. [Moreda-Piñeiro Jorge, et al., 2012]. За изчисляване на експозицията на контаминанти в храната се използват данни за съдържанието на замърсители в храна и данни за консумацията на храна. Експозицията с храната е зависимост от нивата на химичните агенти в храната и количеството храна, консумирана ежедневно, и обикновено се изчислява на база на телесното тегло за даден индивид.

За оценяване на хранителната експозиция има различни подходи, както директни, така и индиректни (Фиг. 4). За оценка на хранителния прием на замърсители в храните са необходими два вида данни за:

- съдържание (концентрация) на химичното вещество в храните (mg/kg) – в кой продукт, в каква концентрация;
- количеството храна (g/ден), консумирано от населението, предмет на оценката - данни за консумацията на хранителните продукти.

Основната формула за изчисляване на хранителната експозиция е следната:

$$\text{Консумация} \times \text{Концентрация} = \text{Хранителна експозиция}$$

Оценката на експозицията с храната е от съществено значение за оценка и управление на риска, защото чрез нея може да се определят популациите с висока и ниска експозиция, тя дава възможност да се определи приноса на отделните замърсени храни към нивата на експозиция.

„Оценката на експозицията ... на химикали в храните се основава на три основни аспекта: (i) как да се определи количествено наличието на химикал в отделни храни и диети, включително неговата съдба по време на процесите в рамките на веригата за производство на храни; (ii) как да се определят моделите на потребление на отделните храни, съдържащи съответните химикали; (iii) как да се интегрира както вероятността потребителите да консумират големи количества от дадените храни, така и съответните химикали, които присъстват в тези храни на високи нива“ [Kroes, R., et al., 2002].



Фигура 4. Методи за оценка на хранителния прием на замърсители, препоръчани от Световната здравна организация.

„Оценката на експозицията комбинира моделите на консумация от човека на различни категории храни, съдържащи химичното вещество и разпространението (концентрации) на химичното вещество в различните категории храни, измерени с помощта на валидирани аналитични техники. Освен това, диапазон на сценариите за прием / експозиция могат да бъдат взети под внимание, така че специфичните подгрупи от населението, които може да са изложени на висока хранителна експозиция (деца, вегетарианци) могат да бъдат взети под внимание“ [Kroes, R., et al., 2002].

Следователно, качеството на оценките на хранителната експозиция зависи от наличността и вида на данните за консумация на храни, данните за нивата на замърсители в храните, както и на антропометричните данни за населението.

Оценката на експозицията позволява:

- да се анализира експозицията на химични вещества чрез храната на групи потребители;
- да се анализира приносът на различни източници на замърсяване към нивата на експозиция;
- да се анализират областите на действия за намаляване нивото на експозиция на потребителите;

- да се предприемат мерките за намаляване на нивата на експозиция и за постигане на безопасни нива на експозиция.

При експозиция на метали с храната освен нивата им в консумираната храна и консумираното количество храна, важно е да се определи:

- вероятността потребителите да приемат големи количества от храната, замърсена с метали – дали са високи потребители, или средни потребители.
- хранителните навици на потребителите,
- принадлежат ли към рискови групи потребителите на тази храна - малки деца, подрастващи, бременни жени, хронично болни и други.

- **Характеристика на риска.**

Характеризиране на риска е четвъртият етап от оценката на риска, в който обобщените данни от предните три етапа - идентификация на опасността, оценка на експозицията и характеристика на опасността, служат за консолидирана оценка на нежеланите здравни ефекти, които могат да възникнат [Богоева, И., и др., 2017]. Характеристиката на риска дава оценка на възможния риск, същността му и значимостта на риска за увреждане на здравето. Характеристиката на риска, като последна стъпка от оценката на риска, е дефинирани като „качествена и/или количествена оценка, включително съпътстващата несигурност, относно вероятността за поява и тежестта на известни или потенциални неблагоприятни ефекти върху здравето при дадена популация относно идентифицирането на опасностите, характеризирането на опасностите и оценката на експозицията“ [Dorne J.L.C.M., et al., 2013]. За генотоксичните канцерогени MOE се изчислява в тази стъпка [EFSA, 2009a].

13. Официален контрол на храните в България - организация и структура

От края на 2019 г. Регламент (ЕС) 2017/625 на Европейския парламент и на Съвета относно официалния контрол и другите официални дейности в областта на храните и фуражите заменя Регламент (ЕО) № 882/2004 на Европейския парламент и на Съвета относно официалния контрол в областта на храните и фуражите. Регламент 2017/625 разширява обхвата на Регламент № 882/2004 с цел създаване на хармонизирана рамка на ЕС за организиране на официалния контрол по цялата агрохранителна верига за прилагане на законодателството в областта на храните и фуражите, здравето и хуманното отношение към животните, здравето на растенията и растителната защита. [Регламент (ЕО) № 882/2004; Регламент 2017/625; Закон за

храните, 2020]. Регламент (ЕС) 2017/625 указва провеждането на официалния контрол на храните за осигуряване на съответствието със законодателството.

Законът за управление на агрохранителната верига посочва компетентните органи, които провеждат политиката в агрохранителната верига, органите, които осъществяват официалния контрол върху отделните елементи на агрохранителната верига и органа, извършващ оценката на риска по агрохранителната верига [Закон за управление на агрохранителната верига, 2020].

У нас, Българската агенция по безопасност на храните (БАБХ) към Министерството на земеделието (МЗ) е компетентният държавен орган за официален контрол по отношение на качеството и безопасността на храните по цялата хранителна верига [Закон за Българската агенция по безопасност на храните, 2022]. Общностното законодателство за храните и фуражите се основава на принципа, че производителите в областта на храните и фуражите са отговорни на всички етапи от производството, преработката и доставката и гарантират, че продуктите и производствените процеси в обектите под техен контрол отговарят на изискванията на закона.

Българската агенция по безопасност на храните като компетентен орган за официален контрол на храните извършва мониторинг и контрол за съдържанието на замърсителите в храните, при тяхното производство, търговия на едро и дребно, както и при внос в страната, чрез мониторингови програми. В България действа Многогодишен национален контролен план за храни, фуражи, здравеопазване на животните, хуманно отношение към тях и защита на растенията (МНПК), който се изготвя в съответствие с изискванията на чл. 109 - 113 от Регламент (ЕС) 2017/625 и чл. 48 от Закона за управление на агрохранителната верига [Закон за управление на агрохранителната верига, 2020]. Настоящият МНПК обхваща период от три години - от 1 януари 2021 г. до 31 декември 2023 г.

Лабораториите в структурата на БАБХ, определени за официален контрол, са акредитирани за всички свои дейности, съгласно изискванията на стандарт БДС EN ISO/IEC 17025, имат изградена и функционираща Система за управление на качеството, оборудвани са с необходимата аналитична апаратура, разполагат с високо квалифициран персонал и прилагат стандартите и методите, съгласно действащото европейско и национално законодателство, в съответната област на изпитване.

Централната лаборатория за химични изпитвания и контрол извършва анализи за нуждите на официалния контрол, съгласно Национална програма за контрол на

храни за съдържание на химични замърсители и добавки, материали и предмети предназначени за контакт с храни и храни обработени с йонизиращи лъчения.

Централната лаборатория по ветеринарно-санитарна експертиза и екология провежда анализи за остатъци от ВМП и замърсители от околната среда в живи животни и продукти от животински произход, суровини и продукти от растителен произход (фуражи), води и напитки, както и анализи за качество на пчелен мед и пчелни продукти за нуждите на официалния контрол в България и при внос от трети страни.

14. Център за оценка на риска по хранителната верига - научната част от анализа на риска.

По смисъла на чл. 22, параграф 7 от Регламент (ЕО) № 178/2002 държавите членки следва да имат органи, които изпълняват сходни на Европейския орган по безопасност на храните функции [Регламент (ЕО) № 178/2002].

В изпълнение на това изискване в Република България е създаден орган за оценка на риска - Центърът за оценка на риска по хранителната верига (ЦОРХВ), който извършва научния анализ и предоставя научна оценка на риска във всички аспекти на хранителната верига и дава безпристрастни научни становища, които са основа за взимане на управленски мерки от компетентните органи по отношение на безопасността на храните на национално ниво. Той е самостоятелна структура към МЗХГ, „референтна институция“, която извършва оценката на риска по цялата хранителна верига, взаимодейства с EFSA чрез Българският контактен център на EFSA, и с компетентните органи на държавите членки на ЕС в областта на безопасността на храните [Закон за Центъра за оценка на риска по хранителната 2020].

Оценката на риска за човешкото здраве, свързан с приема на замърсители с храните се извършва от ЦОРХВ, за да се определи дали установеното съдържание на замърсител в храните може:

- да доведе до прием на замърсителя (т.е. доза на замърсителя, наречена хранителна експозиция), който да надвишава съответната референтна стойност/доза, считана за безопасна от токсикологична гледна точка;

и

- да представлява потенциален риск за човешкото здраве.

15. Европейски орган за безопасност на храните (EFSA)

Европейският орган за безопасност на храните (EFSA) предоставя на Комисията научни съвети относно рисковете, свързани с хранителната верига, научни становища – оценка на риска, които засягат безопасността на храните и които се имат предвид при взимането на управленските решения. Като оценител на риска EFSA изготвя научни становища и съвети, за да осигури стабилна основа за европейските политики и да подкрепи Европейската комисия, Европейския парламент и държавите-членки на ЕС при вземането на ефективни и навременни решения за управление на риска. EFSA подпомага изработването на законодателство в областта на безопасността на храните.

В европейската система за безопасност на храните оценката на риска се извършва от орган (EFSA), който е независим от органите на ЕС, управляващи риска.

EFSA работи в тясно сътрудничество с компетентните органи в държавите членки, изпълняващи сходни с неговите функции. „За да се гарантира безопасността на храните, е необходимо всички аспекти на хранителната верига да се разглеждат като един непрекъснат процес, започващ от и включващ първичното производство и производството на фуражи до продажбата или доставката на храни до потребителите, тъй като всеки елемент може да има потенциално въздействие върху безопасността на храните“ [Регламент №178/2002].

В оценката на риска от химикали в храни участват няколко от научните панели на EFSA. Панелът за замърсители по хранителната верига (Панел CONTAM) извършва оценка на риска за здравето на хората, свързан с приема с храната на: устойчиви органични замърсители; природни и растителни токсини; тежки метали; минерални въглеводороди в храни.

Следва да се отбележи, че международни институции, като Комитетът по добавки в храни и замърсители на Кодекс Алиментариус (Codex Committee on Food Additives - CCFA) и EFSA, извършват оценка за безопасността на добавки в храните, химични замърсители и естествено образуващи се токсини в храните.

В становищата си, въз основа на наличните токсикологични данни, тези организации установяват подходящи токсикологични референтни стойности (health-based guidance value, HBGV) за прием/експозиция на химични замърсители с храната, с цел защита срещу остър или хроничен риск за човешкото здраве.

EFSA получава аналитични резултати от различни източници (национални органи, университети, промишленост и др.). Тези данни, съчетани с надеждна

информация за консумацията на храна от държавите-членки, дава възможност на оценителите на риска да оценят излагането на потребителите на дадена опасност, както на равнище ЕС, така и на ниво държава. Събирането на точни и надеждни данни е предпоставка за информирана оценка на риска и управление на риска.

16. Националният център по общественото здраве и анализи

Националният център по общественото здраве и анализи (НЦОЗА) „извършва оценка на експозицията и здравния риск за населението от въздействието на биологични, химични и физични вредности в околната и работна среда, и в храна, като изготвя съответни препоръки; мониторира храненето и хранителния статус на населението и разработва ръководства за хранене на определени групи от населението“ [Правилник на Националният център по общественото здраве и анализи, 2019].

През 2014 г., НЦОЗА извърши оценката на състоянието на действителното хранене на популационно ниво. При храненето на лица над 19-годишна възраст в България, са установени сериозни отклонения, които са рисков фактор и са установени промени в структурата на храненето, както следва:

- „по-висока консумация на месо;
- консумацията на месо (предимно птиче месо) при всички възрастови групи е в пъти по-голяма от консумацията на месни продукти;
- много ниска консумация на прясно и кисело мляко;
- консумацията на риба се е увеличила“ [Национално проучване, 2014].

Анализа на състоянието на действителното хранене показва специфични характеристики в модела на хранене в различните възрастови групи и очертава тенденции, които определят тежестта му като рисков фактор за здравето.

През последните години се забелязват значителни промени в структурата и качеството на храненето за различни групи от населението. Подобряването и унифицирането на методиките за идентификация, контрол и системните мерки, основани на анализа на риска, предлагащи рационален начин за систематизирането му и на евентуалните последици, за да се предприемат съответните мерки, са работеща стратегия за опазване и подобряване на общественото здраве, както и за ограничаване на източниците на опасност за човешкото здраве.

Значението на храненето за опазване на здравето във всички възрасти, както и за превенцията на съвременните хронични незаразни заболявания се подкрепя от редица

стратегически международни и национални документи, които подчертават необходимостта от колективни действия и междусекторно сътрудничество за улесняване избора на здравословна храна.

III. ЦЕЛ, ЗАДАЧИ

1. Цел на проучването

Да се проучи съдържанието на тежки метали (олово и кадмий) в храни и да се извърши оценка на здравния риск, свързан с приема на тези метали с храните.

2. Задачи на проучването

1. Да се проучат концентрациите на тежки метали (олово и кадмий) в храните, предлагани на пазара за периода 2013 – 2020 г.
2. Да се извърши оценка на хранителната експозиция.
3. Да се извърши оценка на степента на потенциалния здравен риск, в резултат на прием на тежки метали с храната.
4. Да се разработят предложения за специфични препоръки за намаляване на хранителния прием на тежки метали.

3. Хипотези

Въз основа на изложения обзор на достъпната литература и натрупаните солидни научни доказателства за неблагоприятните ефекти на тежките метали, като замърсители в храните формулирах следните хипотези:

1. Осъществяваният официален контрол и мониторинг на замърсители в храните в България, в това число и на тежки метали, създава условия за гарантиране изпълнението на хармонизираното законодателство на ЕС в областта на безопасността на храните, свързано със съдържание на олово и кадмий, в резултат на което значителен брой от храните от животински и растителен произход съдържат олово и кадмий в границите на нормативно установените максимално допустими количества.

2. При младите хора се срещат нарушения в хранителното поведение, които са рискови фактори за възникване и развитие на хранителни дисбаланси. Създават се предпоставки хранителните дисбаланси, да подпомогнат появата на неблагоприятните

ефекти, причинявани от химичните замърсители на храната – олово и кадмий, при хронична хранителна експозиция.

3. Високата хронична хранителна експозиция на олово увеличава риска от увреждане на човешкото здраве вследствие на присъщата за оловото хронична токсичност.

IV. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

1. Предмет на проучването

Предмет на настоящето проучване е съдържанието на олово и кадмий в храни и оценка на риска, свързан с приема на тези тежки метали с храните от изследваната група млади хора.

Прицелната популационна група на проучването са лица от възрастова група 19 - 29 години. При тази част от населението съществува риск от хранителни дисбаланси, което може да подпомогне появата на неблагоприятните ефекти, причинявани от химичните опасности, пренасяни с храните. Поради това, се насочих към хранителната експозиция на олово и кадмий, които могат да увеличат здравия риск, вследствие на хроничната им токсичност.

2.Обект на проучването и единици на наблюдение

За анализиране и проучване на концентрациите на олово и кадмий са използвани данни от лабораторни резултати за съдържание на металите в храни: 3508 броя проби храни от растителен и животински произход, изследвани за съдържание на олово и 2979 броя проби храни от растителен и животински произход, изследвани за съдържание на кадмий, предлагани на българския пазар за седем годишен период от 2013 година до 2020 година, включително. За оценка на хранителната експозиция на олово и кадмий са изследвани 60 здрави лица във възрастовата група 19 - 29 години от гр. Плевен.

3. Постановка на проучването

ПЕРИОД НА ПРОУЧВАНЕТО - Проучването обхваща периода 2013 г. до 2020 г. и 2022 г.

МЯСТО НА ПРОУЧВАНЕТО - Катедра „Хигиена, медицинска екология и професионални болести и МБС” при Медицински университет - гр. Плевен и Амбулатория за индивидуална практика за първична медицинска помощ „Д-р Павлинка Лъжовска - ИППИМП" ЕООД

ПОСТАНОВКА НА ПРОУЧВАНЕТО - проведено е комбинирано ретроспективно срезово епидемиологично проучване, което е реализирано на следните етапи:

- Първи етап - Проучване и анализиране на концентрациите на тежки метали в проби храни за съдържание на олово и кадмий, предлагани на българския пазар за период 2013 – 2020 г. Пробите са анализирани в Централната лаборатория за химични

изпитвания и контрол на Българската агенция по безопасност на храните. Съдържанието на тежките метали е измерено с атомно-абсорбционна спектрометрия на графитна пещ (GF-AAS). Данните от лабораторните анализи са предоставени с официално писмо от проф. д-р Георги Георгиев, д.в.м.н., директор на Центъра за оценка на риска по хранителната верига, Министерство на земеделието, храните и горите, с писмо с изх. № Ц – 357/27.05.2021 г.;

- Втори етап - проучване на храненето на изследвана популация, във възрастовата група 19 - 29 години, за период юни-септември на 2022 г., чрез метод на 24-часово записване на храненето в два непоследователни дни (24-Hour Dietary Recall Method.) и чрез антропометрични показатели и индикатори;

- Трети етап – оценка на хранителната експозиция и оценка на степента на потенциалния здравен риск на изследваните лица, в резултат на прием на олово и кадмий с храната и разработване на специфични препоръки за намаляване на хранителния прием на тежки метали.

Подбор на изследваната група за вторя етап на проучването:

ФОРМИРАНЕ НА ИЗВАДКАТА. Касае се за проста, стратифицирана, пропорционална представителна извадка. В изследването са включени 60 лица (30 жени и 30 мъже) подбрани на случаен принцип от пациентската листа на общопрактикуващ лекар (ОПЛ) от амбулатория за индивидуална практика за първична медицинска помощ от гр. Плевен.

Критерии за включване на участниците в проучването:

- местоживееене в гр. Плевен;
- възраст 19 - 29 години;
- здрави лица.

Критерии за изключване на участниците в проучването:

- несъгласие за участие;
- местоживееене извън гр. Плевен и региона;
- лица, които приемат хранителни добавки.

При проучването се отзоваха 95,6% от поканените лица.

Събирането на първичната информация и антропометричните измервания се осъществиха лично от изследователя. Информацията беше събирана чрез активно интервю.

Етични аспекти на проучването

Проучването е одобрено от Етичната комисия по научно-изследователска дейност при Медицински университет - гр. Плевен. Разработката е подкрепена и частично финансирана чрез един научен проект, на тема: «Извършване на оценка на хранителната експозиция на тежки метали (олово и кадмий) на млади хора» – Научен проект на МУ-Плевен №14/2022; одобрен от КЕНИД с протокол № 681 – КЕНИД /03.06.2022 г.

4. Методи

4.1. Метод на сравнителния анализ

Оценката на безопасността на храните по отношение съдържанието на тежки метали – олово и кадмий се извършва по метода на сравнителния анализ. Сравнителният анализ се извършва на база лабораторните резултати на пробите храни, изследвани за тежките метали – олово и кадмий и максимално допустимите количества, определени в Европейското законодателство. Анализът е направен на базата на Регламент (ЕС) 2023/915 на Комисията от 25 април 2023 г. относно максимално допустимите количества на някои замърсители в храните и за отмяна на Регламент (ЕО) № 1881/2006 [Регламент (ЕС) 2023/915, 2023].

4.2. Метод за третиране на лявоцензурираните данни

Данните за концентрация на химическите замърсители са налични от лабораторните анализи на проби от храни. Аналитичните методи имат определени граници на количествено определяне (limit of quantification, LOQ). По дефиниция, резултатите под LOQ не могат да бъдат изразени количествено и се наричат лявоцензурирани резултати. На практика, в лабораторните протоколи такива резултати са докладвани като „не е количествено определено“. Те показват, че аналитичният метод не може да открие възможното количество замърсител, съдържащо се в изследваната проба храна.

Обработката на лявоцензурираните данни от лабораторните анализи на проби от храни е от съществено значение при оценката на хранителната експозиция, тъй като тя се базира на данните за концентрация на замърсителите в храните и на данните за консумацията на храни. Предполага се, че изследваните за съдържание на замърсители проби храни, докладвани като „не е количествено определено“, могат да

съдържат известно количество от тях под LOQ. В този смисъл, за оценката на хроничната хранителна експозиция средната концентрация на химичния замърсител трябва да се изчисли като се използват всички лабораторни резултати от изследваните проби храни включително и лявоцензурираните резултати. За отчитането на лявоцензурираните данни (под LOQ) се прилага метода на заместване, препоръчан в ръководството на СЗО „Принципи и методи за оценка на риска от химични вещества в храните“ [FAO/WHO 2009] и в научния доклад на EFSA „Управление на лявоцензурирани данни при оценката на хранителната експозиция на химични вещества“ [EFSA, 2010].

Методът на заместване включва три сценария на заместване:

- сценарий долна граница (Lower Bound, LB) или на долнограничните стойности, където всички лявоцензурирани данни се заместват със стойност нула;
- сценарий средна граница (Middle Bound, MB) или средни стойности, при който всички лявоцензурирани данни се заместват със стойност равна на половината ($\frac{1}{2}$) на стойността на LOQ;
- сценарий горна граница (Upper Bound, UB) или на горнограничните стойности при който всички лявоцензурирани данни се заместват със стойност равна на стойността на LOQ.

Лявоцензурираните данни (концентрации под LOQ) се взимат предвид при изчисляване на средната концентрация на химичните замърсители за изследваните проби храни с прилагане на метода на заместване.

Ръководствата препоръчват сценариите долна граница (LB) и горна граница (UB) да се използва за химични замърсители, които е вероятно да присъстват в храната, като например естествено срещащи се замърсители каквито са олово и кадмий. Също така се препоръчва, когато делът на лявоцензурираните резултати е равен или по-висок от 60%, резултатите за концентрации под LOQ да се включат в два сценария при изчисленията на хранителната експозиция, а именно сценарий LB и сценарий UB [GEMS/FoodEURO, 1995].

4.3. Метод за събиране на данни за хранителна консумация - 24-Hour Dietary Recall Method.

Методът за 24-часова хранителна консумация (24-Hour Dietary Recall Method) е структурирано интервю, предназначено да възпроизведе подробна информация за всички храни, консумирани от респондента за предишните 24 часа, най-често от полунощ до полунощ на предишния ден. [Żukowska, M.Biziuk, 2008].

За да се установят и анализират данните за консумация на храни е извършено собствено проучване на храненето на млади хора чрез активно интервю с отчитане на две 24-часови хранителни консумации през два непоследователни дни. Обхванати са общо 60 души на възраст от 19 до 29 години.

Ключова характеристика на използвания метод е, че когато е необходимо, от респондента се иска по-подробна информация от първоначално съобщената. Например, ще бъде попитан за метода на приготвяне и вида на храната. Тази структура с отворени отговори е предназначена да подтикне респондентите да предоставят изчерпателен и подробен отчет за всички консумирани храни, видовете и количествата на всички хранителни продукти, консумирани през двата непоследователни дни. Изследователят е ангажиран да изследва респондентите, за да идентифицира и определи количествено цялата консумирана храна. Проведеното изследване на хранителната консумация за два непоследователни дни, единият от които почивен ден, е с пропорционално представено включване на всичките дни от седмицата посредством активно интервю на доброволците, като се описва по часове на прием броят и количеството на консумираните храни с наименованието им по асортимент и търговски марки, както и начина на кулинарната обработка. Детайлизираното описание на консумираните храни включва периода от първия хранителен прием след събуждане през предстоящия ден до последния хранителен прием, преди ставане от сън на следващия ден [Thompson a Subar, 2013]. Освен това, участниците са помолени да определят количеството на всеки хранителен продукт. След предварителни подробни указания от страна на изследователя относно начина за правилно и коректно представяне на хранителната информация, количествата на консумираните храни са описвани със стандартни мерки, използвани в българската национална кухня като чаена лъжичка, супена лъжица, чаена чаша, чашка за кафе, купа, стандартна порция и др. Отбелязани са часовете на хранене, начинът на кулинарна обработка и мястото на консумация на приеманата храна (Приложение 1)

4.4. Метод на биоелектричен импеданс анализ

С помощта на апарат професионален телесен анализатор марка “Танита” - BSA-TBF-300M при стъпване на кантара се измерени телесно тегло в kg [Gibney et al., 2009]. Измерванията са осъществени от самия изследовател, след предварително осъществен курс на обучение от представител на фирма „Танита“. Измерванията са правени сутрин при спазване на изискванията за получаване на точни резултати [Tanita, 2014].

Антропометрични индекси

Индекс на телесната маса (ИТМ) - теглото в kg, разделено на ръста в m² е определен апаратно от професионален телесен анализатор Танита - BSA-TBF-300M.

4.5. Метод за оценка на хранителната експозиция

За оценка на хранителната експозиция са необходими два типа данни: данни за концентрация, които предоставят информация за количеството на химичното вещество в различни храни и данни за консумация), които показват количеството приета храна. Чрез комбиниране на тези два типа данни с отчитане на телесното тегло на консуматора се изчислява хранителната експозиция (т.е. количеството/дозата химично вещество, прието с храната). Хранителната експозиция се изразява в $\mu\text{g/kg}$ телесно тегло/ден за олово и в $\mu\text{g/kg}$ телесно тегло/седмица за кадмий.

Хранителната експозиция на химични замърсители се изчислява по следната формула на базата на два параметри: 1) концентрацията на замърсителя в консумираната храна и 2) количеството консумирана храна, съдържаща замърсителя,:

$\text{хранителна експозиция} = \frac{\text{консумация (kg)} \times \text{концентрация (mg/kg)}}{\text{телесно тегло (kg)}}$
--

Хроничната хранителна експозиция беше изчислена за всеки участник (т.е. на индивидуално ниво), при което бяха използвани данните за консумация на храни от проведеното собствено проучване на храненето. За изчисляване на хроничната хранителна експозиция беше използван детерминистичен метод и приложен следният алгоритъм:

Стъпка 1: За всеки вид изследвана храна се намира средната (аритметична) стойност на концентрацията на химичния замърсител, въз основа на наличните аналитични резултати, като за резултатите докладвани под LOQ се прилагат сценарий LB и сценарий UB.

Стъпка 2: За всяка храна, приета от даден участник, се изчислява средната консумация, като докладваното количество се разделя на две, съгласно броя на дните, обхванати от проведеното проучване.

Стъпка 3: Умножават се определената средна концентрация (сценарии LB и UB) на замърсителя по количеството храна, което участникът е консумирал, за да се оцени експозицията на замърсителя от тази храна.

Стъпка 4: След като това се направи за всяка храна, за която е посочено, че съдържа замърсителя, изчислените експозиции за всички консумирани храни от участника се сумират, за да се намери общата експозиция (т.е. общото количество) на химичния замърсител, прието чрез консумираните храни от всеки участник.

Стъпка 5: Общата хранителна експозиция на химичния замърсител за всеки участник се разделя на собственото му телесно тегло, за да се изрази в mg/kg телесно тегло/ден или в µg/kg телесно тегло/ден.

Стъпка 6: Получените индивидуални хранителни експозиции се обработват статистически, за да се намерят данните за цялата изследвана група (за участниците като цяло), съответно за двата сценария LB и UB, а именно: средна (аритметична) експозиция, медиана (50-ти персентил, P50) на експозицията и 95-ти персентил (P95) на експозицията.

Изчислява се и приносът (в %) на всяка категория храни към изчислената (обща) хранителна експозиция на химичния замърсител за цялата изследвана група.

4.6. Статистически метод

Събраната първична информация е въведена и обработена с Microsoft Excel. Статистическата обработка е извършена с компютърен пакет IBM SPSS v.25. Резултатите са описани чрез графики, таблици и фигури. Използвани са числени величини - проценти, коефициенти, средни величини, стандартно отклонение, минимална, максимална стойност. Приложените статистически методи обхващат базова статистика:

- А. За нечисловите показатели
- честотни разпределения;

- кростаблици.

Б) За числовите показатели – входни и новоизчислени

- дескриптивна статистика със стандартните показатели: средна стойност, стандартно отклонение, медиана, сума и т.н.;

- анализ на средните стойности на хранителната експозиция на олово и кадмий за всеки от 60-те изследвани участника във формиран нов файл;

- анализ на средните стойности с параметрична и непараметрична статистика и проверка на статистически хипотези (t-test, Mann – Whitney U test);

- графичен анализ (хистограми, boxplot).

За изучаване на причинно-следствени връзки и представяне на данните са използвани корелационен, регресионен и графичен анализ.

Резултатите са приемани за статистически значими при ниво на $p < 0,05$ за двустранен тест.

V. РЕЗУЛТАТИ

1. Проучване на концентрациите на тежки метали (олово и кадмий) в храните, предлагани на пазара за периода 2013 – 2020 г.

Извърших проучване и анализ на концентрациите на олово и кадмий в изследвани проби храни. Оценката на съдържанието на тежките метали се извърши на базата на лабораторни изследвания на съдържанието на олово и кадмий. Изследвани са общо 3508 броя проби храни за съдържание на олово и 2979 броя проби храни за съдържание на кадмий. Проучването обхваща периода 2013 - 2020 г. Изследваните храни са от растителен и животински произход, като: зеленчуци, листни зеленчуци, кореноплодни, плодове, зърнени култури, бобови, варива, ядки, маслодайни семена и подправки, продуктите на база зърнени култури, плодови и зеленчукови сокове и нектари, кафе, какао, чай, мляко и млечни продукти, месо и месни продукти, риба и морски дарове и др.

За целите на проучването и за оценка на хранителната експозиция, изследваните проби храни систематизирах и разпределих съгласно FoodEx2 системата за класификация на храните, изработена от EFSA [EFSA, FoodEx, 2011]. FoodEx2 е цялостна стандартизирана система за класификация на храните, разработена и поддържана от EFSA, тя е йерархична система, базирана на 20 основни категории храни, които са разделени допълнително на подгрупи, до максимум 4 нива хранителни продукти [<https://www.efsa.europa.eu/bg/data/data-standardisation>].

Лабораторните данни за концентрация на олово и кадмий в анализирани храни бяха групирани/систематизирани съгласно системата за класификация на храните FoodEx2, разработена от EFSA, в следните категории храни:

- Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури;
- Зеленчуци и зеленчукови продукти;
- Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар;
- Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки;
- Плодове и плодови продукти;
- Месо и месни продукти;
- Риба, морски дарове, влечуги, земноводни и безгръбначни;
- Мляко и млечни продукти;
- Захар и подобни, захарни изделия и сладки десерти на водна основа;

- Животински и растителни мазнини или масла и техни първични производни;
- Плодови и зеленчукови сокове и нектари (вкл. концентрати);
- Кафе, какао, чай и отвари/запарки.

Не разполагаме с лабораторни данни за съдържание на олово и кадмий в категориите храни: Яйца и яйчни продукти; Алкохолни напитки; Питейна вода; Безалкохолни напитки; Храна за кърмачета и малки деца; Продукти за специална хранителна употреба; Съставни храни (включително замразени продукти) и Добавки в храните, ароматизанти, спомагателни вещества, Продукти за нестандартни диети/хранене и хранителни добавки, Подправки, сосове и овкусители .

С Регламент (ЕС) 2023/915 на Комисията от 25 април 2023 година са определени максимално допустимите количества (mg/kg) на тежки метали в храните [Регламент (ЕС) 2023/915]. Максимално допустимите количества за замърсители в храни са определени основно за селскостопански/зеделски продукти, влагани като суровини за производството на храни. Някои измерени количества на тежки метали не могат да бъдат сравнени с максимално допустимото съдържание, защото няма регламентирано такова. Например месни полуфабрикати, месни продукти, млечни продукти, захарни и сладкарски изделия, яйца, безалкохолни напитки и много други.

За всяка храна, която е изследвана за съдържание на тежки метали, може и да се определи дали съдържа тежки метали в количество, което е възможно да представлява риск за човешкото здраве, т.е. да се извърши оценка на здравния риск, дори и в случаи, когато, установените при лабораторния анализ концентрации на химичен замърсител са под максимално допустимите количества. Често тежки метали, за които се извършва оценка на хранителната експозиция, като основен етап от оценката на здравния риск, присъстват в изследваните храни под LOQ, като следи [Żukowska, M.Biziuk, 2008].

В своето проучване се установи, че много от групите храни показват значителна вариация в LOQ на използвания метод. LOQ зависи от използваните матрица и метод, като също трябва да се приемат и междулабораторните различия. Чувствителността на метода обикновено се установява от лабораторията, за да се изследват пробите за съответствие със законовите изисквания при официалния контрол, въпреки че техниката е в състояние да отчита по-ниски резултати, което може да доведе до неточност при изчисляване на хранителната експозиция на проучваното население.

1.1. Съдържанието на олово в изследваните храни

В Таблица 6 е представено разпределението на относителният дял на изследваните за съдържание на олово проби по категории храни спрямо общия брой изследвани проби.

Таблица 6. Относителен дял (в %) на изследваните за съдържание на олово проби по категории храни

Основни категории храни	Брой проби (n)	% от общия брой проби (n)
Животински и растителни мазнини и масла или масла и техни първични производни	10	0,3
Кафе, какао, чай и отвари/запарки	27	1
Риба и други морски дарове	272	8
Плодове и плодови продукти	234	7
Плодови и зеленчукови сокове и нектари(включително концентрати)	29	1
Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури	401	11
Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки - бобови растения - ядки	276	8
Месо и месни продукти	665	19
Мляко и млечни продукти	425	12
Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар	303	8,7
Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа	78	2
Зеленчуци и зеленчукови продукти	788	22
Общ брой проби (n)	3508	100

Анализът на данните показва концентрации на **олово** (min – max стойност), изразени в mg/kg мокро тегло от 0,000011 mg/kg до 15,44 mg/kg мокро тегло (Табл. 7).

Таблица 7. Съдържание на олово в изследваните категории храни (min – max стойност) в mg/kg и установени максимално допустими количества (МДК)

Основни категории храни	Минимална стойност	Максимална стойност	МДК
Животински и растителни мазнини и масла или масла и техни първични производни	0,021	0,03	0,10
Кафе*, какао, чай* и отвари/запарки	0,001	2, 68	-
Риба и други морски дарове	0,0015	0,3	0,30
Плодове и плодови продукти	0,000066	0,49	0,10-0,20
Плодови и зеленчукови* сокове и нектари (включително	0,026	0,026	0,03-0,05
Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури	0,000011	0,1	0,20
Бобови растения, маслодайни семена*, ядки* и подправки	0,000011	0,18	0,20
Месо и месни продукти*(включително карантии)	0,0018	15,44	0,10 0,10-0,20
Мляко и млечни продукти*	0,001	0,19	0,020
Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар	0,00002	0,1	0,10
Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа	0,0005	0,1	0,10
Зеленчуци и зеленчукови продукти (включително гъби)	0	2,1	0,30

*Не се регламентира максимално допустимо количество, съгласно Регламент 2023/915

Съдържание на олово в минимална стойност от 0,000011 mg/kg и в границите на нормативно определените максимално допустими количества за съответния хранителен продукт [Регламент (ЕС) 2023/915] е установено в следните категории храни:

- Животински и растителни мазнини и масла или масла и техни първични производни;
- Риба и други морски дарове;
- Плодови и зеленчукови сокове и нектари (включително концентрати);

- Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар;

- Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури;

- Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки.

- Мляко и млечни продукти.

За кафе и чай няма нормативно установени максимално допустими количества.

Измерени стойности на олово над максимално допустимите количества са установени в хранителни продукти в от следните категории храни:

- Месо и месни продукти;

- Плодове и плодови продукти;

- Зеленчуци и зеленчукови продукти.

Отчетени наднормени концентрации на олово над максимално допустимото количество установих в единични хранителни продукти от 2 категории храни от животински произход и 2 категории храни от растителен произход (Фиг. 5):

- Месо и месни продукти с максимално измерена стойност в:

- месо от диво прасе (глиган) –15,44 mg Pb /kg при норма 0,10 mg Pb /kg, което е 154 пъти над МДК. Тези нива са значително по-високи от максимално допустимото количество олово в месо от говеда, овце, свине и домашни птици [Регламент (ЕС) 2023/915];

- бъбрек на бозайници - 0,42 mg Pb /kg при норма 0,15 mg Pb /kg; 3 пъти над МДК;

- черен дроб от домашни птици - 0,42 mg Pb /kg при норма 0,10 mg Pb /kg; 4 пъти над МДК;

- черен дроб на бозайници - 0,30 mg Pb/kg при норма 0,15 mg Pb /kg; 3 пъти над МДК;

- Мляко и млечни продукти:

- мляко - 0,19 mg Pb /kg при норма 0,020 mg Pb /kg; 9,5 пъти над МДК.

- пчелен мед - 1,06 mg/kg при норма 0,10 mg/kg - 10,6 пъти над МДК.

- Зеленчуци и зеленчукови продукти:

- спанак - 2,1 mg Pb /kg при норма 0,30 mg Pb /kg - 7 пъти над МДК;

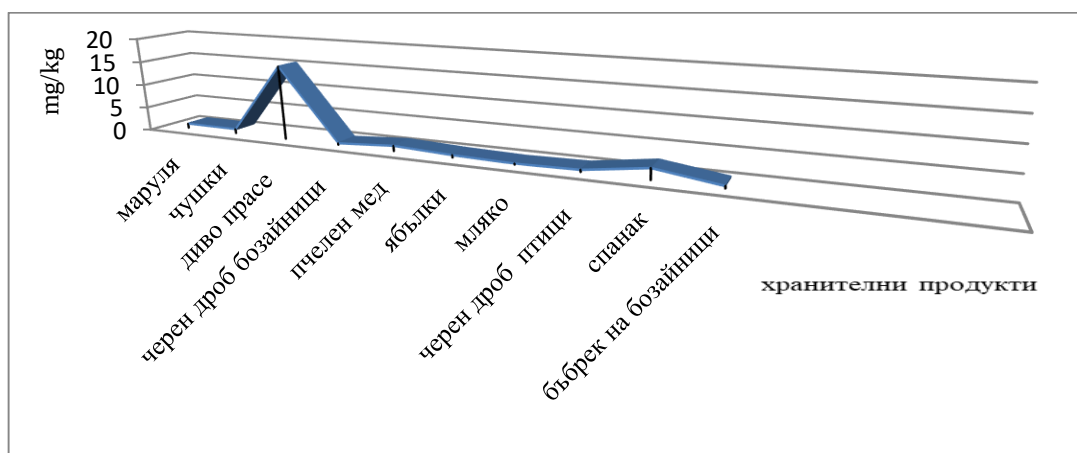
- чушки - 0,9 mg Pb /kg при норма 0,050 mg Pb /kg; 18 пъти над МДК;

- маруля- 0,96 mg Pb /kg при норма 0,30 mg Pb /kg; 3 пъти над МДК.

- Плодове и плодови продукти:

- ябълки - 0,50 mg Pb /kg при норма 0,10 mg Pb /kg- 5 пъти над МДК.

От категорията Кафе, какао, чай и отвари/запарки установих олово в билков чай - 2,68 mg Pb /kg но няма регламентирани МДК.



Фигура 5. Хранителни продукти с отчетени наднормени концентрации на олово

1.2. Съдържание на кадмий в изследваните храни (в mg/kg)

Таблица 8. Разпределение на относителния дял на изследваните за съдържание на кадмий проби по категории (в %)

Основни категории храни	Брой проби (n)	% от общия брой проби
Кафе, какао, чай и запарки	24	1
Риба и други морски дарове	227	7,6
Плодове и плодови продукти	226	7,6
Плодови и зеленчукови сокове и нектари (включително концентрати)	8	0,3
Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури	363	12,2
Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки	253	8,5
Месо и месни продукти (включително карантии)	525	18
Мляко и млечни продукти	119	4,0
Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар	320	11
Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа	75	2,5
Зеленчуци и зеленчукови продукти (включително гъби)	810	27,3
Общ брой проби (n)	2979	100

На Таблица 8 е представено разпределението на относителният дял на изследваните за съдържание на кадмий проби по категории храни спрямо общия брой изследвани проби.

Резултатите показват концентрации на **кадмий** в изследваните проби храни (min – max стойност), изразени в mg/kg мокро тегло, от 0,00001 mg/kg до 0,946 mg/kg (Табл. 9).

Съдържание на кадмий в минимална стойност от 0,00001 mg/kg и в границите на нормативно определените максимално допустими количества - Регламент (ЕС) 2023/915 е установено само в три категории храни, съответно:

- Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури;
- Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар.

Измерени са стойности на кадмий над максимално допустимите количества [Регламент (ЕС) 2023/915] при следните категории храни:

- Месо и месни продукти (включително карантии);
- Риба и други морски дарове;
- Плодове и плодови продукти;
- Зеленчуци и зеленчукови продукти.

В категорията храни - Месо и месни продукти (включително карантии) се установява максималната измерена концентрация на кадмий от 0,946 mg/kg от всички изследвани.

Съгласно Регламент (ЕО) № 2023/915 за кадмий не се регламентира максимално допустими количества в: Кафе, какао чай/запарки (регламентирани са в какао и в пресни билки); Плодови и зеленчукови сокове (регламентирани МДК за кадмий в плодови сокове за кърмачета); Мляко и млечни продукти; ядки; Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа.

Таблица 9. Съдържание на кадмий в изследваните категории храни (min – max стойност) в mg/kg и установени максимално допустими количества (МДК)

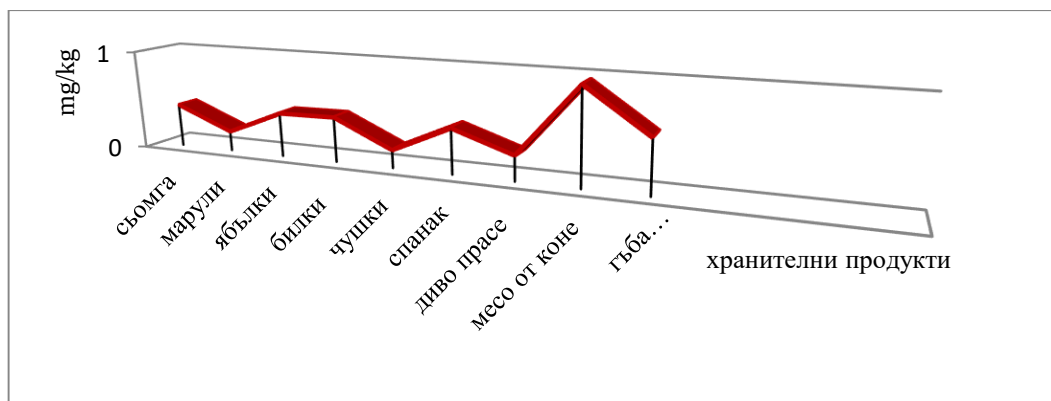
Основни категории храни	Минимална стойност	Максимална стойност	МДК
Кафе*, какао, чай* и запарки*	0,038	0, 57	0,60 (какао на прах)
Риба и други морски дарове	0,0004	0,433	0,050-0,25
Плодове и плодови продукти	0,0023	0,44	0,020-0,20
Плодови* и зеленчукови* сокове и нектари (включително концентрати)	0	0,06	-
Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури	0,00001	0,086	0,040-0,20
Бобови растения, ядки*, маслодайни семена	0,000024	0,633	0,10-1,20
Месо и месни продукти*(включително карантии)	0,001	0,946	0,050-0,20
Мляко* и млечни продукти*	0,00046	0,137	-
Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар	0,00001	0,08	0,10
Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа *	0,0002	0,026	-
Зеленчуци и зеленчукови продукти (включително гъби)	0,00001	0,53	0,020-0,15-0,50

*Не се регламентира максимално допустимо количество, съгласно Регламент (ЕС) 2023/915

Отчетени са концентрации на кадмий над максимално допустимите количества в единични хранителни продукти от 2 категории храни от животински произход и 2 категории храни от растителен произход (Фиг.6) :

- Месо и месни продукти:
 - месо от коне, с измерена най-висока концентрация на кадмий 0,946 mg Cd /kg при норма - 0,20 mg/kg;
 - месо от диво прасе (глиган) 0,25 mg Cd /kg, при норма - 0,050 mg/kg;
- Риба и други морски дарове:
 - месо от риба (сьомга) 0,433 mg Cd /kg, при норма - 0,050 mg Cd /kg.
- Плодове и плодови продукти:
 - ябълки 0,44 mg Cd /kg при норма 0,020 mg Cd /kg.
- Зеленчуци и зеленчукови продукти:

- гъба кладница 0,53 mg Cd /kg, при норма 0,15 mg Cd /kg;
- спанак - 0,45 mg Cd /kg при норма 0,20 mg Cd /kg;
- марули 0,2 mg Cd /kg при норма 0,10 mg Cd /kg;
- билки 0,45 mg Cd /kg при норма 0,20 mg Cd /kg в билки;
- чушки 0,18 mg Cd /kg при норма 0,020 mg Cd /kg.

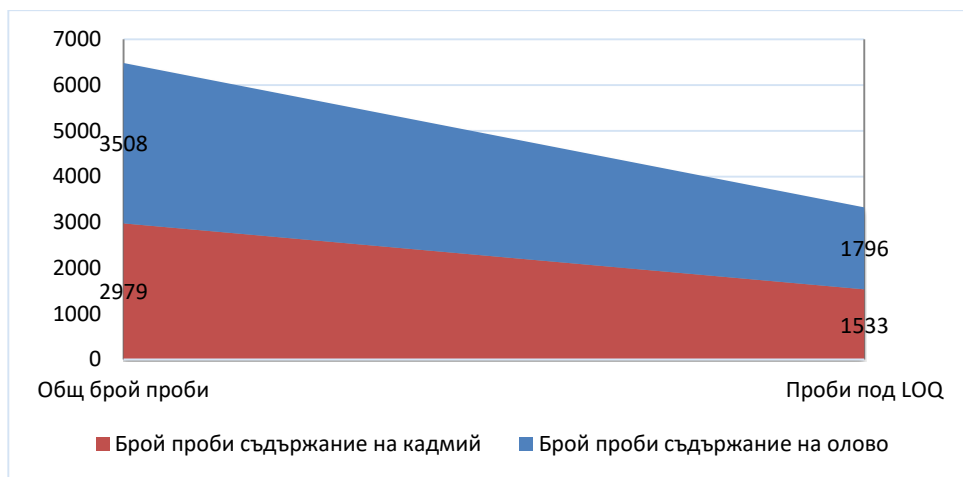


Фигура 6. Хранителни продукти с отчетени наднормени концентрации на кадмий

1.3. Лявоцензурирани лабораторни резултати

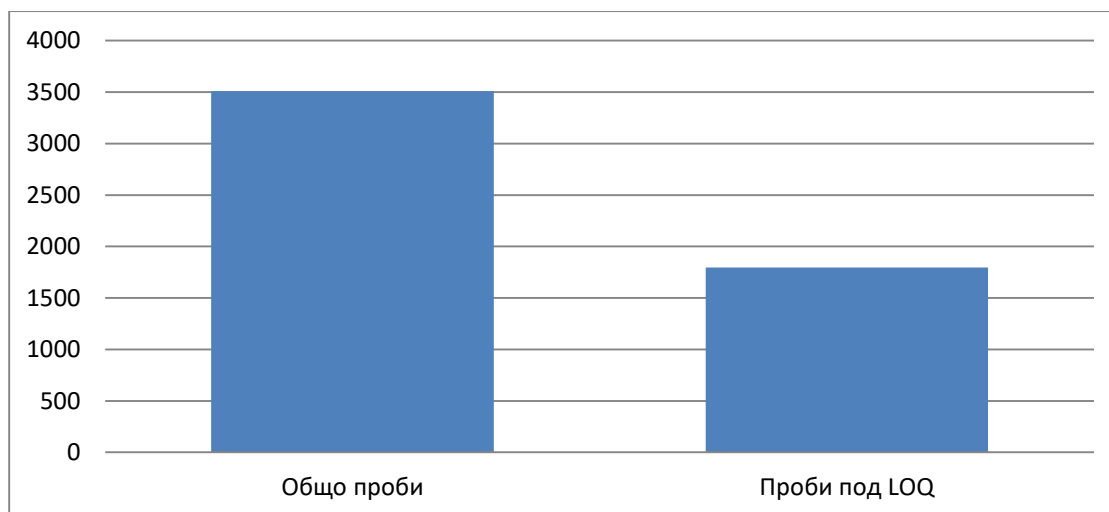
В своето проучване се установи, че много от групите храни показват значителна вариация в LOQ на прилагания аналитичен метод. LOQ зависи от използваните матрица и метод, като също трябва да се приемат и междулабораторните различия. Чувствителността на метода обикновено се установява от лабораторията, за да се изследват пробите за съответствие със законовите изисквания при официалния контрол, въпреки че техниката е в състояние да отчете по-ниски резултати. Това води до увеличаване на броя на резултатите под LOQ, което може да доведе до неточност при изчисляване на хранителната експозиция на проучваното население.

В това проучване голяма част от аналитични данни за съдържание на олово и за съдържание на кадмий са „лявоцензурирани“, т.е. данните са под границата на количествено определяне (LOQ) (Фиг. 7). В този случай при оценка на експозицията на олово и кадмий сме използвали метода за заместване, както е описано в раздел Материали и методи на дисертационния труд, с прилагането на сценариите горна граница (LB) и долна граница (UB).



Фигура 7 . Изследван брой проби храни за съдържание на олово и кадмий, от тях брой проби с резултат под LOQ

При изследваните проби храни за съдържание на олово, относителният дял на пробите с резултат под LOQ е 51% от общия брой изследвани проби храни (Фиг. 8). От изследваните 3508 проби храни за наличие на олово, под границата на количествено определяне (LOQ) са 1796 броя проби (51%).



Фигура 8. Относителен дял на изследваните за съдържание на олово проби храни с резултат под границата на количествено определяне

С най-висок относителен дял проби от храни, изследвани за съдържание на олово, с резултат под LOQ са следните категории храни от растителен произход:

- Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури - 90 %;
- Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар - 89 %;

- Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки- бобови растения- ядки - 88 %;

- Плодове и плодови продукти - 85 %;

- Плодови и зеленчукови сокове и нектари (включително - 97 %.

- Зеленчуци и зеленчукови продукти - 72%.

Както и категорията храни:

- Животински и растителни мазнини и масла или масла и техни първични производни - 70 %.

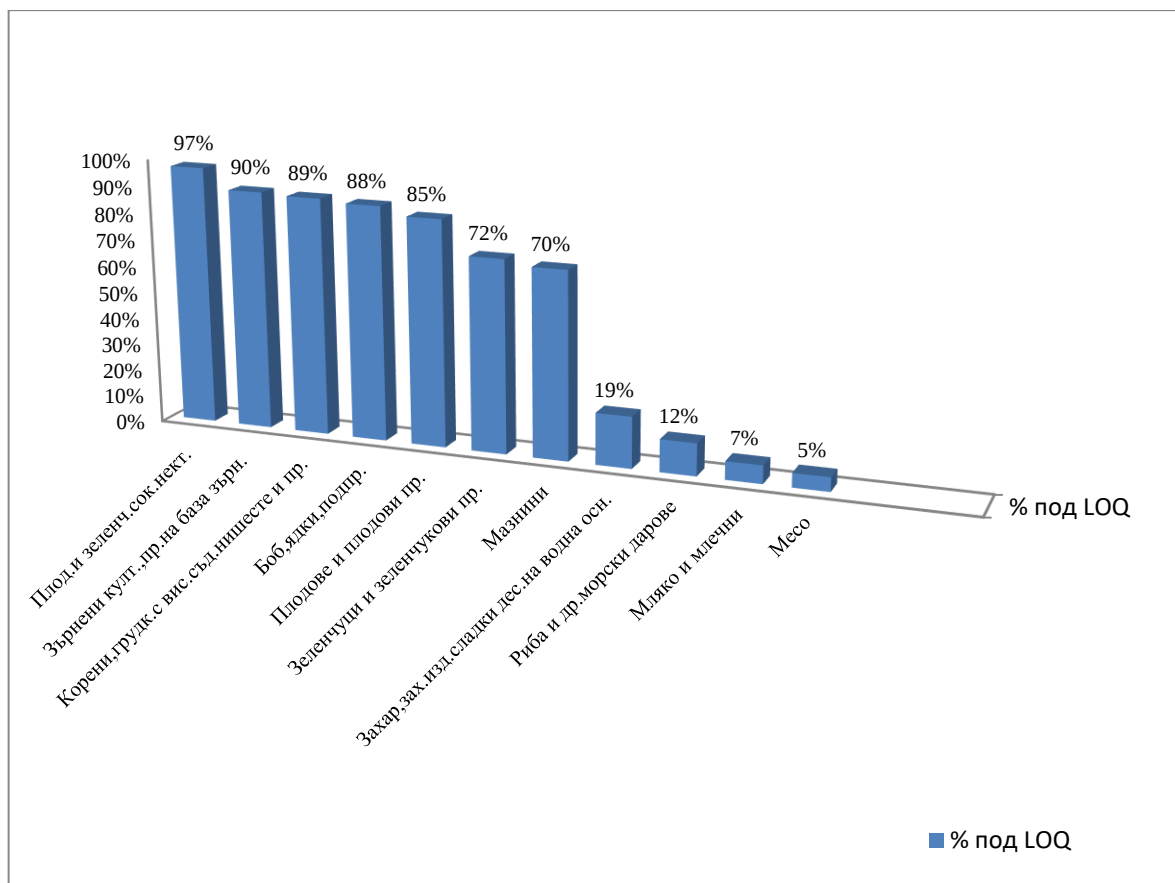
Значително по-нисък дял на изследваните проби храни за съдържание на олово с измерени стойности под LOQ се установява при категориите храни от животински произход:

- Месо и месни продукти (включително карантии) - 5 %;

- Мляко и млечни продукти - 7 %;

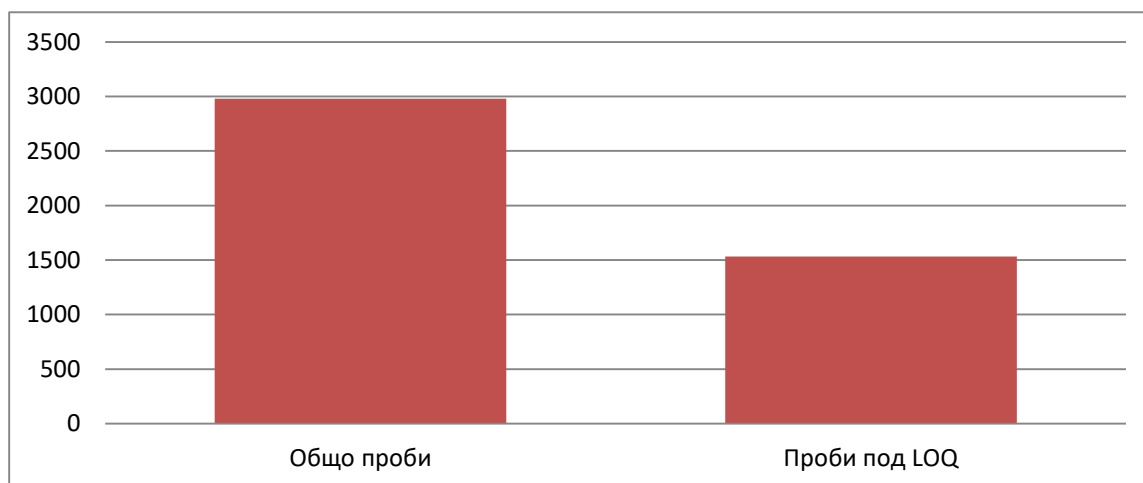
- Риба и други морски дарове - 12 % (Фиг. 9)

При категориите храни от растителен произход относителният дял на пробите, изследвани за съдържание на олово с резултат под границата на количествено определяне се движи от 90% до 85%, при храните от животински произход този относителен дял е между 5% и 12%. За категорията Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа този дял е 19%. С най-нисък процент на пробите с резултат под LOQ са категориите храни Месо и месни продукти, Мляко и млечни продукти и Риба и други морски дарове - в границите от 5% до 12%. Категорията Месо и месни продукти (включително карантии) е с най-малко проби, изследвани за съдържание на олово с резултат под LOQ.



Фигура 9. Разпределение на относителния дял на пробите от храни, изследвани за съдържание на олово с резултат под границата на количествено определяне (LOQ) по категории храни

В настоящото проучване относителният дял на пробите храни, изследвани за съдържание на кадмий, с резултат под LOQ, е 52 % (Фиг. 10)



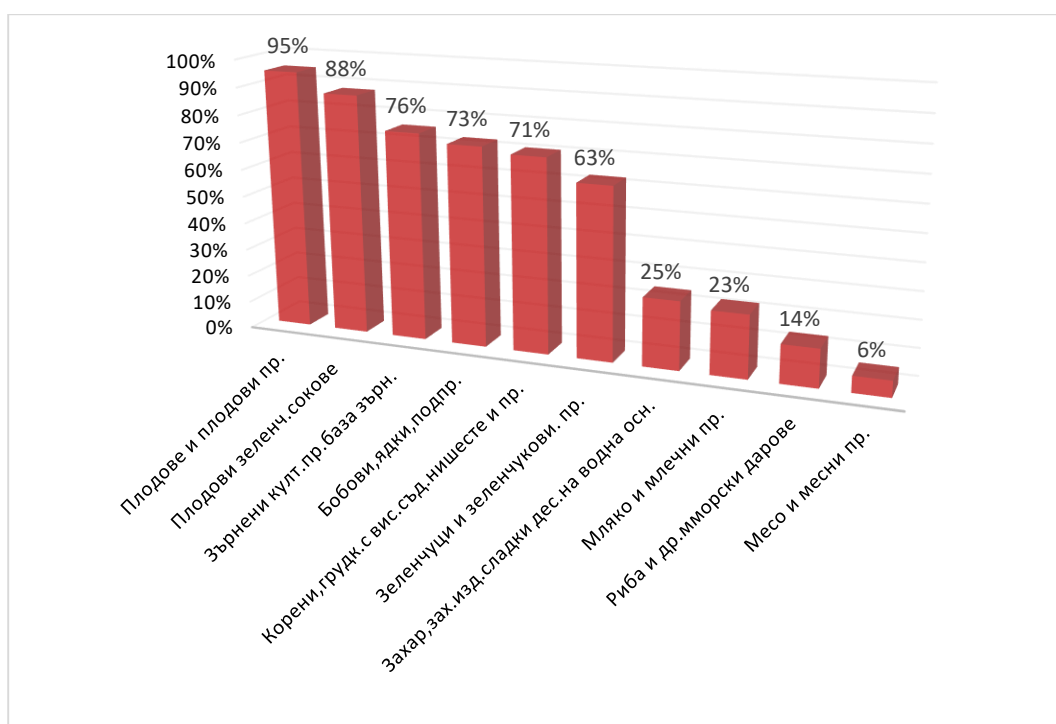
Фигура 10. Относителен дял на изследваните за съдържание на кадмий проби храни с резултат под границата на количествено определяне

С най-висок относителен дял на проби, изследвани за съдържание на кадмий, с резултат под LOQ, са следните категории храни от растителен произход:

- Плодове и плодови продукти - 95%;
- Плодови и зеленчукови сокове и нектари (включително концентрати) - 88 %;
- Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури - 76%;
- Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки -73%;
- Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар - 71%;
- Зеленчуци и зеленчукови продукти (включително гъби) - 63%.

Значително по-нисък дял на проби, изследвани за съдържание на кадмий, с измерени стойности под LOQ, се установява при следните категории храни:

- Месо и месни продукти (включително карангии) - 6 %;
- Риба и други морски дарове - 14%;
- Кафе, какао, чай и запарки - 17% .



Фигура 11. Разпределение на относителния дял на пробите от храни, изследвани за съдържание на кадмий, с резултат под границата на количествено определяне (LOQ) по категории храни

При категориите храни от растителен произход пробите с резултат под границата на количествено определяне се движат от 63% до 95%. При категориите храни Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа и Мляко и млечни продукти са 25% и 23%, съответно и най-нисък процент на проби с резултат под LOQ са при категориите храни Риба, морски дарове и Месо и месни продукти (Фиг. 11).

С оглед лявоцензурираните данни да бъдат взети предвид при изчисляване на концентрациите (на олово и кадмий за изследваните проби храни, използвах метода на заместване, описан в „Материали и методи“, следвайки посоченото в доклада на EFSA относно третирането на лявоцензурирани данни при оценка на хранителната експозиция на химични вещества [EFSA, Management of left-censored data in dietary exposure assessment of chemical substances, 2010] и препоръките, дадени на семинар, организиран от WHO GEMS/Food-EURO през 1995 г. на тема „Надеждна оценка на ниските нива на замърсяване на храните“ [GEMS/FoodEURO, 1995]

За изчисляването на хранителните експозиции лабораторните резултатите за концентрации под LOQ бяха включени в два сценария:

1) сценарий долна граница (LB сценарий) за концентрация, където всеки лявоцензуриран резултат се замести със стойност нула за изчисляване на долнограничната стойност за средната концентрация на олово/кадмий, както и за статистическото извеждане на долнограничните стойности за медиана и 95-ти персентил на концентрацията на олово/кадмий;

2) сценарий горна граница (UB сценарий) за концентрация, където всеки лявоцензуриран резултат се замести със стойност равна на стойността на LOQ за изчисляване на горнограничната стойност за средната концентрация на олово/кадмий, както и за статистическото извеждане на горнограничните стойности за медиана и 95-ти персентил на концентрацията на олово/кадмий.

По отношение на оловото, изчислих долнограничните стойности (LB сценарий) за концентрациите на олово в изследваните проби храни. Получените резултати са посочени в Таблица 10.

**Таблица 10. Долногранични стойности за концентрации на олово (LB сценарий)
за изследваните проби категории храни (в mg/kg)**

Основни категории храни по Foodex	LB сценарий		
	Mean $\pm$ SD*	Me**	P95***
Животински и растителни мазнини и масла или масла и техни първични производни	0,007 $\pm$ 0,012	0	0,026
Кафе, какао, чай и отвари/запарки	0,165 $\pm$ 0,528	0	0,615
Риба и други морски дарове	0,031 $\pm$ 0,044	0,016	0,124
Плодове и плодови продукти	0,009 $\pm$ 0,045	0	0,040
Плодови и зеленчукови сокове и нектари(включително концентрати)	0,001 $\pm$ 0,005	0	0,000
Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури	0,010 $\pm$ 0,061	0	0,061
Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки	0,008 $\pm$ 0,027	0	0,080
Месо и месни продукти (включително карантии)	0,113 $\pm$ 0,872	0,035	0,215
Мляко и млечни продукти	0,011 $\pm$ 0,017	0,007	0,017
Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар	0,004 $\pm$ 0,015	0	0,040
Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа	0,03 $\pm$ 0,12	0,01	0,07
Зеленчуци и зеленчукови продукти	0,024 $\pm$ 0,11	0	0,1

* Mean – долногранична стойност за средна концентрация на олово

**Me - долногранична стойност за медиана на концентрацията на олово

***P95 - долногранична стойност за 95-ти персентил на концентрацията на олово

Изчислених и горнограничните стойности (UB сценарий) за концентрациите на олово в изследваните проби храни. Получените резултати са посочени в Таблица 11.

**Таблица 11. Горногранични стойности за концентрации на олово (UB сценарий)
за изследваните проби категории храни (в mg/kg)**

Основни категории храни по Foodex	UB сценарий		
	Mean $\pm$ SD*	Me**	P95***
Животински и растителни мазнини и масла или масла и техни първични производни	0,038 $\pm$ 0,029	0,026	0,070
Кафе, какао, чай и отвари/запарки	0,238 $\pm$ 0,527	0,044	0,675
Риба и други морски дарове	0,031 $\pm$ 0,044	0,016	0,124
Плодове и плодови продукти	0,042 $\pm$ 0,054	0,031	0,120
Плодови и зеленчукови сокове и нектари (вкл. концентрати)	0,019 $\pm$ 0,012	0,022	0,041
Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури	0,087 $\pm$ 0,235	0,044	0,230
Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки	0,057 $\pm$ 0,043	0,044	0,120
Месо и месни продукти (включително карантии)	0,114 $\pm$ 0,872	0,035	0,215
Мляко и млечни продукти	0,011 $\pm$ 0,017	0,008	0,021
Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар	0,052 $\pm$ 0,077	0,022	0,120
Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа	0,03 $\pm$ 0,12	0,01	0,07
Зеленчуци зеленчукови продукти	0,11 $\pm$ 0,40	0,04	0,266

* Mean – долногранична стойност за средна концентрация на олово

**Me - долногранична стойност за медиана на концентрацията на олово

***P95 - долногранична стойност за 95-ти персентил на концентрацията на олово

От таблиците е видно, че диапазонът между долнограничните и горнограничните стойности (LB minimum – UB maximum) за средната концентрация на олово в изследваните проби категории храни, е както следва:

- Животински и растителни мазнини и масла или масла и техни първични производни от 0,007 mg/kg до 0,038 mg/kg;
- Кафе, какао, чай и отвари/запарки от 0,165 mg/kg до 0,238 mg/kg;
- Риба и други морски дарове от 0,031 mg/kg до 0,031 mg/kg;

- Плодове и плодови продукти от 0,009 mg/kg до 0,042 mg/kg;
- Плодови и зеленчукови сокове и нектари(включително концентрати) от 0,001 mg/kg до 0,019 mg/kg;
- Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури от 0,0010 mg/kg до 0,087 mg/kg;
- Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки- бобови растения- ядки- подправки от 0,008 mg/kg до 0,057 mg/kg;
- Месо и месни продукти (включително карантии) от 0,113 mg/kg до 0,114 mg/kg;
- Мляко и млечни продукти от 0,011 mg/kg до 0,011 mg/kg;
- Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар от 0,004 mg/kg до 0,052 mg/kg;
- Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа от 0,03 mg/kg до 0,03 mg/kg;

Зеленчуци и зеленчукови продукти от 0,024 mg/kg до 0,11 mg/kg.

Диапазонът на горнограничните стойности за 95 персентил на концентрацията на олово (най-високите концентрации) варира между 0,021 mg/kg до 0,675 mg/kg.

По отношение на кадмия, подходът беше същия с изчисляване на долнограничните стойности (LB сценарий) за концентрациите на кадмий и горнограничните стойности (UB сценарий) за концентрациите на кадмий в изследваните проби храни. Получените резултати са посочени в Таблица 12 и Таблица 13.

Таблица 12. Долногранични стойности за концентрации на кадмий (LB сценарий) за изследваните категории храни (в mg/kg)

Основни категории храни по Foodex	LB сценарий		
	Mean $\pm$ SD*	Me**	P95***
Кафе, какао, чай и запарки	0,165 $\pm$ 0,156	0,115	0,492
Риба и други морски дарове	0,010 $\pm$ 0,031	0,004	0,032
Плодове и плодови продукти	0,004 $\pm$ 0,033	0	0,002
Плодови и зеленчукови сокове и нектари(включително)	0,0075 $\pm$ 0,02	0	0,04
Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури	0,003 $\pm$ 0,009	0	0,02
Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки	0,016 $\pm$ 0,010	0	0,064
Месо и месни продукти(включително карантии)	0,118 $\pm$ 0,18	0,043	0,53
Мляко и млечни продукти	0,006 $\pm$ 0,014	0,003	0,016
Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар	0,006 $\pm$ 0,015	0	0,04
Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа	0,002 $\pm$ 0,004	0,001	0,005
Зеленчуци и зеленчукови продукти (включително гъби)	0,02 $\pm$ 0,05	0	0,1

* Mean – долногранична стойност за средна концентрация на кадмий

**Me - долногранична стойност за медиана на концентрацията на кадмий

***P95 - долногранична стойност за 95-ти персентил на концентрацията на кадмий

Таблица 13. Горногранични стойности на концентрации на кадмий (UB сценарий) за изследваните категории храни (в mg/kg)

Основни категории храни по Foodex	UB сценарий		
	Mean $\pm$ SD	Me	P95
Кафе, какао, чай и запарки	0,306 $\pm$ 0,286	0,220	0,800
Риба и други морски дарове	0,017 $\pm$ 0,043	0,004	0,140
Плодове и плодови продукти	0,016 $\pm$ 0,03	0,015	0,038
Плодови и зеленчукови сокове и нектари (включително)	0,002 $\pm$ 0,005	0	0,02
Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури	0,05 $\pm$ 0,17	0,007	0,085
Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки	0,30 $\pm$ 0,164	0,02	0,09
Месо и месни продукти (включително карантии)	0,12 $\pm$ 0,18	0,043	0,53
Мляко и млечни продукти	0,006 $\pm$ 0,015	0,0025	0,016
Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар	0,03 $\pm$ 0,011	0,016	0,046
Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа	0,002 $\pm$ 0,004	0,001	0,005
Зеленчуци и зеленчукови продукти (включително гъби)	0,07 $\pm$ 0,020	0,02	0,5

* Mean – долногранична стойност за средна концентрация на кадмий

**Me - долногранична стойност за медиана на концентрацията на кадмий

***P95 - долногранична стойност за 95-ти персентил на концентрацията на кадмий

Както е видно от таблиците диапазонът между долнограничните и горнограничните стойности (LB minimum – UB maximum) за средната концентрация на кадмий в изследваните проби категории храни, е както следва:

- Кафе, какао, чай и запарки от 0,165 mg/kg до 0,306 mg/kg;
- Риба и други морски дарове от 0,010 mg/kg до 0,017mg/kg;
- Плодове и плодови продукти от 0,004 mg/kg до 0,016 mg/kg;

- Плодови и зеленчукови сокове и нектари(включително) от 0,0075 mg/kg до 0,002 mg/kg;
- Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури от 0,003 mg/kg до 0,05 mg/kg;
- Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки- бобови растения-ядки- подправки от 0,016 mg/kg до 0,30 mg/kg;
- Месо и месни продукти(включително карантин) 0,118 mg/kg до 0,12 mg/kg;
- Мляко и млечни продукти от 0,006 mg/kg до 0,006 mg/kg;
- Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар от 0,006 mg/kg до 0,03 mg/kg;
- Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа от 0,002 mg/kg до 0,002 mg/kg;
- Зеленчуци и зеленчукови продукти (включително гъби) от 0,02 mg/kg до 0,07 mg/kg.

Диапазонът на горнограничните стойности за Р95 на концентрацията на кадмий (най-високите концентрации) варира между 0,016 mg/kg до 0,800 mg/kg.

Обобщеният анализ от проучените концентрации на олово и кадмий в изследваните храни, предлагани на българския пазар, демонстрира че:

- **Стойностите на олово и кадмий в значителен брой от изследваните проби храни са в границите на нормативно установените максимално допустими количества и това потвърди първата хипотеза;**
- **Установени са наднормени концентрации на двата метала в единични проби от категориите храни „Месо и месни продукти (включително карантин), „Зеленчуци и зеленчукови продукти“ (включително гъби) и „Плодове и плодови продукти“ - месо от бозайници, ябълки, спанак, марули и чушки.**
- **Най-високо съдържание за олово е установено при проби от месо от глиган (15,44 mg/kg) - 154 пъти над МДК; чушки (0,9 mg/kg) – 18 пъти над МДК; пчелен мед (1,06 mg/kg) – 10,6 пъти над МДК; мляко (0,19 mg/kg) – 9,5 пъти**

над МДК; спанак (2.1 mg/kg) - 7 пъти над МДК; ябълки (0,50 mg/kg) - 5 пъти над МДК; черен дроб (0.30 mg/kg) и бъбрек на бозайници (0.42 mg/kg) - 3 пъти над МДК; черен дроб от домашни птици (0.42 mg/kg) - 4 пъти над МДК; маруля (0.96 mg/kg) - 3 пъти над МДК.

- Най-високо съдържание за кадмий е докладвано за проби от ябълки (0,44 mg /kg) - 22 пъти над МДК; месо от риба (0.43 mg/kg) и чушки (0,18 mg mg/kg) - 9 пъти над МДК; месо от коне (0.946 mg/kg) и месо от диво прасе (0,25 mg /kg) - 5 пъти над МДК; гъби (0.53 mg/kg) – 3,5 пъти над МДК; спанак (0,45 mg/kg), маруля (0,2 mg/kg) и билки (0,45 mg /kg) - 2 пъти над МДК.
- Данните са съпоставими със съвременните литературни данни в Европа;
- Над половината от лабораторните резултати на изследваните проби храни са докладвани като „не се установява“, т.е. със стойности под границата на количествено определяне на метода. Тези лявоцензурирани резултати за оловото представляват 51% от всички изследвани проби храни и за кадмий - 52 %;
- Обобщените данни показват, че не се установява съществено замърсяване с олово и кадмий на изследваните храни, предлагани на българския пазар за периода 2013 – 2020 г.

2. Оценка на хранителната експозиция на изследваните лица

2.1. Резултати за количеството консумирана храна от изследваните лица

Средната консумация (g/ден) на участниците в проучването е от важно значение за изчисляване на хранителната им експозиция и средната консумация е представена на Таблица 14:

Таблица 14. Средната консумация (g/ден) на изследваната популация по категории храни

Категория храни	Средна консумация (g/ден)
Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури	265.9
Зеленчуци и зеленчукови продукти	214.9
Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар	97.6
Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки	12.0 8.1
Плодове и плодови продукти	169.5
Месо и месни продукти	190
Риба, морски дарове, влечуги, земноводни и безгръбначни	28.4
Мляко и млечни продукти	155.6
Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа	5.23
Животински и растителни мазнини или масла и техни първични производни	8.9
Плодови и зеленчукови сокове и нектари (вкл. концентрати)	73.5
Кафе, какао, чай и отвари/запарки	3

Броят на консумираните продукти от изследваната популация е 1866.

2.2. Резултати от антропометричните данни на изследваните лица

В проучването се включени 60 здрави доброволци във възрастовата група 19 – 29 години от гр. Плевен на средна възраст $23,8 \pm 1,9$ години (Me – 24 г.) Не се установяват статистически различия по възраст при двата пола. Разпределението на респондентите по пол е: 50% (n=30) жени и 50% (n=30) мъже.

Дескриптивната характеристика по възраст и антропометрични показатели е представена на Таблица 15.

Таблица 15. Дескриптивна характеристика на изследваната извадка (n=60)

Показатели	Минимум	Максимум	Средна стойност± SD	Медиана
Възраст години	20	29	23,8±1,9	24,0
Ръст (см)	155	193	172, 7 ± 9,4	172,5
Тегло (кг)	47	115	68, 7±14,9	66,5
ИТМ (кг/м ²)	16,9	32,2	22,8±3,2	22,9

При анализ на данните от измереното телесно тегло е установен участник с телесното тегло - 47 килограма, което е най - ниската стойност на измерено телесното тегло. Изследваното лице с най-висока стойност на телесното тегло тежи 115 килограма. При възрастта на респондентите е установен следният възрастов диапазон: най-младият участник в изследването е на 20 години, а на 29 години е най-възрастният респондент.

На Таблица 16 е представен антропометричният статус на изследваните лица, определен на база индекса на телесна маса (ИТМ), по критериите на WHO, 1995. Относителният дял на респондентите с нормална телесна маса (ИТМ – от 18,5 до 24,9) е най-висок - близо $\frac{3}{4}$ от изследваните участници (70%) са с нормално тегло. Разпространението на свръхтеглото и затлъстяването преобладава при 5% от изследваните лица. Респондентите с наднормено тегло са 18,3%, а тези с поднормено тегло са 6,7% - само за сметка на жените.

Установиха се статистически значими полови различия при разпределението на антропометричния статус ($\chi^2 = 9,169$; $p < 0,027$).

Таблица 16. Индекс на телесна маса на участниците в проучването по пол

Категории телесно тегло (по ИТМ)	Мъже (n=30)		Жени (n=30)		Общо (n=60)	
	n	%	n	%	n	%
Поднормено тегло < 18,5	0		4	13,3	4	6,7
нормално тегло 18,5 – 24,99	19	63,3	23	76,7	42	70
наднормено тегло ≥ 25,0	9	30	2	6,7	11	18,3
<u>затлъстяване</u> ≥ 30,0	2	6,7	1	3,3	3	5

Резултатите дескриптивна характеристика показват превалиране на нормалното тегло при жените - това са почти всички жени (23 от 30) - 76,7% и повече от половината мъже (19 от 30) - 63,3%. Поднормено тегло е установено само при жените (4 от 30) - 13,3%. При мъжете се установява четири пъти по-висока честота на наднормено тегло (9 от 30) – 30%, в сравнение с жените (2 от 30) – 6,7%. Разпространението на свръхтеглото при двата пола е ниско и преобладава в по-голяма степен за мъжете (2 от 30) спрямо жените (1 от 30) - при мъжете се установява два пъти по-висока честота на затлъстяване 6,7% в сравнение с жените – 3,3%.

Данните за консумацията на храна свързах с данните за пол, възраст и телесно тегло (и ръст). Обобщените резултати от антропометричния статус на проучваните лица показват:

- Установяват се статистически значими полови различия в антропометричния статус на жените и мъжете.
- 70% от участниците са с нормално телесно тегло.
- Поднормено тегло е установено само при жените.
- С наднормено тегло са 3 пъти повече мъже.
- Относителният дял на затлъстяване е два пъти по-голям при мъжете в сравнение с групата при жените.

В настоящото проучване хроничната хранителна експозиция на олово и кадмий беше изчислена за всеки участник (т.е. на индивидуално ниво), при което бяха използвани данните за консумация на храни от проведеното собствено проучване на храненето. За изчисляване на хроничната хранителна експозиция беше използван детерминистичен метод и приложен алгоритъм, посочен в „Материали и методи“

Ляво цензурираните данни (концентрации под LOQ) бяха взети предвид при изчисляване на средната концентрация на олово и кадмий за изследваните проби храни с прилагане на метода на заместване. Резултатите за концентрации под LOQ се включиха в два сценария при изчисленията на хранителната експозиция: 1) сценарий на долна граница (LB сценарий), където всички цензурирани данни са заместени с нулева стойност и 2) сценарий на горна граница (UB сценарий), където всички цензурирани данни са заместени със стойност равна на LOQ.

Целта е да се покаже каква е долнограничната (LB) хронична хранителна експозиция в резултат на консумация на храни с възможно най-ниските нива на олово и кадмий, т.е. при сценарий LB с долногранични стойности на концентрация,

базирани на аналитичните резултати от изследваните проби храни. Изчислих и най-високата (горногранична) хронична хранителна експозиция на респондентите с данни за възможно най-високите нива на олово и кадмий в консумираните храни, т.е. при сценарий UB с горногранични стойности на концентрация, базирани на аналитичните резултати от изследваните проби храни. Изчислих и спрямо горната граница (UB) на средната концентрация във всяка една консумирана храна в $\mu\text{g/kg}$, за да покажем хроничната експозицията в случай на консумация на храни, в които са най-високите нива на олово и кадмий.

Получените резултати при долногранични стойности (LB) на средната концентрация на олово и кадмий са най-ниските стойност на хронична хранителна експозиция, базирани на анализирани концентрации. Определените по този начин хронични експозиции са част от сценария на експозиция, при който се предполага, че всяка консумирана храна съдържа тежките метали олово и кадмий на най-ниските нива на контаминиране.

Получените резултати при горногранични стойности (UB) на средната концентрация на олово и кадмий са най-високите стойности на хронична хранителна експозиция, базирани на анализирани концентрации. Определените по този начин хронични експозиции са част от най-лошия сценарий (worst case scenario), при който се предполага, че всяка консумирана храна съдържа тежките метали олово и кадмий на най-високите нива на контаминиране.

Хроничната хранителна експозиция на олово и кадмий в проучването е изчислена за всеки един изследван респондент и съответно за изследваната популация по следните формули:

Хранителна експозиция на олово за сценарий LB = $\sum$ (долногранична стойност (LB) на средната концентрация на олово $\times$ консумация) / телесно тегло

Хранителна експозиция на олово за сценарий UB = $\sum$ (горногранична стойност (UB) на средната концентрация на олово $\times$ консумация) / телесно тегло

Хранителна експозиция на кадмий за сценарий LB = $\sum$ (долногранична стойност (LB) на средната концентрация на кадмий $\times$ консумация) / телесно тегло

Хранителна експозиция на кадмий за сценарий UB = $\sum$ (горногранична стойност (UB) на средната концентрация на кадмий $\times$ консумация) / телесно тегло

За количествената оценка на експозицията, данните за консумация на храните и стойностите на концентрация на тежките метали се комбинират и се определят високо потребление (95-ти персентил), средна стойност, медиана [Dorne J.L.C.M. et al., 2013]

2.3. Хранителна експозиция на олово на изследваните лица

Хранителната експозиция на олово на изследваните лица при сценариите LB и UB е посочена на Таблица 17.

Таблица 17. Хранителна експозиция на олово на изследваните лица при Сценарий LB и Сценарий UB (в $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден)

Хранителна експозиция	N*	Средна стойност $\pm$ SD	Медиана	95 перцентил (P95)
Хранителна експозиция LB	1258	0,024 $\pm$ 0,014	0,02	0,050
Хранителна експозиция UB		0,052 $\pm$ 0,028	0,021	0,095

N*брой хранителни продукти

Максималната изчислена хронична експозиция за олово при изследваната група е 0,095 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден

Средна стойност на изчислена хронична хранителна експозиция на олово е 0,024 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден LB и 0,052 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден при UB.

При 95-я перцентил – високите консуматори – стойностите на хранителната експозиция на олово варират от 0,050 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден LB до 0,095 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден UB.

Стойностите на всички показатели, характеризиращи хроничната хранителна експозиция на олово при изследваната извадка млади хора, са посочени в Приложение 2.

2.4. Хранителна експозиция на кадмий на изследваните лица

Хранителна експозиция на кадмий на изследваните лица при сценариите LB и UB е посочена на Таблица 18:

Таблица 18. Хранителна експозиция на кадмий при LB и UB за 7 дни

Хранителна експозиция	N*	Средна стойност $\pm$ SD	Медиана	95 перцентил (P95)
Хранителна експозиция LB	1220	0,21 $\pm$ 0,0165	0,2	0,41
Хранителна експозиция UB		0,38 $\pm$ 0,0279	0,32	0,73

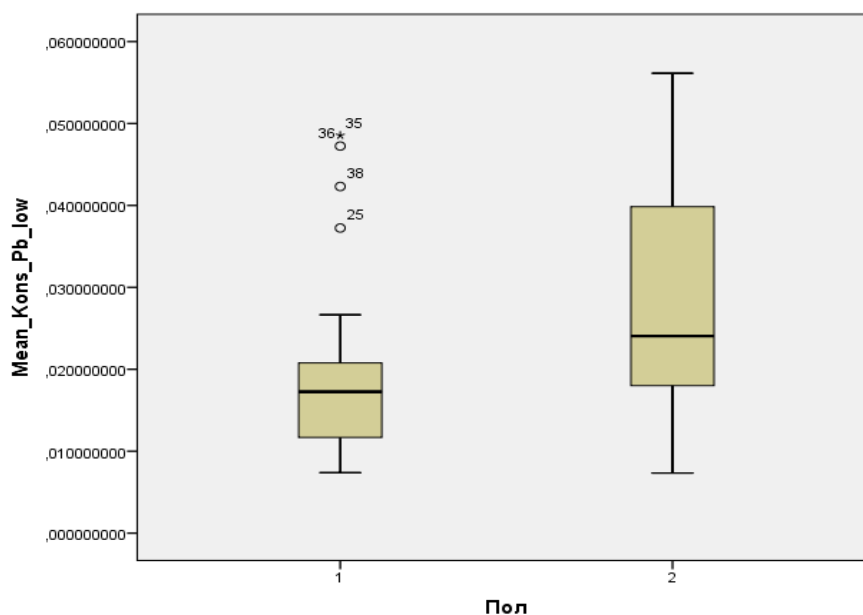
N*брой хранителни продукти

Средна стойност на изчислена хронична експозиция за кадмий е 0,213 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица LB и 0,377 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица при UB.

При 95-я персентил стойностите на хранителната експозиция на кадмий варират от 0,416 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица LB до 0,733 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица UB.

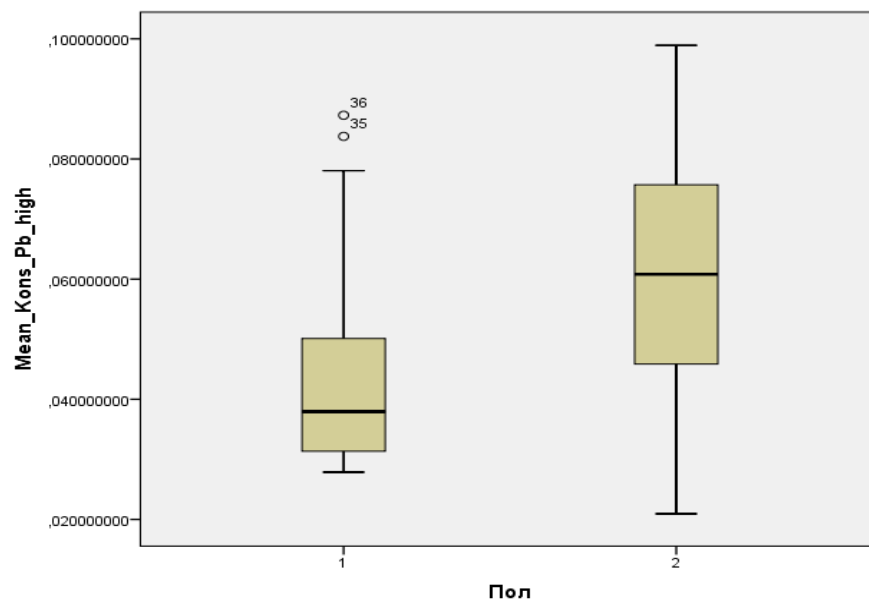
Изчислените показатели (Приложение 3): средна стойност, медиана и 95-и персентил и при двата сценария не превишават допустимия седмичен прием на кадмий при изследваните лица.

2.5. Резултати от изчислената хронична хранителна експозиция на олово, разпределение по пол и средна стойност



Фигура 12. Средни стойности на хранителната експозиция на олово при LB при изследваните лица, разпределение по пол (1 мъже, 2 жени)

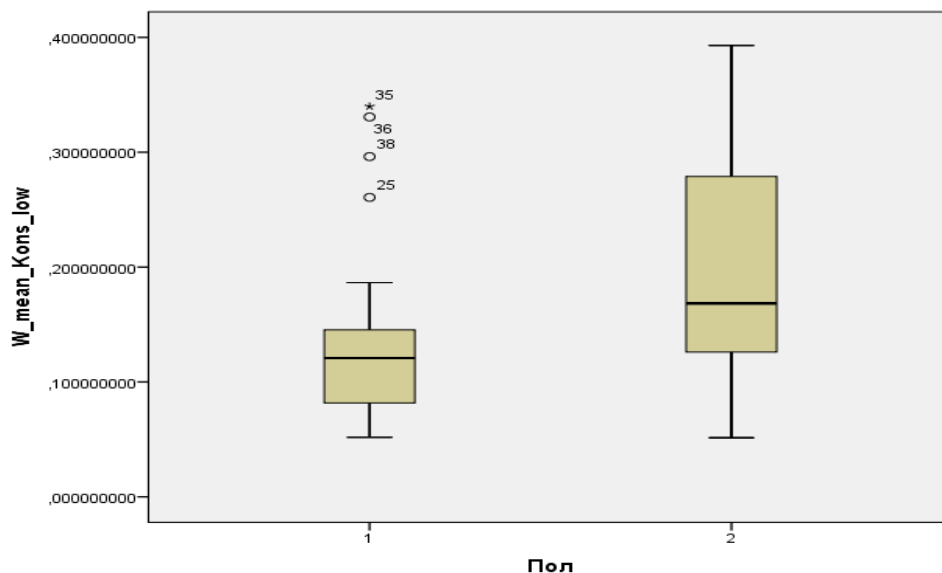
Хранителната експозиция на олово при жените е в по-широки граници (около 0.018 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден до 0.049 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден). При мъжете (0.011 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден до 0.02 $\mu\text{g/kg}$ bw /dat.т./ден). При два респондента експозициите са много по-големи. (Фиг. 12). Хранителна експозиция на олово при жените е по-висока в сравнение с тази при мъжете. (Фиг. 13).



Фигура 13. Средни стойности на хранителната експозиция на олово при UB при двата пола (1 мъже, 2 жени)

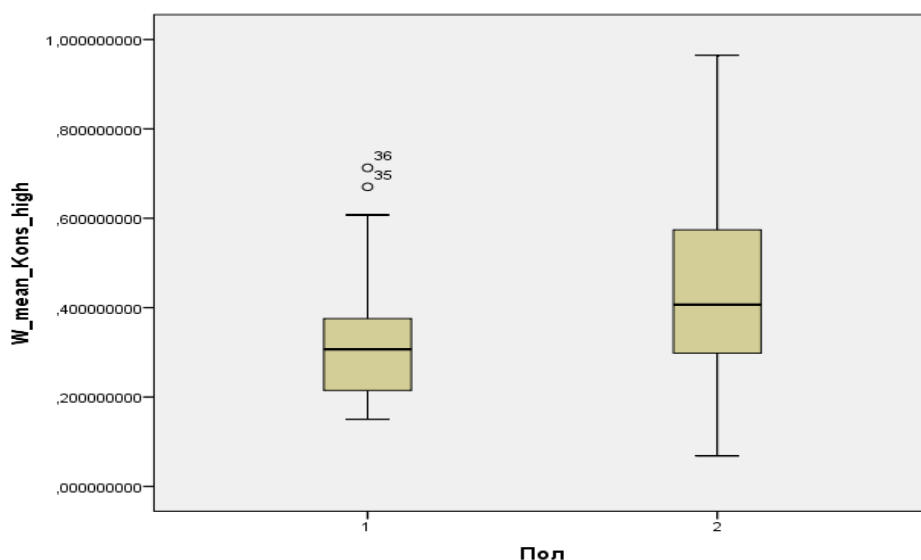
2.6. Резултати от изчислената хронична хранителна експозиция на кадмий – разпределение по пол и средна стойност

Резултатите показват по-широка граница на хранителната експозиция при жените за средна стойност, което може да кореспондира с по-големите различия в телесния им статус, характерни за тази възрастова група. (Фиг.14)



Фигура 14. Хранителна експозиция на кадмий средни стойности по пол (1 мъже, 2 жени) LB

Резултатите показват, че хранителна експозиция на кадмий при жените е по-висока в сравнение с тази при мъжете (Фиг. 15).



**Фигура 15. Хранителна експозиция на кадмий
средни стойности по пол (1 мъже, 2 жени) UB**

2.7. Категории храни с принос към хроничната хранителна експозиция на олово

Категорията Месо и месни продукти има най-голям принос за общата хранителна експозиция (59%) на олово, следвана от категориите: Зеленчуци и зеленчукови продукти (15.2%), Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури (8%), Мляко и млечни продукти (4.3%) и Плодове и плодови продукти (4.3%).

Месо от диво прасе (глиган) при което се установи 154,4 пъти по – висока стойност от референтната няма принос към хранителната експозиция на олово, защото респондентите не съобщават да са консумирали дивечово месо през изследвания период.

2.8. Категории храни с принос към хроничната хранителна експозиция на кадмий

Категорията Месо и месни продукти има най-голям принос за общата хранителна експозиция (62%) на кадмий, следвана от категориите: Зеленчуци и зеленчукови продукти (17%), Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури (4%), Мляко и млечни продукти (3.1%). Въпреки, че съдържанието на кадмий в изследваните месо и месни продукти е ниско, значителният им принос към хранителния прием на кадмий, може да се обясни с високата им консумация (190 g/ден).

Прави впечатление, че от групата „Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки“ висок принос към хранителния прием на кадмий имат ядките (5.4%), което се дължи на установеното високо средно съдържание на кадмий (0.17 mg/kg) в тях. Въпреки че, този продукт се консумира в малки количества от изследваната популация, той може значително да допринесе за приема на кадмий на индивидуално ниво.

Месо коне – няма принос към хранителната експозиция на кадмий, защото респондентите не съобщават да са консумирали месо от коне през изследвания период.

Така изложените данни дават основание за следните заключения:

- **Средната стойност на хранителната експозиция на олово при изследваната група, изчислена на база на приетите два сценария за долна граница (lower bound) и горна граница (upper bound) на концентрация на олово в храните, е в границите от 0,024 µg/kg т.т./ден до 0,052 µg/kg т.т./ден; медианата на хроничната хранителна експозиция на олово е в границите на 0,02 µg/kg т.т./ден и 0,021 µg/kg т.т./ден и 95-тия перцентил на хранителната експозиция за високите консуматори е в рамките на 0,050 µg/kg т.т./ден и 0,095 µg/kg т.т./ден. Тези стойности са по-ниски от установените от Европейския орган по безопасност на храните BMDL_{0,1} от 1,5 µg олово/kg т.т./ден във връзка с въздействието върху систоличното кръвно налягане и BMDL₁₀ от 0,63 µg олово/kg т.т./ден във връзка с поява на хронични бъбречни заболявания. Следователно втората ни работна хипотеза не се потвърждава;**
- **Хранителната експозиция на кадмий при изследваната група, изчислена на база на приетите два сценария за долна граница (lower bound) и горна граница (upper bound) на концентрация на кадмий в храните, като средна стойност варира от 0,21 µg/kg т.т./седмица до 0,38 µg/kg т.т./седмица; медианата на хроничната експозиция е в рамките 0,2-0,32 µg/kg т.т./седмица и 95-тия перцентил на хранителната експозиция за високите консуматори е в диапазона от 0,41 µg µg/kg т.т./седмица до 0,73 µg/kg т.т./седмица не превишава токсикологичната референтна стойност. Тези стойности не превишават установената от Европейския орган по**

безопасност на храните токсикологична референтна стойност от 2.5 µg/kg т.т./седмица като поносим седмичен прием. Следователно втората ни работна хипотеза не се потвърждава;

- Данните от настоящото проучване показват, че хранителна експозиция на олово и кадмий при жените е по-висока в сравнение с тази при мъжете. Въз основа на това, те биха могли да бъдат оценени като по-рискова група за хронична експозиция на олово и кадмий от мъжете.
- Категорията храни Месо и месни продукти има най-голям относителен принос към общата хранителна експозиция на олово (59%) и кадмий (62%) при изследваните лица, следвана от категориите: Зеленчуци и зеленчукови продукти (15% за олово и 17% за кадмий) и Плодове и плодови продукти (2% за олово и 4% за кадмий). Значителният принос на месото и месните продукти към хроничната хранителна експозиция на олово и кадмий при изследваните лица се дължи на голямата им средно дневна консумация при изследваната група.

3. Оценка на степента на потенциалния здравен риск, в резултат на прием на металите олово и кадмий с храната

За да се оцени дали хранителната експозиция на кадмий може да представлява риск за здравето, нивата на изчислената хронична хранителна експозиция се сравняват с установения от EFSA поносим седмичен прием (TWI) от 2.5 µg/kg телесно тегло/седмица, който е количеството, което може да се приема седмично с пренебрежимо ниска или почти никаква вероятност да има риск от неблагоприятни последици за здравето при хората. [EFSA, Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), 2011]

Тъй като всяко ниво на експозиция на олово, което е определено като вероятно карциногенно вещество за хората, може да доведе до рак, експертите от EFSA заключават, че не може да се определи поносим дневен прием (TDI) на олово с храната. В такива случаи за оценка на възможния риск за здравето може да се използва подхода на границата на експозицията (MOE), която се изчислява като съотношение между BMDL и изчислената хранителна експозиция. Долната граница с 295%-на доверителност на референтната/бенчмарк доза се нарича BMDL (lower limit of a benchmark dose). Бенчмарк дозата (BMD) е дозата, изведена от проучвания за

токсичност с животни, при която се наблюдава процент (напр. 1%, 5% или 10%) увеличение на неблагоприятния ефект. Експертите на EFSA оценяват и определят Границата на експозицията (MOE) - диапазон, в който оловото вероятно ще предизвика малък, но измерим потенциален неблагоприятен ефект. BMDL е долната граница на MOE. Колкото по-голяма е съотношението между BMDL и изчислената хранителна експозиция, толкова по-малък е рискът от настъпване на вреден за здравето ефект.

3.1. Оценка на степента на потенциалния здравен риск, в резултат на прием на олово с храната

През 2010 г., Панелът (работна група) за замърсители в хранителната верига (Панел CONTAM) на EFSA оцени здравните рискове от излагане на олово и определи като критични за здравето ефекти при възрастните - сърдечно-съдови ефекти и нефротоксичност [EFSA, 2010].

За характеристика на риска от хранителна експозиция на олово, Панелът CONTAM на EFSA препоръчва да се изчисли границата на експозицията (Margin of exposure, MOE). MOE се изчислява като се раздели BMDL на изчислената хранителна експозиция. MOE дава индикация за нивото на загриженост за безопасността на човешкото здраве във връзка с наличието на токсично вещество в храната и не е токсикологична референтна стойност, каквато е TWI, определена за прием на кадмий с храната. Изчислената стойност на MOE само показва (ориентира) и начина на приоритизиране редът за предприемане на необходимите мерки за намаляване на здравния риск.

С оглед на това, Панелът CONTAM определи за всеки от установените критични здравни ефекти BMDL като отправна доза за прием на олово, както следва:

- за ефекти върху систоличното кръвно налягане - BMDL_{0,1} от 1,50 µg/kg т.т./ден;
- за ефекти върху бъбречната функция - BMDL₁₀ от 0,63 µg/kg т.т./ден [ЕОБХ, 2012].

Средната стойност на изчислена хронична експозиция на олово е:

- 0,024 µg/kg т.т./ден при сценарий LB;
- 0,052 µg/kg т.т./ден при сценарий UB.

95-ят персентил (P95) на хроничната хранителна експозиция за олово, изчислен за изследваната ни популация е, както следва:

- 0,050 µg/kg т.т./ден при сценарий LB
- 0,095 µg/kg т.т./ден при сценарий UB .

В Таблица 19 са дадени изчислените хранителни експозиции на олово на изследваната популация и BMDL_{0,1} за сърдечно-съдови ефекти и BMDL₁₀ за нефротоксичност.

Таблица 19. Изчислена хронична хранителна експозиция на олово за изследваната популация (в µg/kg т.т./ден)

Хранителна експозиция на олово	Средна стойност ± SD	Медиана	95 персентил	BMDL _{0,1}	BMDL ₁₀
сценарий LB	0,024 ± 0,014	0,02	0,05	1,5	0,63
сценарий UB	0,052 ± 0,028	0,021	0,095	1,5	0,63

За характеризиране на риска от хранителната експозиция на олово на изследваната популация, приложих метода за MOE с използване на BMDLs, определени от EFSA и изчислените хронични хранителни експозиции на олово при сценарий LB и сценарий UB, по следната формула:

$$\text{MOE} = \text{BMDL (}\mu\text{g/kg т.т./ден)} / \text{хранителна експозиция (}\mu\text{g/kg т.т./ден)}$$

Панелът CONTAM определя:

- изчислената стойност на MOE е равна или е > 10, като липса на значителен риск за здравето на консуматора;
- изчислената стойност на MOE е < 10 и > 1, предполага ниско ниво на загриженост за човешкото здраве, т.е има нисък риск за настъпване на увреждащи ефекти като сърдечносъдови ефекти и нефротоксичност [EFSA, Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), Scientific Opinion on Lead in Food, 2010].

В настоящото проучване изчислените стойности за граница на експозицията (MOE) за средната хронична експозиция на олово при прилагане на сценарии LB и UB за ефекти върху систоличното кръвно налягане са следните:

$MOE = BMDL_{0.1} \text{ (}\mu\text{g/kg т.т./ден)} / \text{експозиция при сценарий LB или сценарий UB (}\mu\text{g/kg т.т./ден)}$

$$MOE \text{ сценарий LB} = 1,5 / 0,024 = 62,5$$

$$MOE \text{ сценарий UB} = 1,5 / 0,052 = 28,8$$

Изчислените стойности за MOE за 95-ия перцентил на хроничната експозиция на олово за сценариите LB и UB за MOE за ефекти върху систоличното кръвно налягане са следните:

$$MOE \text{ сценарий LB} = 1,5 / 0,050 = 30$$

$$MOE \text{ сценарий UB} = 1,5 / 0,095 = 15,8$$

В настоящото изследване изчислените стойности за граница на експозицията (MOE) за ефекти върху бъбречната функция са следните:

$MOE = BMDL_{10} \text{ (}\mu\text{g/kg т.т./ден)} / \text{експозиция при сценарий LB или сценарий UB (}\mu\text{g/kg т.т./ден)}$

$$MOE \text{ сценарий LB} = 0,63 / 0,024 = 26$$

$$MOE \text{ сценарий UB} = 0,63 / 0,052 = 12$$

Изчислените стойности за MOE за 95-ия перцентил на хроничната експозиция на олово за сценариите LB и UB за ефекти върху бъбречната функция са следните::

$$MOE \text{ сценарий LB} = 0,63 / 0,050 = 12,6$$

$$MOE \text{ сценарий UB} = 0,63 / 0,095 = 6,6$$

Изчислената граница на експозицията (MOE) във връзка с хроничната експозиция на олово на респондентите предполага ниско ниво на загриженост за здравето им, т.е. има нисък риск за настъпване на увреждащите ефекти, причинявани от оловото.

Таблица 20 показва изчислените граници на експозиция (MOE) за средната хронична експозиция и 95-ти перцентил на хроничната експозиция на олово за изследваната група, съответно за двата сценария (LB и UB) за концентрация на олово в изследваните храни. Изчислените MOE надвишават 10, с изключение на 95-ия перцентил на експозиция при сценарий UB за критичния ефект нефротоксичност.

Таблица 20. Стойности на MOE за хроничните експозиции (средна и P95), изчислени за сценарии LB и UB

Неблагоприятен здравен ефект	MOE			
	Средна експозиция		P95	
	LB	UB	LB	UB
Сърдечносъдови ефекти	62,5	28,8	30	15,8
Нефротоксичност	26	12	12,6	7

3.2. Оценка на степента на потенциалния здравен риск, в резултат на прием на кадмий с храната.

През 2011 г., Панелът за замърсители в хранителната верига на Европейския орган за безопасност на храните (панел CONTAM) потвърди, че настоящия поносим седмичен прием (TWI) от 2,5 µg/kg т.т./седмица за кадмий все още се счита за подходящ и не са необходими изменения с цел предпазване на консуматорите. Поносимият седмичен прием е оцененото количество на химичен замърсител в храни, което може да се приема ежедневно през целия живот без значителен риск за здравето [<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1975.htm>].

За характеризиране на риска от приема на кадмий на изследваната популация, сравних изчислените седмични експозиции на кадмий при сценарий LB и сценарий UB с определения от Панела CONTAM TWI за кадмий.

На Таблица 21 е показана хранителната експозиция на кадмий на изследваната популация и токсикологичната референтна доза за прием на кадмий - поносим седмичен прием (TWI).

Таблица 21. Хранителни експозиции на кадмий - (Средна стойност, Медиана, 95 персентил при сценарии LB и UB и TWI (в µg/kg т.т./седмица)

Хранителна експозиция на кадмий	Средна експозиция ± SD	Медиана	P 95	TWI
сценарий LB	0,21 ± 0,017	0,2	0,41	2,5
сценарий UB	0,38 ± 0,028	0,32	0,73	2,5

При изчислените стойности за Р 95 на експозиция на кадмий от 0,41 µg/kg/ телесно тегло/седмица при сценарий LB до 0,73 µg/kg/ телесно тегло/седмица при сценарий UB няма риск от възникване на нежелани здравни ефекти за изследваната популация.

Като обобщение на тези данни могат да бъдат направени следните по-важни заключения:

- **Здравният риск, свързан с хранителната експозиция на олово за изследваната група, е оценен с прилагането на подхода за границата на експозиция (МОЕ). Изчислените стойности на МОЕ за средната хранителна експозиция, както и за медианата и Р 95 на хранителната експозиция, са по-високи от 10. Следователно, може да се заключи, че липсва значителен риск за здравето на изследваната група, свързан с приема на олово с храните. Следователно третата ни работна хипотеза не се потвърждава;**
- **Резултатите от настоящото проучване показват, че изчислената хранителна експозиция на кадмий не надвишава установения поносим седмичен прием от 2.5 µg/kg т.т./седмица, Следователно, не се очаква появата на неблагоприятни здравни ефекти за изследваната популация.**

4. Предложения за специфични препоръки за намаляване на хранителния прием на олово и кадмий

Въз основа на получените резултати могат да бъдат направени следните специфични препоръки, с цел да се намали хранителният прием на тежки метали (олово и кадмий):

1. Тъй като оловото може да има последици за здравето при каквото и да е ниво на експозиция и наличието му в храните не може да бъде напълно избегнато, следва да се вземат ефективни мерки, за да се гарантира контролът за неговото съдържание в храните. Благодарение на напредъка в аналитичния капацитет

съществува достъпно оборудване, което позволява да се намали границата на откриване на олово и кадмий в анализираните храни.

2. Производителите и преработвателите на храни следва да разбират опасността от замърсяването на храните с тежки метали и да имат като основна (главна) цел намаляването на тяхното съдържание в произвежданите от тях продукти до реално постижими ниски нива. Техните професионални асоциации и сдружения следва да стимулират надеждни лабораторни изследвания на храните и да подпомагат достъпа на производителите и търговците на храни до лаборатории, които имат необходимия аналитичен капацитет.

3. Въпреки факта, че оловото и кадмия присъстват в храните в относително ниски концентрации, според съвременните познания те представляват сериозна заплаха за здравето на населението, особено като се има предвид хроничната експозиция. Поради това, е необходимо постоянно да се следи тяхното съдържание в предлаганите храни, както и хранителният им прием (експозицията) в зависимост от начина на хранене от различните възрастови групи от населението.

5. Насърчаване на биологичното земеделие.

6. Запознаване на потребителите относно националните препоръки за здравословно и разнообразно хранене и тяхната връзка с хранителната експозиция на тежки метали (олово и кадмий).

VI. ОБСЪЖДАНЕ

В състава на храните освен макронутриенти и микронутриенти, могат да попаднат екзогенни замърсители, в това число и тежки метали. Тежките метали (като олово и кадмий) не са биологично необходими и имат единствено увреждащ ефект върху здравето на човека. По данни на Световната здравна организация тежките метали се определят като световен проблем за здравето сред групата на химичните замърсители [WHO, 2009]. Рисковете за човешкото здраве произтичат от това, че те проявяват синергични токсични въздействия в различни органи и системи по нелинеен модел доза-ефект в минимални концентрации [Vandenberg LN, 2012]. Тежките метали имат способността да се задържат продължително в околната среда, както и да се натрупват в организмите, което е предпоставка за продължителното им токсично въздействие, а оловото и кадмия са особено токсични [Al-Saleh I, 2011].

Хранителната експозиция е един от начините на експозиция на тежки метали, като приемът им с храните е различен и зависи от модела на хранене. Хроничната експозиция на тежки метали по алиментарен път може да причини неблагоприятни последици за здравето, поради тяхната биоаккумуляция.

В Европейския съюз (ЕС) с Регламенти се установяват максимално допустими количества (МДК) (maximum levels, MLs) за съдържание на химични замърсители, които са разумно достижими чрез прилагането на добри селскостопански, риболовни и производствени практики. В случай на замърсители, които се разглеждат като генотоксични канцерогени или в случаи, при които текущото излагане на населението или на уязвими групи от населението е близо до или надхвърля токсикологичната референтна стойност/доза, максимално допустимите количества се определят на най-ниското ниво, което е разумно достижимо (As Low As Reasonably Achievable, ALARA).

Нормативната уредба (Регламенти и директиви на ЕС или национални наредби) определя допустимите количества за химични замърсители, които могат да се съдържат в различни храни, с цел да се прилагат и поддържат стандарти за храните. Максимално допустимите количества за съдържание на замърсители са определени само за отделни храни/суровини. Независимо от това, оценка на риска може да се извърши за всяка храна, за да се определи дали храната съдържа замърсители в количество, което е опасно или вредно за човешкото здраве. Освен това, текстовете на член 14, параграфи 1 и 2 на Регламент (ЕО) № 178/2002 на Европейския парламент и

на Съвета от 28 януари 2002 година за установяване на общите принципи и изисквания на законодателството в областта на храните, за създаване на Европейски орган за безопасност на храните и за определяне на процедури относно безопасността на храните постановяват, че на пазара не се пускат храни, които не са безопасни. Храната се счита за неотговаряща на изискванията за безопасност, ако е вредна за здравето или негодни за консумация от човека.

Международни организации по безопасността на храните, като Европейския орган по безопасност на храните (EFSA) и Съвместния експертен комитет по замърсители и добавки в храните на Организацията по прехрана и земеделие/Световната здравна организация (Joint FAO/WHO Expert Committee on Contaminants and Food Additives, JECFA), извършват задълбочени оценки на възможните неблагоприятни последици за човешкото здраве от различни замърсители. В становищата си, въз основа на наличните токсикологични данни, тези организации установяват подходящи токсикологични референтни стойности (health-based guidance value, HBGV) за прием/експозиция на химични замърсители с храната (т.е. за хранителна експозиция на замърсители), с цел защита срещу остър или хроничен риск за човешкото здраве.

Трябва да се разграничават понятията:

- максимално допустими количества на замърсители в храните; и
- установени токсикологични референтни стойности за прием на замърсители с храните като поносим седмичен прием – TWI и поносим дневен прием – TDI).

Максимално допустимите количества (МДК) на замърсители в храните не са нива на безопасност. Консумирането на храни, съдържащи замърсители, които надвишават разрешените МДК, не винаги води до прием на замърсителя над токсикологичните референтни стойности.

Поради това, е изключително важно да се идентифицират рисковите фактори, свързани с храненето на населението и условията, които допринасят за тяхното възникване, както и да се извърши оценка на здравния риск, свързан с храните и да се разработят начини за управление на този риск. Изброените елементи са неразделни части от концепцията за анализ на риска.

Оценката на риска е научната част от процеса на анализ на риска и установява риска като функция на два компонента: опасност и експозиция. Оценката на риска

преценява вероятността от настъпване и тежестта на неблагоприятни за здравето ефекти (увреждания), възникващи в резултат на излагане на опасност.

В този контекст, рискът е функция, както на опасността, така и на степента на излагане (експозиция) на тази опасност.

В своето проучване оценката на риска на тежки метали в храни е трудоемка задача, поради сложността на събирането и обработката на първичните данни, характеризиращи нивата на замърсяване на храните с олово и кадмий, специфичния модел на хранене на изследваната популация и методологичните подходи за оценка на експозицията на олово и кадмий, приети с храната.

В тази връзка целта на проучването ни беше да се анализират и изчислят нивата на тежките метали олово и кадмий в хранителните продукти, предлагани на българския пазар за периода 2009 – 2020 г. и извършване оценка на риска на изследваната от нас популация, свързан с приема на тези метали с храните.

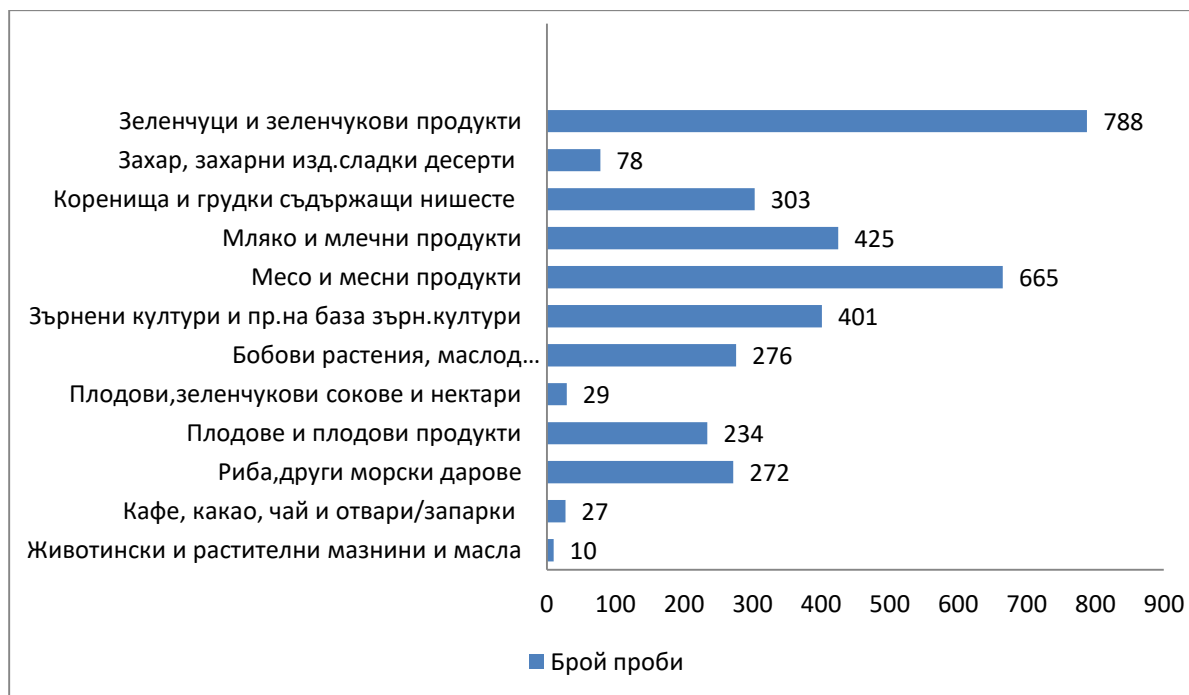
За постигане на тази цел бяха формулирани и задачите - проучване и анализ на данните от изследваните проби храни за олово и кадмий и на ляво цензурираните данни, базирано на валидизирани стандартизирани методи; оценка на хранителната експозиция на олово и кадмий на млада популация и оценка на здравния риск, както и разработване на препоръки за намаляване на хранителния прием на метали.

Проучването ни е ретроспективно и се базира на достатъчно дълъг изследователски период, репрезентативен брой проби от храни, предлагани в българската търговска мрежа и репрезентативен брой респонденти от изследваната популация за оценка на хранителната им експозиция.

В настоящото изследване са анализирани и обработени 3508 броя проби за съдържание на олово и 2979 броя проби за съдържание на кадмий. За целите на проучването категоризирах анализираниите проби храни в основни категории храни според разработената от EFSA йерархична система за класификация на храните на – FoodEx2 [EFSA, FoodEx 2011], която се основава на 20 основни категории храни, разделени допълнително на подгрупи на 4 нива отделни хранителни продукти.

Изследваните 3508 броя храни за съдържание на олово (Фиг. 16) групирах в следните 12 основни категории храни съгласно FoodEx системата:

1. Животински и растителни мазнини и масла или масла и техни първични производни;
2. Кафе, какао, чай и отвари/запарки;
3. Рибa и други морски дарове - ракообразни, месо от рибa и мекотели;
4. Зеленчуци и зеленчукови продукти - луковични зеленчуци, цветно зеле, чушки, домати, гъби, билки и ядливи цветя, главо̀во зеле, марули, спана̀ци, преработени или консервирани зеленчуци и подобни, моркови;
5. Плодове и плодови продукти - горски плодове и малки плодове, цитрусови плодове, разни плодове с неядлива кора, големи, семкови плодове и костилкови плодове;
6. Плодови и зеленчукови сокове и нектари (вкл. концентрати);
7. Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури - хляб и други подобни изделия, брашна, зърнени култури, фини хлебни изделия, макаронени изделия;
8. Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки- бобови растения- ядки - леща за готвене, зелен боб и грах, боб, ядки, маслодайни семена и маслодайни плодове, паста от ядки/семена;
9. Месо и месни продукти – карантии различни от черен дроб и бъбреци, бъбрек на бозайници, птичи черен дроб, черен дроб на бозайници, птиче месо, месо от бозайници, месо от глиган (диво прасе);
10. Мляко и млечни продукти;
11. Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар – картофи;
12. Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа.



Фигура 16. Брой проби, изследвани за съдържание на олово по основни категории храни

В своето проучване 2979 проби хранителни продукти, изследвани за кадмий, (Фиг. 17) систематизирах в 11 основни категории храни, които включват следните хранителни продукти:

1. Кафе, какао, чай и отвари/запарки;
2. Риба и други морски дарове – ракообразни, месо от риба и мекотели;
3. Плодове и плодови продукти - горски плодове и малки плодове, цитрусови плодове, разни плодове с неядлива кора, големи, семкови плодове и костилкови плодове;
4. Плодови и зеленчукови сокове и нектари(включително концентрати)
5. Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури - хляб и други подобни изделия, брашна,зърнени култури, фини хлебни изделия, макаронени изделия;
6. Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки - бобови растения - ядки - леща за готвене, боб, ядки, маслодайни семена и маслодайни плодове, паста от ядки/семена;
7. Месо и месни продукти (включително карантии) – карантии различни от черен дроб и бъбреци, бъбрек на бозайници, птичи черен дроб, черен дроб на

бозайници, птиче месо, месо от бозайници, месо от глиган (диво прасе), месо от коне;

8. Мляко и млечни продукти;
9. Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар – картофи;
10. Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа;
11. Зеленчуци и зеленчукови продукти - луковични зеленчуци, цветно зеле, чушки, домати, гъби, билки и ядливи цветя, зелен боб, главоово зеле, марули, спанац преработени или консервирани зеленчуци и подобни, моркови.



Фигура 17. Брой проби, изследвани за съдържание на кадмий по основни категории храни

Резултатите от проучването показват, че не се установява съществено замърсяване с олово и кадмий на изследваните храни, предлагани на пазара в България за проучвания периода от 2013 година до 2020 година включително. Констатирах присъствие на олово и кадмий в проби хранителни продукти от всички изследвани категории храни в границите на максимално допустимите количества. Установих наднормени концентрации на олово и кадмий в хранителни продукти в 5 от 12- те категории храни: Месо и месни продукти (включително карантии), Риба и други морски дарове, Мляко и млечни продукти, Плодове и плодови продукти и Зеленчуци и зеленчукови продукти. Както отбелязах по-рано максимално

допустимите количества (МДК) за съдържание на олово и кадмий са определени само за отделни храни и те са основно за суровини.

При анализиране на концентрациите на олово по категории храни се подчерта следното:

Съдържанието на олово е в границите на максимално допустимите стойности за съответните храни в 8 от 12-те категории храни: Животински и растителни мазнини и масла или масла и техни първични производни; Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар; Рибна и други морски дарове; Плодови и зеленчукови сокове и нектари; Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури; Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки; Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа. За храни от категорията Кафе, какао, чай и отвари/запарки няма регламентирани МДК.

Наднормено съдържание на олово е установено в единични проби в 4 от 12-те категории храни: Месо и месни продукти (включително карантии), Мляко и млечни продукти, Плодове и плодови продукти, Зеленчуци и зеленчукови продукти. В 3 от тези категории храни (без Мляко и млечни продукти) съдържанието на кадмий също е над максимално допустимите стойности. Най-високо съдържание за олово е установено при проби от месо от диво прасе (глиган), които вероятно са свързани и с обстрела на тези животни с оловни патрони. Много високите резултати за съдържание на олово в месо от диво прасе (глиган), изкривяват разпределението резултатите за концентрация на олово в тази категория храни. Стойности над МДК са констатирани и в карантии от бозайници и птици, мляко, в някои листни и плодни зеленчуци и семкови плодове. От пробите от растителен произход най-високо съдържание за олово е установено в спанак. Стойности над МДК в единични проби са констатирани в карантии на бозайници и птици, мляко, в някои листни и плодни зеленчуци, и пчелен мед.

При анализиранияте храни за олово, както при храните изследвани за кадмий, преобладават пробите с наднормени концентрации на олово в храните от растителен произход и също е измерено най-високата концентрация в категорията храни от животински произход.

Моето проучване потвърди данните от доклада на EFSA за съдържание на олово в храните на европейското население [EFSA 2012]. При храните от растителен произход пробите надвишаващи максимално допустимите количества, посочени от EFSA са - пшенично зърно, брашно пшенично и ориз, със средни концентрации на

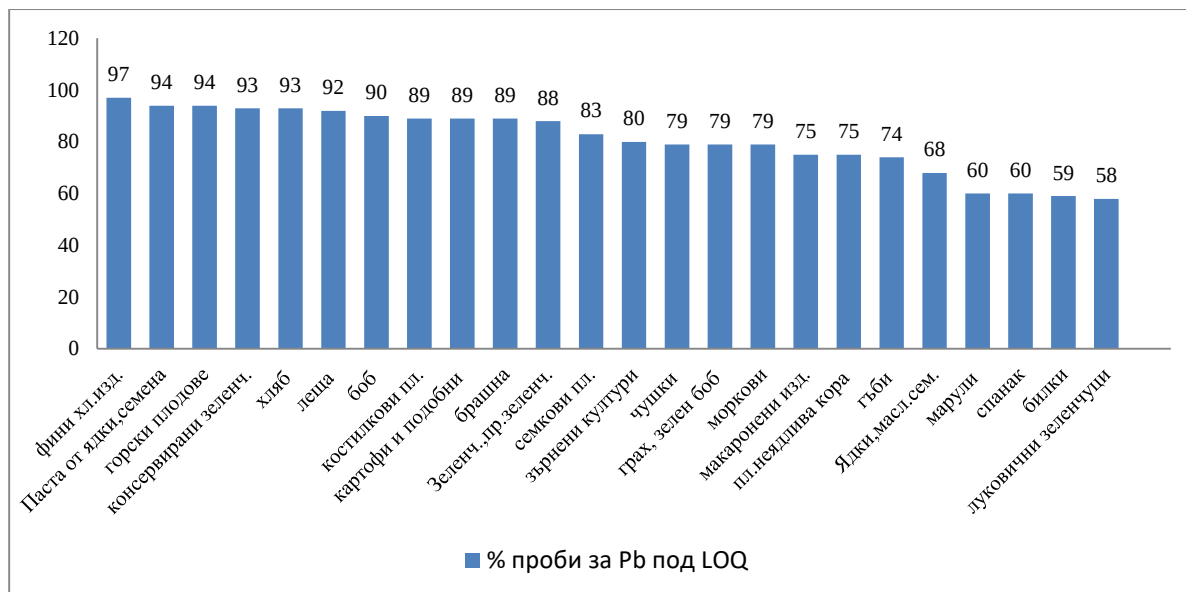
олово между 7 $\mu\text{g/kg}$ в паста, без глутен до 50 $\mu\text{g/kg}$ в други зърнени култури и максималната концентрация от 1,650 $\mu\text{g/kg}$ в проба пшенично зърно. При зеленчуците средните концентрации на олово варират от 2 $\mu\text{g/kg}$ в “брюкселско зеле” до 961 $\mu\text{g/kg}$ в “манатарки”, с максимална концентрация от 155, 000 $\mu\text{g/kg}$ в морски водорасли. В картофи е измерено съдържание на олово от 840 $\mu\text{g/kg}$. При Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки средните концентрации на олово варират между 6 $\mu\text{g/kg}$ в нахут до 90 $\mu\text{g/kg}$ в синапено семе, с максимална концентрация на олово от 939 $\mu\text{g/kg}$ отчетена при кестените. При плодовете повишените резултати са за ябълки, ягоди и сливи - между 5 $\mu\text{g/kg}$ и 84 $\mu\text{g/kg}$, а максималната концентрация е от 670 $\mu\text{g/kg}$ и е регистрирана в червено френско грозде. Стойностите за съдържание на олово в захарни изделия варират между 10 $\mu\text{g/kg}$ в бяла захар до 406 $\mu\text{g/kg}$ при шоколад. Максималната концентрация на олово от 2140 $\mu\text{g/kg}$ е регистрирана в слънчогледово масло, 371 $\mu\text{g/kg}$ е за концентрат от неуточнен плодов сок, 8500 $\mu\text{g/kg}$ в риган. При храните от животински произход EFSA отчита средни концентрации между 3 $\mu\text{g/kg}$ в птиче месо до 1,143 $\mu\text{g/kg}$ в месо от диво прасе и също така както и в своето проучване максималната концентрация на олово от 232,000 $\mu\text{g/kg}$ е регистрирана в месо от диво прасе. В други храни с животински произход - между 3 $\mu\text{g/kg}$ в бяла риба до 244 $\mu\text{g/kg}$ в ядивен морски охлюв с максималната концентрация от 4,060 $\mu\text{g/kg}$ в миди и между 3 $\mu\text{g/kg}$ в козе мляко до 54 $\mu\text{g/kg}$ в кисело мляко, с максимална концентрация от 700 $\mu\text{g/kg}$ в казеин на прах.

В набора ни от данни от аналитични резултати за олово има висок дял на проби с резултати под LOQ (т.нар. лявоцензурирани данни). Общо пробите с резултати под LOQ са 51 % от всички изследвани за олово храни, а за кадмий те са 51,5%. Този среден резултат варира между категориите храни и с най-висок относителен дял резултати под LOQ са 5 от 12-те категории храни и това са категории от растителен произход. При повечето категории резултатите под LOQ варират от 72% до 90%, с изключение на категориите храни от животински произход, където са в границите от 5 до 13%.

Относителният дял на лявоцензурираните данни за олово в категориите храни от растителен произход е по- висок от относителният дял на лявоцензурираните данни в тези категории при кадмий.

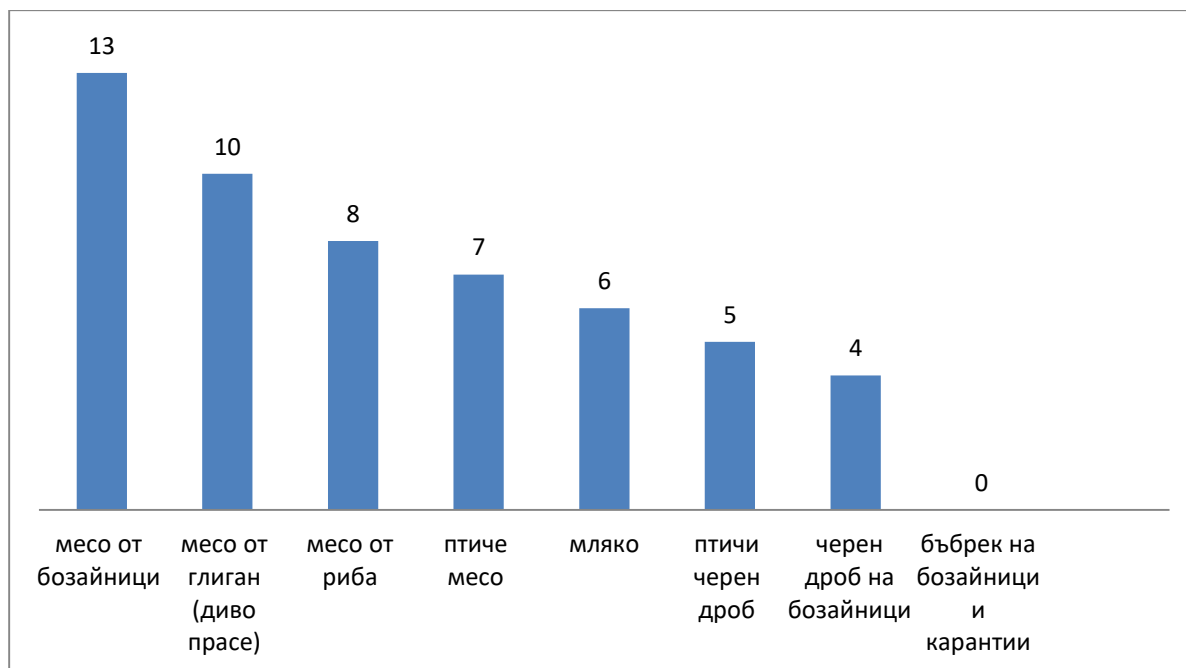
На Фигура 18 и Фигура 19 са представени относителния дял на пробите хранителни продукти със съдържание на олово под LOQ, съответно при хранителни продукти от растителен и животински произход.

Както е видно относителният дял на лявоцензурираните данни за олово при пробите от животински произход е значително по-нисък от този при пробите от растителен произход.



Фигура 18. Хранителни продукти от растителен произход с резултати под количествено определяне (LOQ) (в %)

Във всички проби цитрусови плодове, плодни, листно-стъблени и бобови зеленчуци измереното съдържание на олово е с резултат под LOQ. За разлика от храните от растителен произход, категориите храни от животински произход имат нисък относителен дял на проби с резултати под LOQ, а при пробите бъбрек от бозайник и карантии процентът на лявоцензурираните данни е незначителен (Фиг. 19).



Фигура 19. Резултати под границата на количествено определяне (LOQ) при проби от храни от животински произход, изследвани за олово (в %)

Проведеният анализ на данните за съдържанието на кадмий в храните показва следното:

Съдържание на кадмий в границите на максимално допустимите количества се установява в категориите храни: Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар, Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки и Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури а в категориите храни: Кафе, какао, чай и запарки (регламентирано МДК в какао); Мляко и млечни продукти; Плодови и зеленчукови сокове и нектари; Захар, захарни изделия и сладки десерти на водна основа, съдържание на кадмий не е регламентирано.

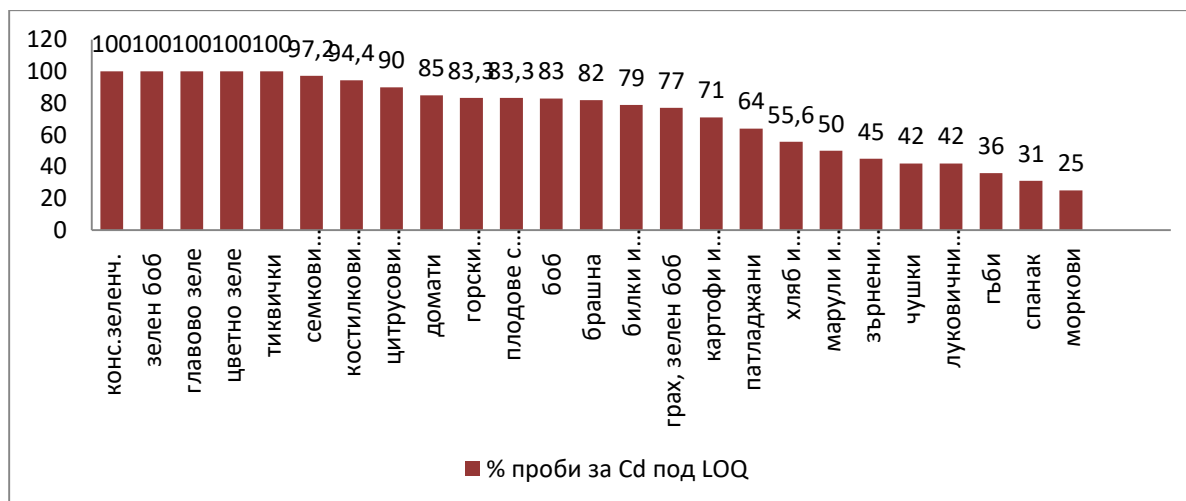
От изследваните 11 категории храни, наднормени концентрации на кадмий са установени в единични проби от 4 категории храни: Месо и месни продукти (включително карантии), Риба и други морски дарове; Плодове и плодови продукти и в Зеленчуци и зеленчукови продукти. В Риба и други морски дарове се констатираха нестандартни единични проби и в същото време ниски стойности на съдържание на олово. Само при 3 категории храни: Месо и месни продукти (включително карантии), Плодове и плодови продукти и Зеленчуци и зеленчукови продукти се докладва най-високо съдържание на кадмий и на олово. При изследваните продукти от животински произход се констатира най-високо съдържание на кадмий в месо от коне, а при

пробите от растителен произход се доказва най-високо съдържание на кадмий в ябълки. Стойности над МДК в единични проби са констатирани в месо от коне, диво прасе и риба, в някои листни, луковични, плодни зеленчуци и гъби.

Извършеният анализ показва по-голям брой проби с наднормени концентрации на кадмий при категориите храни от растителен произход в сравнение с тези от животински произход.

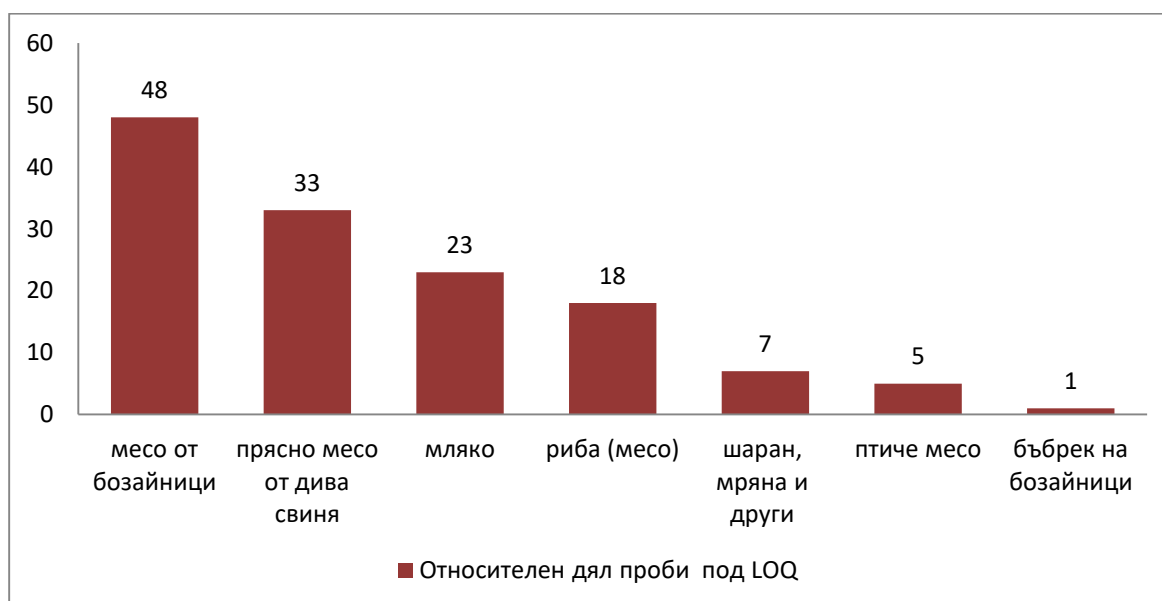
Нашите резултати потвърдиха данните от проучвания на EFSA за изследваните храни в ЕС, където пробите надвишаващи максимално допустимите количества кадмий в храните от животински произход са: говеждо, овче и козе месо- 0.0090 mg/kg; конско месо: 0.1715 mg/kg; черен дроб говежди, овчи, свински, птичи, конски: 0.1160 mg/kg; бъбреци говеда, овце, свине, птици, коне: 0.2009 mg/kg; черен дроб и бъбрек на дивеч - 0.1760 mg/kg; риба 0.0234 mg/kg; морски дарове 0.2152 mg/kg. При храните от растителен произход в доклада на EFSA се посочват най-високи стойности на съдържание на кадмий в: гъби - 0.2087 mg/kg, целина и спанак [EFSA 2009].

В изследваните проби за съдържание на кадмий, пробите с резултати под LOQ са 51,4 % от всички изследвани за кадмий храни. Пробите с резултати под LOQ се простират в обширни граници и с най-висок относителен дял са 6 категории храни от растителен произход от общо 11-те категории храни, при които резултати под LOQ варират от 55,6 % до 100 % (Фигура 17), а при категориите храни от животински произход са с най - малък относителен дял в диапазона от 1% до 45 % (Фиг. 21). При пробите с резултати под LOQ за олово с най-висок относителен дял също са категориите храни от растителен произход. С най - голям относителен дял проби с резултати под LOQ е категорията храни Плодове и плодови продукти от 90% до 97%, по-нисък относителен дял проби с резултати под LOQ от 25% до 45 % са при проби листни и луковични зеленчуци, гъби и зърнени храни. Относителният дял на пробите с резултати под LOQ при хранителни продукти от растителен произход е показан на Фигура 20.



Фигура 20. Резултати под границата на количествено определяне (LOQ) при проби от храни от растителен произход, изследвани за кадмий

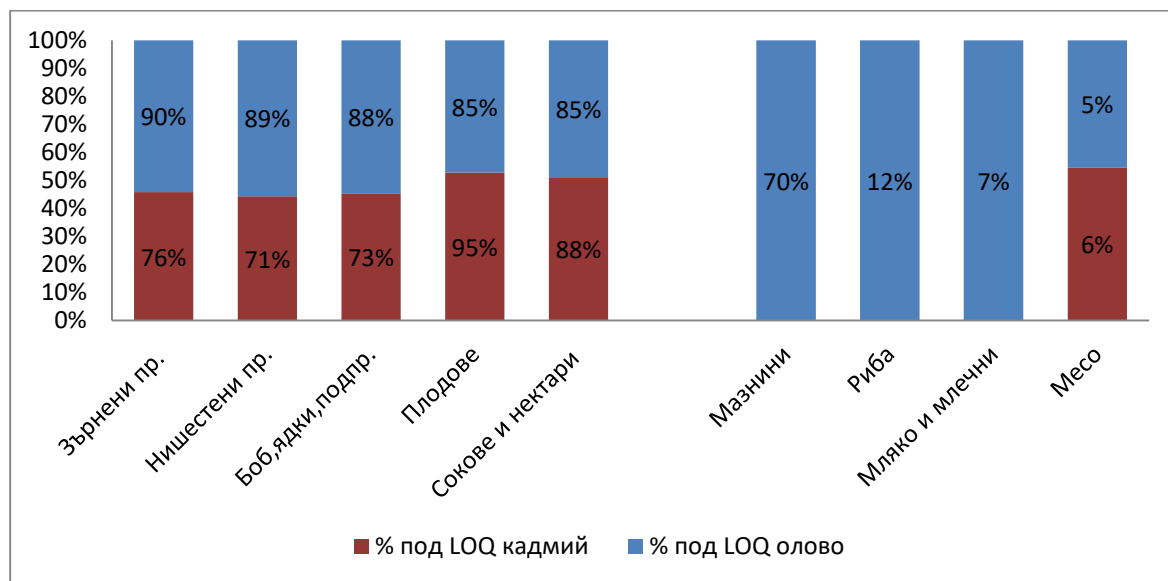
Всички проби тиквички, преработени или консервирани зеленчуци, бобови и листно-стъблените зеленчуци са с установени резултат под границата на количествено определяне (LOQ).



Фигура 21. Проби от храни от животински произход, изследвани за съдържание на кадмий, с резултати под границата на количествено определяне (LOQ) (в %)

Относителният дял на пробите с резултати под LOQ при хранителните продукти от растителен произход е много по - висок от този при храните от животински произход. Пробите с резултати под LOQ са почти с еднаква относителна стойност при двата метала, с лек превес на съдържанието на олово при храните от

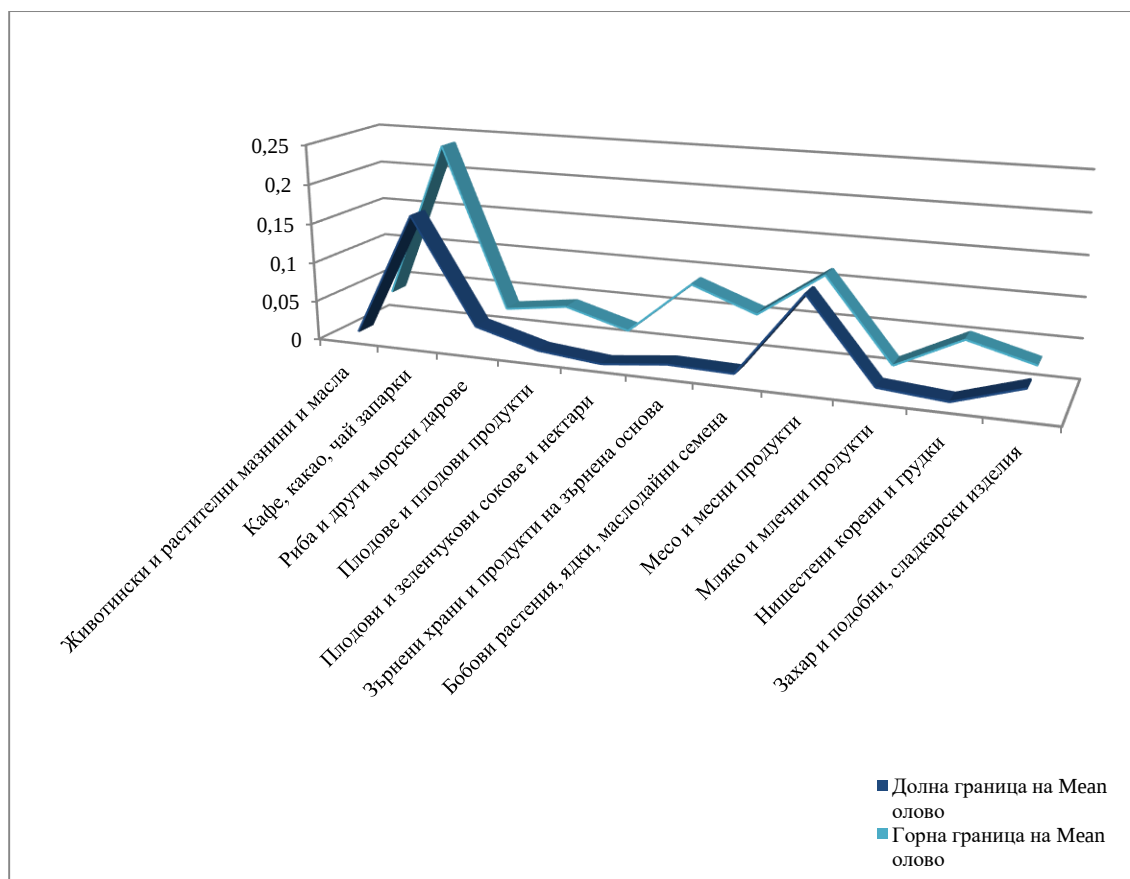
растителен произход. При мазнините 2/3 от пробите за олово са с резултати под LOQ, докато при Риба и други морски дарове и Мляко и млечни продукти са съответно 7-12%- при тези две категории за съдържанието на кадмий няма проби с резултати под LOQ. При месото относителният дял и за двата метала е в рамките на 5-6%. В моето проучване няма проби за кадмий за мазнини. Обобщената информация за измерено съдържание на олово и кадмий под LOQ в изследваните категории храни е показан на Фигура 22.



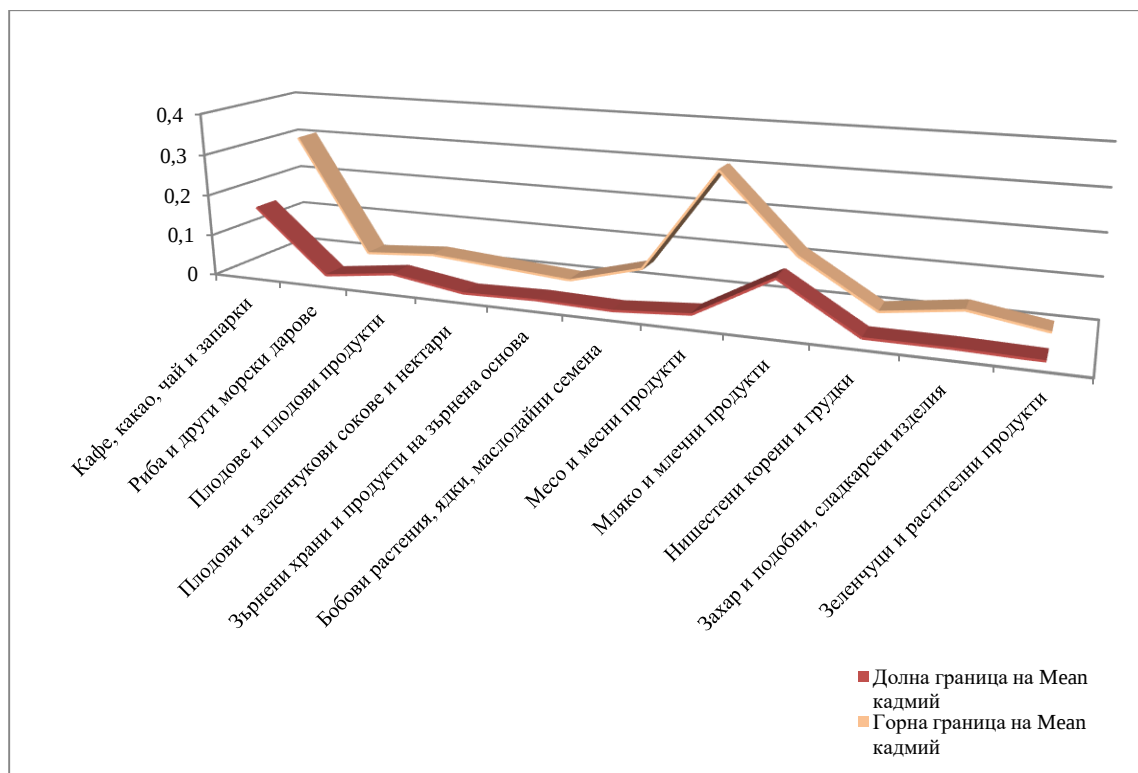
Фигура 22. Проби, изследвани за съдържание на олово и кадмий с резултати под границата на количествено определяне (LOQ) по категории храни (в %)

Над половината от лабораторните резултати на изследваните проби храни за съдържание на олово и кадмий са докладвани като „не се установява“, т.е. със стойности под границата на количествено определяне (LOQ) на метода. Полученото разпределение на стойностите е цензурирано в ляво и третирах лявоцензурираните данни като използвах метода на заместване, което позволи да ги използвам в оценките на експозицията. Третирането на лявоцензурираните данни направих в съответствие с препоръките, дадени на семинар на WHO GEMS/Food-EURO през 1995 г. [European Union. 1995; EFSA, Scientific report of EFSA 2010; Management of left-censored data in dietary exposure assessment of chemical substances, 2010]. Тези качествени резултати комбинирах по методика, описана в Материали и методи, с количествени (числови) данни, тъй като надеждната оценка на аналитичните резултати от измерванията на олово и кадмий в храните е предпоставка за реалистична оценка на хранителната експозиция на тези замърсители в храните. Третирането на лявоцензурираните данни извърших, чрез заместване на стойностите на резултатите под LOQ, които се отчитат

като „не е количествено определено“ (NQ). Изчисляването на използваните концентрации на олово и кадмий за определяне на хранителната експозиция извърших, като взех предвид и пробите с резултати под границата на количествено определяне (LOQ). Приложих подхода за долна (LB) и горна (UB) граници на концентрациите на олово и кадмий. Този подход се препоръчва от WHO GEMS/Food-EURO и се прилага ако повече от 60 % от пробите са с резултатите под LOQ. Работата с цензурирани от ляво данни беше сериозно предизвикателство. При извършената обработка на лабораторните данни с неоткрити или количествено неопределени резултати, труден етап беше статистическият анализ на голямото количество данни за концентрации на олово и кадмий под границата на количествено определяне. Приетите два сценария за долна граница (lower bound) и горна граница (upper bound) на концентрация на олово и кадмий по категории храни, определени съгласно посочената методиката са илюстрирани на Фигура 23 и Фигура 24.



Фигура 23. Съдържание на олово по категории храни -Долна (LB) и горна UB) граница на средната концентрация на олово () (в mg/kg мокро тегло)



Фигура 24. Съдържание на кадмий, по категории храни -долна (LB) и горна (UB) граница на средната концентрация на кадмий (в mg/kg мокро тегло)

За олово и кадмий, значителен брой от долнограничните и горнограничните стойности за концентрация са в границите на нормативно установените максимално допустими количества.

Въз основа на получените данни следващият етап от проучването ни включваше изчисляване на хранителната експозиция и оценка на риска за здравето изследваната популация, свързан с приема на тези замърсители .

Анализът на всички възможни подходи за оценка на хранителната експозиция даде възможност да се определим подхода, който използвах в по-нататъшната работа. Приложих детерминистичен подход с изчисляване на хранителните експозиции на индивидуално ниво за всеки участник с използване на данните за индивидуалната консумация на хранителни продукти, включени в ежедневното (седмично) хранене на изследваните лица от популацията.

Използвах Хранителен дневник – Приложение 1, предназначен да ни предостави подробна информация за всички храни, консумирани от респондента за един делничен ден и един почивен ден - от полунощ до полунощ. С хранителния дневник чрез активно интервю събрах подробна информация за всички консумирани

храни, технологичната обработка на храната, количеството на всяка конкретно консумирана храна. Предимството на този подход е, че позволява да се идентифицират респондентите, при които вероятният прием на изследваните замърсители с храната може бъде висок. Методологичният подход дава възможност да се определи приема на замърсители в цялата популация въз основа на разпределението на изчислените индивидуални хранителни експозиции, а именно средната, медианата и P95 на експозицията за изследваната група като цяло. В резултат на това е възможно да се класират хранителните продукти според нивото на приноса им към общата хранителна експозиция и да се идентифицират основните групи продукти, които са съществени източници на олово и кадмий.

Определянето и оценката на хранителния прием на олово и кадмий извърших сред млади хора от град Плевен на възраст 19-30 години. Известно е обаче, че консумацията на храна в различните периоди на годината може да се различава, поради което оценката на храненето е направено за периода юни-септември на 2022 година.

Този подход обаче има някои ограничения, свързани с невъзможността ясно да се дефинира точно „ядливата“ част на даден продукт (плодове, зеленчуци, риба и т.н.) както и да се вземе предвид загубата на замърсителя по време на кулинарната и технологична обработка на консумираните храни. Следователно, при прилагането на този подход, в повечето случаи, очевидно, може да се наблюдава надценяване на действителната хранителна експозиция.

Хранителната експозиция на респондентите зависи не само от концентрациите на олово и кадмий в изследваните храни, но и от модела на хранене.

За оценката на хроничната хранителна експозиция на тежките метали олово и кадмий, взех предвид:

- концентрациите на олово и кадмий в храните, съгласно предоставените лабораторни резултати;
- средното количество на консумираната храна на ден;

Така изчисленият прием на замърсителя с храните (т.е. приетата доза на олово и кадмий) се сравнява със съответната токсикологична референтна стойност за кадмий - TWI, а за оловото се изчисли границата на експозиция (MOE) да се характеризира на потенциалния риск за здравето на хората.

Количеството на приетите с храната тежки метали зависи в голяма степен от честотата на консумация на категориите храни, които ги съдържат, както и от размера на консумираната порция.

Някои от хранителните продукти, които съдържат наднормени концентрации на олово и кадмий не са консумирани или са рядко консумирани от изследваните лица в моето проучване – като дивечово и конско месо. Според доклад на EFSA консумираната храна от европейското население не включва напр. маслодайни семена и карантии [Scientific opinion, Cadmium in food, 2009]. Следователно тези храни не се приемат като значими за хранителната експозиция. Други хранителни продукти с установена висока консумация при проучването, могат да допринесат значително за общата експозиция на олово и кадмий с храната, дори ако кадмият и оловото се съдържат в тях в ниски нива на концентрации. Поради това, в своето проучване анализирах данните за количеството консумирана храна за всички категории храни, и търсих високите консуматори, които биха могли да имат по-висок прием на олово и кадмий поради модела им на хранене.

Кратката база данни на EFSA за европейската консумация на храни [EFSA, 2008] предоставя моделите на хранене на възрастното население в Европа и вкл.16 държави. На Таблица 22 са представени средната консумация на храна (g/ден) за Белгия и България, представени в доклада [Scientific opinion, Cadmium in food, 2009].

Анализа на данните за консумираното количество храна в проучването ни (Фиг. 25) показват, че категорията Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури е най - консумирана (265.9 гр) от изследваната популация, следвана от Зеленчуци и зеленчукови продукти и Плодове и плодови продукти, и Мляко и млечни продукти.

Таблица 22. Средна консумация (g/ден) на изследваната популация, в Белгия и България според базата данни на EFSA за 2008 г.

Категории храни	Количество консумирана храна (гр.) Белгия	Количество консумирана храна (гр.) България	Количество консумирана храна (гр.) изследвана популация
Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури	245	257	265.9
Захар и захарни продукти	31	40	5.23
Зеленчуци, ядки и варива	230	210	
Зеленчуци и зеленчукови продукти	-	-	214.9
Бобови растения, маслодайни семена, ядки и подправки	-	-	
- бобови растения			12.0
- ядки			8.1
- подправки			2.0
Нишестени корени или картофи	95	83	97,6
Плодове и плодови продукти	113	70	169,5
Плодови и зеленчукови сокове, напитки и бутилирана вода	945	207	-
Плодови и зеленчукови сокове и нектари (вкл. концентрати)	-	-	73,5
Кафе, чай, какао (изразено като течност)	432	120	3 (изразено като продукт)
Месо и месни продукти, карантии	123	114	190
Риба и морски дарове	25	40	28.4
Мляко и млечни продукти	203	169	155.6



Фигура 25. Консумирани категории храни от изследваната популация

Оценка на експозицията (Exposure Assessment) според ръководството с процедури на Комисията Кодекс Алиментариус е качествена и/или количествена оценка на вероятния прием (експозиция) на химично вещество чрез храните [Codex Alimentarius Commission Procedural Manual 2007]. За да се определи хранителната експозиция на химичен замърсител, трябва да се определи съдържанието му (в mg/kg) в даден хранителен продукт и какво количество от този хранителен продукт се консумира средно на ден. Консумацията определя експозицията, а концентрацията определя степента на риска

За изчисляване на хроничната хранителна експозиция на олово и кадмий са обработени общо 1860 аналитични резултати. За изчисляване на хранителна експозиция на олово са обработени 1258 хранителни продукта, а за оценката на хранителна експозиция на кадмий - 1220 хранителни продукта.

Както посочих експозицията на кадмий и олово с храната включва обективната оценка на основните променливи: съдържанието на кадмий и олово в храните, количеството на консумираната от респондентите храна но и телесното тегло на изследваните лица. За оценка на реалните нива на прием на тежки метали с храната и по-нататъшна оценка на риска, използвах методологичен подход описан в Материали и методи. Оценявайки използвания метод, трябва да се отбележи, че неговото безспорно предимство е възможността за изчисляване на индивидуалните стойности на експозиция и определяне на рисковите категории храни с принос за хранителната експозиция - Приложение 4 и Приложение 5. В същото време ограничение при използването на този подход е сложността на оценката на индивидуалната хранителна експозиция. В своето изследване спазих всичките тези условия. В тази връзка оценката на вероятните нива на прием на олово и кадмий с храната извърших като взех предвид комбинациите от статистическите параметри на концентрациите на тежките метали в храната и консумацията на хранителните продукти. Този подход позволява да се класират тежките метали и хранителните продукти според техния принос към общата стойност на хранителната експозиция. Предложеният подход е свързан с изчисляването на хранителната експозиция на основа на средни концентрации, базирани на сценариите на долната (LB) и горна (UB) граница за концентрация на олово и кадмий в храните (mg/kg) и средната консумация на хранителни продукти.

Дневна хранителна експозиция на олово

Средната хранителна експозиция на олово в моето проучване е в границите от 0,024 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден (LB) до 0,052 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден (UB), медианата е между 0,02 (LB) и 0,021 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден (UB), и P 95 е между 0,050 (LB) и 0,095 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден (UB). Според EFSA хранителната експозиция на олово на европейското население варира за средната стойност между 0,40 и 0,59 $\mu\text{g/kg}$ телесно тегло на ден; с медиана от 0,50 $\mu\text{g/kg}$ телесно тегло на ден и P95 в диапазона между 0,65 и 0,99 $\mu\text{g/kg}$ телесно тегло на ден. Следователно средната стойност, медианата и P95 на хранителната експозиция на олово на изследваната от нас популация са много по-ниска от тези, установени за европейското население. Максималната горна граница на P 95 на експозицията на олово с храната при възрастни в проучването на европейското население е оценена на 1,16 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден [EFSA Scientific report, 2012] - следователно максималната изчислена хронична експозиция за олово 0,095 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден (UB) на изследваната популация е много по-ниска от установеният прием на олово на европейското население.

Резултатите от хронична експозиция показват разлика между половете. Потенциалната дневна хранителна експозиция на олово при жените е в по-широки граници от хранителна експозиция на мъжете. Средна хронична експозиция за мъжете е от 0.011 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден до 0.02 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден, а за жените около 0.018 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден до 0.049 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден.

Хранителна експозиция на кадмий

Средната хранителна експозиция на кадмий в моето проучване е в границите от 0,21 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица (LB) до 0,38 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица (UB), медианата е между 0,2 (LB) и 0,32 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица (UB), 95 персентил е между 0,41 (LB) и 0,73 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица (UB). При направеното проучване за хранителната експозиция на кадмий на европейското население, средната стойност на експозиция на кадмий варира между 1,50 и 2,23 $\mu\text{g/kg}$ телесно тегло на седмица, което е в рамките на TWI от 2,5 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица, определен от EFSA. Тези данни, сравнени с резултатите от своето изследване, показват, че хранителната експозиция на кадмий на респондентите е със значително по-ниски нива от хранителната експозиция на кадмий на европейското население [EFSA Journal, 2012] - средната стойност на седмичната хранителна експозиция на кадмий на изследваната популация е между 7 и 6 пъти по-ниска от тази на европейското население. Максималната изчислена хронична експозиция за кадмий

е между 0,41(LB) и 0,733 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица (UB) е между 6 и 7 пъти по-ниски от установеният прием на кадмий в проучване на хранителната експозиция на кадмий в европейското население за Р 95 на хроничната експозиция, където варира от 2,47 до 4,81 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица [EFSA Scientific report, 2012].

Резултатите от хроничната седмична експозиция на кадмий също показват разлика между половете. Седмичната хранителна експозиция на кадмий при жените също е в по-широки граници за средна стойност от хранителна експозиция на мъжете (което се установи и при дневната хранителна експозиция на олово, което може да съответства с по-големите различия в телесния статус на изследваните жени и мъже.

Принос на основните групи храни към хранителния прием (експозиция) на олово и кадмий:

В настоящото проучване се направи анализ на основните хранителни източници на олово и кадмий за изследваната група .

Приносът на групите храни към хранителния прием на олово и кадмий изисква да се изчисли съдържанието на тежкия метал (в $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден или $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица), прието чрез консумацията на храни.

Преди да се изчисли хранителната експозиция на разглежданите тежки метали, отделните анализирани хранителни продукти се групираха в основни категории храни, съгласно класификационната система FoodEx 2 на Европейския орган по безопасност на храните, за да се покаже техния принос към общата експозиция на олово и кадмий [EFSA, FoodEx, 2011]. Изчислена е средната дневна експозиция за всяка категория, с цел да се изчисли приносът (в %) на всяка една от тях към общата експозиция на олово и кадмий.

Средната дневна експозиция на олово и кадмий от всяка категория храни е изчислена чрез умножаване на средната концентрация на олово и кадмий за категорията храни и данните за средната консумация на съответната категория храни от изследваната популация, след което се разделя на приетото средно телесно тегло от 70 kg.

Общата средна дневна хранителна експозиция на олово ($\mu\text{g/kg}$ т.т./ден) е получена чрез сумиране на изчислените средни дневни експозиции за всяка категория храни.

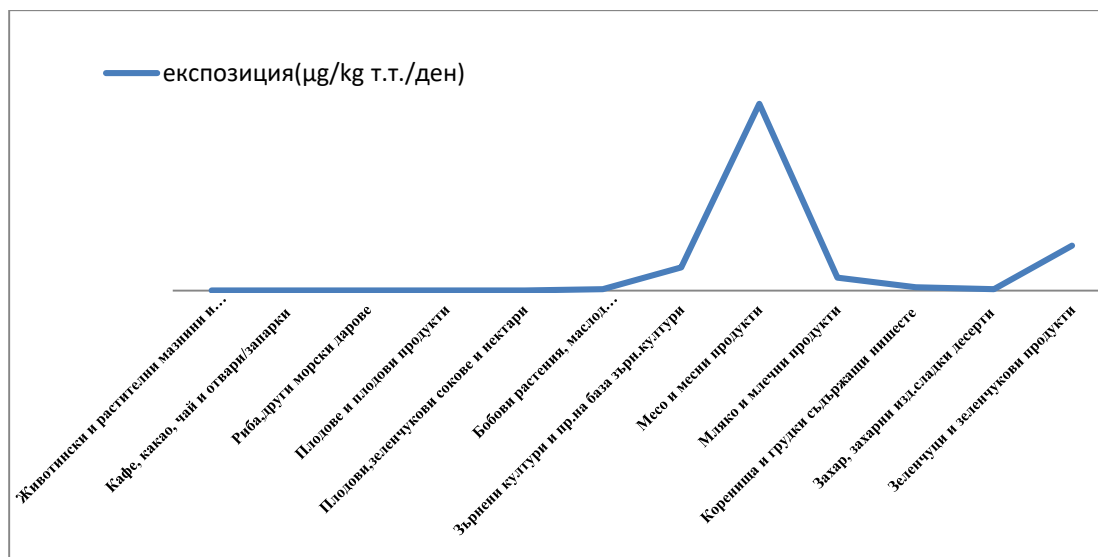
Общата средната седмична хранителна експозиция на кадмий ($\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица) е получена чрез сумиране на средните дневни експозиции от всички храни, след което е умножена по седем.

Тези хранителни експозиции са изчислени въз основа на прието средно телесно тегло от 70 kg на участниците в настоящото проучване.

За да се установи приносът на отделните групи храни за приема на олово и кадмий са използвани хранителни експозиции, изчислени при сценария на долната (LB) граница за концентрация на разглежданите тежки метали, с оглед да се намали ефектът на лявоцензурираните данни от лабораторните резултати.

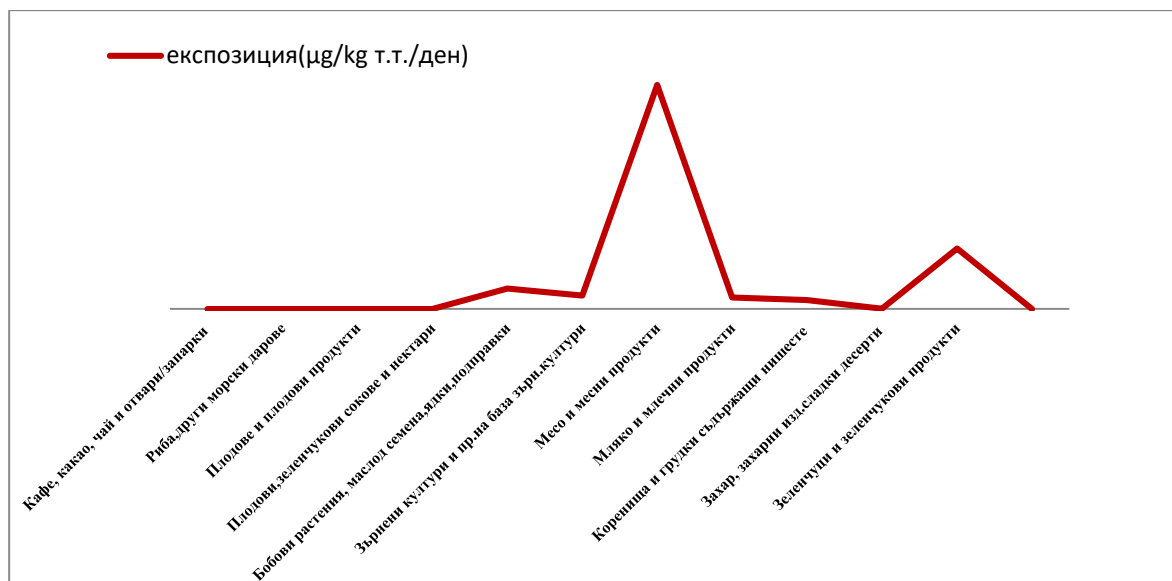
Също така, за изчисляване на средните стойности за консумация (g/ден) на категориите храни са използвани данните за консумация на храни на всеки участник в настоящото проучване.

Категориите храни, с основен принос за експозицията на олово в храната в настоящето проучване са: Месо и месни продукти (включително карантии) има най-голям относителен принос към общата хранителна експозиция на олово (59%), следвана от категориите: Зеленчуци и зеленчукови продукти (15,2 %); Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури“ (3.6%). Най-ниско ниво на прием на олово е това с Животински и растителни мазнини или масла и техни първични производни и Плодови и зеленчукови сокове и нектари (вкл. концентрати) (0.19%) (Фиг. 26). Нашите резултати се различават от проведеното проучване на експозицията на олово в храната в европейското население [EFSA Scientific report, 2012], където се подчертават Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури (16,1 %), мляко и млечни продукти (10,4 %), безалкохолни напитки (10,2 %) и зеленчуци и зеленчукови продукти (8,4 %) като основен фактор за експозицията на олово чрез храната. В становището на EFSA от 2010 г. се посочва че, излагането на олово чрез консумацията на храни в Европа е по-малко и нивата на олово в храните намаляват. От друга страна, няма праг за потенциалната токсичност на оловото върху здравето.



Фигура 26. Категориите храни с принос за експозицията на олово

Най-ниско ниво на прием на кадмий с храната (% от) е от категорията Риба и морски дарове, (1,2 %), а най-високото (съответно 61.5%) от Месо и месни продукти (Фиг. 27). Най-високото ниво на прием на олово с храната също е от категорията Месо и месни продукти. Проучване на хранителната експозиция на кадмий в европейското население [EFSA Scientific report, 2012] подчертава основните категория храни - Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури (26,9 %); зеленчуци и зеленчукови продукти (16,0 %) и Коренища и грудки с високо съдържание на нишесте и продукти от тях, растения за производство на захар (13,2 %) като основен фактор за експозицията на кадмий в храната, което не потвърждава нашите резултати за категорията Месо и месни продукти (включително карантии) като основен фактор за експозицията на олово и кадмий в храната на изследваната от нас популация.



Фигура 27. Категориите храни с принос за експозицията на кадмий

Характеризирането на риска е четвъртият етап от оценката на риска, в който обобщените данни от предните три етапа - идентификация на опасността, характеристика на опасността и оценка на експозицията служат за консолидирана оценка на нежеланите резултати, които могат да възникнат [Богоева И., и др. 2017]. Характеристиката на риска дава оценка за възможния риск, същността му и значимостта на риска за здравето. [Dorne J.L.C.M., et al., 2013].

Характеристиката на риска от настъпване на неблагоприятните здравни ефекти на олово и кадмий, приемани с храната е количествена оценка за вероятността за поява на увреждане на здравето на изследваната популация, свързани с идентифицирането на опасностите и оценката на хранителната експозиция.

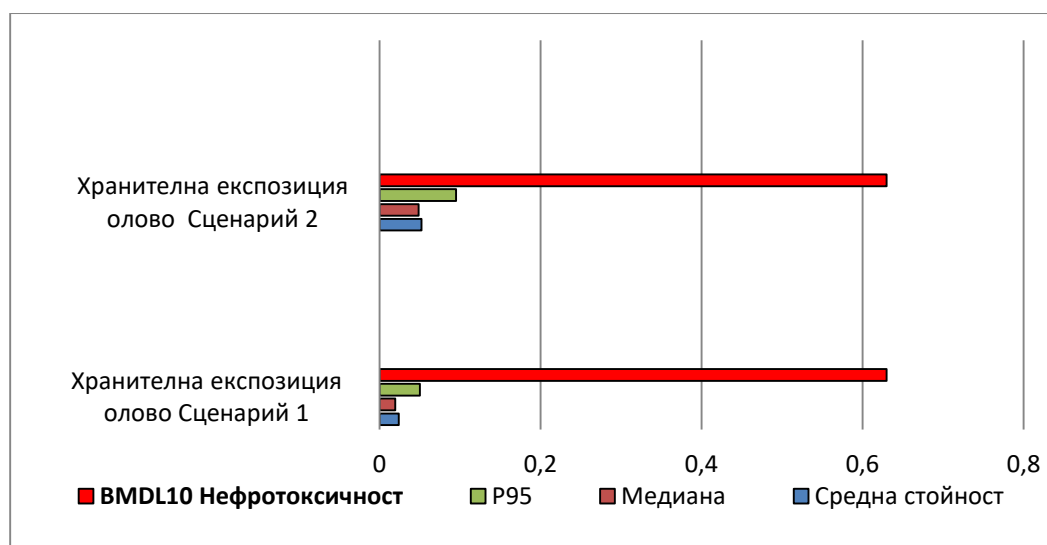
За оценка на потенциалния здравен риск, в резултат на експозицията на олово с храните изчислих граница на експозиция (MOE), която представлява съотношение между BMDL (долна граница с 95% доверителност на бенчмарк дозата, в µg/kg т.т./ден) и определените от EFSA и изчислените хронични хранителни експозиции (в µg/kg т.т./ден) на изследваната популация за сценариите LB и UB, за да преценим степента на безпокойство за здравето на изследваната група млади хора.

Средната стойност на хранителната експозиция на олово при изследваната група, изчислена на база на приетите два сценария за долна граница (lower bound) и горна граница (upper bound) на концентрация на олово в храните, Медианата на хроничната хранителна експозиция на олово и 95 персентил (P95) на хранителната

експозиция за високите консуматори са по-ниски от установените от Европейския орган по безопасност на храните стойности за $BMDL_{0,1}$ от $1,5 \mu\text{g}$ олово/kg т.т./ден във връзка с въздействието върху систоличното кръвно налягане и $BMDL_{10}$ от $0,63 \mu\text{g}$ олово/kg т.т./ден във връзка с поява на хронични бъбречни заболявания.

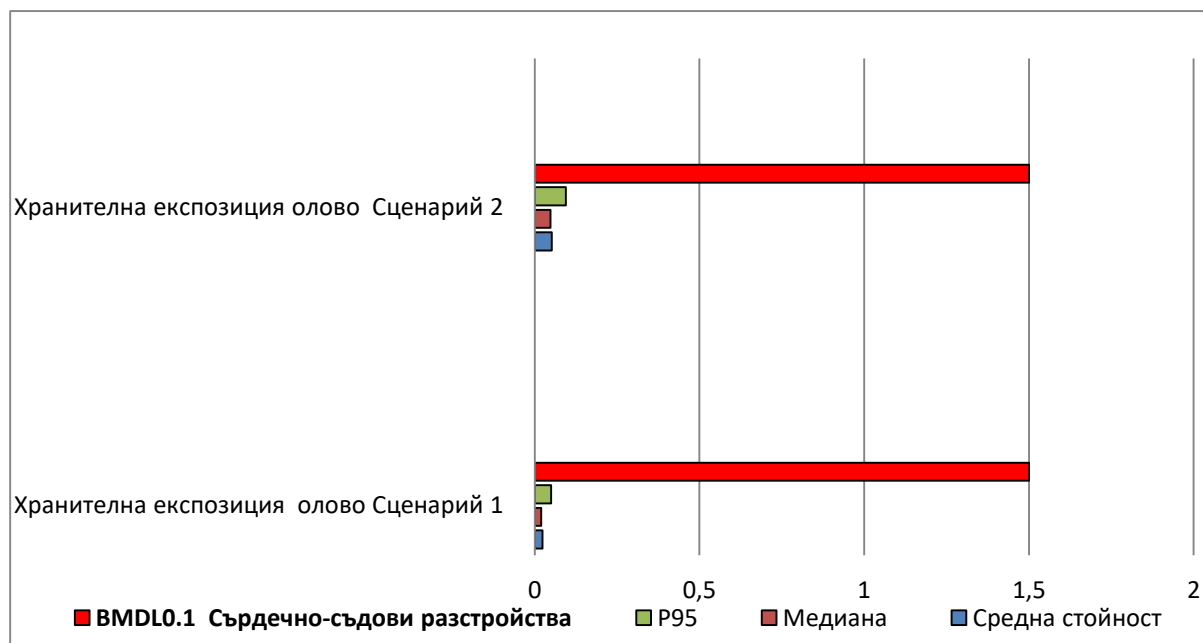
Средните стойности на изчислена хронична експозиция на олово са между 26 и 12 пъти съответно по-ниски от стойността на $BMDL_{10}$ и съответно 28 пъти по-ниски от стойността $BMDL_{0,1}$. При изследваната група медианата на хранителната експозиция е по-ниска от изчислената средна стойност на хранителната експозиция на олово, което установих и при изчислената средна стойност на хранителната експозиция на кадмий. При 95 персентил (P95) на хранителната експозиция за високите консуматори при изследваната ни популация максималната изчислена хронична експозиция за сценарий UB е около 6,6 пъти по-ниска от стойността на $BMDL_{10}$ за ефекти върху бъбречната функция и около 16 пъти по-ниска от стойността на $BMDL_{0,1}$ за ефекти върху систоличното кръвно налягане [EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Lead in Food, 2010]. При 95-ия персентил на хранителната експозиция за високите консуматори при изследваната ни популация, максималната изчислена хронична хранителна експозиция на олово за сценарий LB е 12 пъти по-ниски от стойността на $BMDL_{10}$ и 30 пъти по-ниски от стойността на $BMDL_{0,1}$.

На Фигура 28 е представена изчислената хронична хранителна експозиция на олово при сценарии LB и UB сравнено със стойността на $BMDL_{10}$ за ефекти върху нефротоксичност.



Фигура 28. Хранителна експозиция на олово за сценарии LB и UB и стойност на $BMDL_{10}$ за олово

На Фигура 29 е представена изчислената хронична хранителна експозиция на олово при сценарии LB и UB сравнено със стойността на $BMDL_{0.1}$ за ефекти върху сърдечно-съдови разстройства.



Фигура 29. Хранителна експозиция за сценарии LB и UB и стойността на $BMDL_{0.1}$ за олово

За генотоксичните канцерогени и някои канцерогенни вещества няма установен безопасен прием като TWI и TDI. Поради това, за такива вещества, каквото е и оловото, се изчислява границата на експозицията (MOE) [EFSA, 2009a]. MOE представлява съотношението между BMDL и изчислената хронична хранителна експозиция на олово. Изчисляването на границите на експозиция (MOE) извърших на базата на получените стойности на приема на олово с храната.

В настоящото проучване при изследваната популация:

- Стойността на MOE за ефекти върху систоличното кръвно налягане за експозицията на олово е 62,7 при сценарий LB, което е число по-голямо от 10;
- Стойността на MOE за ефекти върху систоличното кръвно налягане за експозицията на олово е 28,8 при сценарий UB, което е число по-голямо от 10.

Следователно не съществува сериозна опасност за здравето на изследваните лица за ефекти върху систоличното кръвно налягане.

В настоящото проучване при изследваната популация:

- Стойността на MOE за ефекти върху бъбречната функция за експозицията на олово е 26 при сценарий LB, което е число по-голямо от 10;
- Стойността на MOE за ефекти върху бъбречната функция за експозицията на олово е 12 при сценарий UB, което е число по-голямо от 10.

Следователно не съществува сериозна опасност за здравето на изследваните лица за ефекти върху бъбречната функция. Вероятната опасност за здравето на изследваните лица за ефекти върху бъбречната функция е много по – малко вероятна от възможната опасност за здравето на респондентите за ефекти върху систоличното кръвно налягане.

Изчислените стойности на MOE, съгласно подхода на Европейския орган за безопасност на храните, а именно съотношението между BMDL и изчислената хронична хранителна експозиция на олово са равни или > 10 за двата определени от EFSA - BMDL₁₀ и BMDL_{0,1} и показват, че при изчислените хранителни експозиции на олово не съществува опасност за здравето на респондентите

Определянето на вероятността за възникване на неблагоприятен здравен ефект в изследваната популация като резултат на хранителната експозиция на кадмий е крайната стъпка за характеризиране на риска. За оценка на степента на потенциалния здравен риск, произлизащ от този прием, сравних определеният от EFSA поносим седмичен прием (TWI) за кадмий от 2.5 5 µg/kg т.т./седмица и изчислената хронична хранителна експозиция на кадмий за изследваната популация, за да се направи заключение относно риска за здравето им. Отнасянето на експозицията към TWI се изразява в проценти от TWI и показва при дадената експозиция дали TWI се надвишава и дали има, и в каква степен риск за човешкото здраве [Dorne J.L.C.M., et al., 2013].

С цел да се прецени степента на потенциалния риск за здравето на изследваните лица, сравних хранителна експозиция на кадмий при сценарии LB и UB на изследваните лица с поносимия седмичен прием за кадмий.

Хранителната експозиция на кадмий при изследваната група, изчислена на база на приетите два сценария за долна граница (lower bound) и горна граница (upper bound) на концентрация на кадмий в храните, като средна стойност, медиана на

хроничната експозиция и 95-тия персентил на хранителната експозиция за високите консуматори не превишават установената от Европейския орган по безопасност на храните токсикологична референтна стойност от 2.5 μg кадмий/kg т.т./седмица, наречена поносим седмичен прием.

В настоящето проучване Средните стойности на хранителната експозиция на кадмий са:

- 0,21 μg / kg телесното тегло/седмица при сценарий LB;
- 0,38 μg / kg телесното тегло/седмица при сценарий UB.

Средните стойности на изчислените хронични хранителни експозиции са съответно между 6,7 и 11 пъти по-ниски от поносимия седмичен прием от 2,5 $\mu\text{g/kg}$ телесното тегло/седмица. В настоящото изследване медианата на хроничната хранителна експозиция е по-ниска от изчислената средна стойност на хроничната хранителна експозиция за кадмий.

Медианата на хроничната хранителна експозиция е:

- 0,2 μg / kg телесното тегло/седмица при сценарий LB;
- 0,32 μg / kg телесното тегло/седмица при сценарий UB.

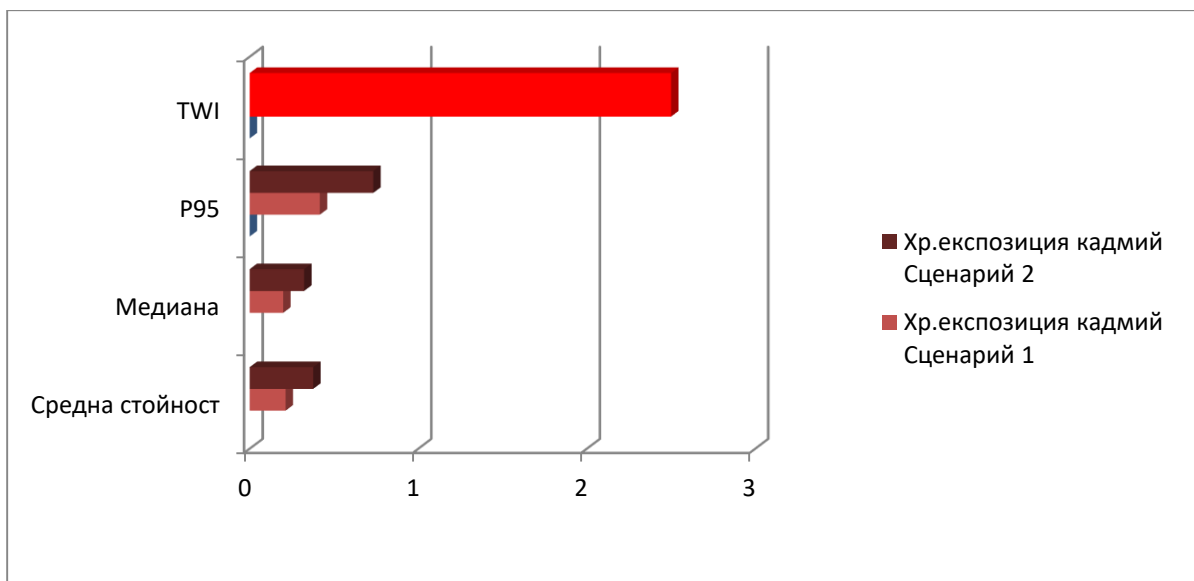
Това са между 12,5 и 8 пъти съответно по-ниски от поносимия седмичен прием.

Хроничната хранителна експозиция на кадмий при 95 персентил за високите консуматори е:

- 0,41 μg / kg телесното тегло/седмица при сценарий LB;
- 0,73 μg / kg телесното тегло/седмица при сценарий UB.

Това представлява от 5 пъти до 3 пъти съответно по-ниски от поносимия седмичен прием.

На Фигура 30 е представена изчислена хронична хранителна експозиция на кадмий при сценарии LB и UB сравнено с поносимия седмичен прием (TWI).



Фигура 30. Хронична хранителна експозиция на кадмий при сценарии LB и UB, сравнени с поносимия седмичен прием (TWI)

В настоящото проучване при изследваната популация:

- средната стойност на изчислена хронична хранителна експозиция за кадмий е между 8,4% и 15% от TWI;
- медианата на хроничната експозиция е по-ниска от изчислената средна стойност на хранителната експозиция за кадмий и е между 7,8% и 12,9% от TWI;
- хранителна експозиция за кадмий при 95 персентил за високите консуматори е между 16,5% и 15% от TWI.

При изчислените стойности на хранителна експозиция на кадмий при сценарии LB и UB при изследваната група не могат да се очакват нежелани здравни ефекти.

Предложените от нас препоръки за намаляване на хранителния прием на олово и кадмий са свързани с информираност и обучение на потребителите за по-честа консумация на здравословни и безопасни храни, насърчаване на биологичното земеделие, подпомагане на производителите от техните професионални асоциации и сдружения, по отношение на техните отговорности за превантивен контрол за минимизиране на рисковете до приемливи нива.

VII. ИЗВОДИ

- 1. Не се установява съществено замърсяване с олово и кадмий на изследваните храни, предлагани на българския пазар за периода 2013 – 2020 г., тъй като в значителен брой от изследваните проби храни, стойностите на олово и кадмий са в границите на нормативно установените максимално допустими количества. Следователно третата ни работна хипотеза не се потвърждава;**
- 2. Установени са наднормени концентрации на двата метала в единични проби от категориите храни „Месо и месни продукти (включително карантии), „Зеленчуци и зеленчукови продукти“ (включително гъби) и „Плодове и плодови продукти“.**
- 3. Най-високо съдържание за олово е установено при проби от месо от глиган (15.44 mg/kg) - 154 пъти над МДК; чушки (0,9 mg/kg) – 18 пъти над МДК; пчелен мед (1,06 mg/kg) – 10,6 пъти над МДК; мляко (0,19 mg/kg) – 9,5 пъти над МДК; спанак (2.1 mg/kg) - 7 пъти над МДК; ябълки (0,50 mg/kg) - 5 пъти над МДК; черен дроб (0.30 mg/kg) и бъбрек на бозайници (0.42 mg/kg) - 3 пъти над МДК; черен дроб от домашни птици (0.42 mg/kg) - 4 пъти над МДК; маруля (0.96 mg/kg) - 3 пъти над МДК.**
- 4. Най-високо съдържание за кадмий е докладвано за проби от ябълки (0,44 mg /kg) - 22 пъти над МДК; месо от риба (0.43 mg/kg) и чушки (0,18 mg mg/kg) - 9 пъти над МДК; месо от коне (0.946 mg/kg) и месо от диво прасе (0,25 mg /kg) - 5 пъти над МДК; гъби (0.53 mg/kg) – 3,5 пъти над МДК; спанак (0,45 mg/kg), маруля (0,2 mg/kg) и билки (0,45 mg /kg) - 2 пъти над МДК.**
- 5. Над половината от лабораторните резултати на изследваните проби храни за съдържание на олово (51%) и кадмий (52%) са докладвани като „не се установява“, т.е. със стойности под границата на количествено определяне на метода.**
- 6. Средната стойност на хранителната експозиция на олово при изследваната група, изчислена на база на приетите два сценария за долна граница (lower bound) и горна граница (upper bound) на концентрация на олово в храните, е в границите от 0,024 µg/kg т.т./ден**

до 0,052 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден; медианата на хроничната хранителна експозиция на олово е в границите на 0,02 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден и 0,021 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден и 95-тия персентил на хранителната експозиция за високите консуматори е в рамките на 0,050 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден и 0,095 $\mu\text{g/kg}$ т.т./ден. Тези стойности са по-ниски от установените от Европейския орган по безопасност на храните BMDL01 от 1,5 μg олово/кг т.т./ден във връзка с въздействието върху систоличното кръвно налягане и BMDL10 от 0,63 μg олово/kg т.т./ден във връзка с поява на хронични бъбречни заболявания.

7. Хранителната експозиция на кадмий при изследваната група, изчислена на база на приетите два сценария за долна граница (lower bound) и горна граница (upper bound) на концентрация на кадмий в храните, като средна стойност варира от 0,21 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица до 0,38 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица; медианата на хроничната експозиция е в рамките 0,2-0,32 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица и 95-тия персентил на хранителната експозиция за високите консуматори е в диапазона от 0,41 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица до 0,73 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица. Тези стойности не превишават установената от Европейския орган по безопасност на храните токсикологична референтна стойност от 2.5 $\mu\text{g/kg}$ т.т./седмица като допустим седмичен прием.
8. Хроничната хранителна експозиция на олово и кадмий при жените от изследваната възрастова група 19-30 г. е по-висока в сравнение с тази установена при мъжете. Въз основа на това, те биха могли да бъдат оценени като по-рискова група за хронична експозиция на олово и кадмий от мъжете.
9. Категорията храни „Месо и месни продукти“ има най-голям относителен принос към общата хранителна експозиция на олово (59%) и кадмий (62%) при изследваните лица, следвана от категориите: „Зеленчуци и зеленчукови продукти“ – (15% за олово и 17% за кадмий) и „Плодове и плодови продукти“ (2% за олово и 4% за кадмий), и Зърнени култури и продуктите на база зърнени култури (8% за олово и 4% за кадмий). Значителният принос на месото и месните продукти към хроничната хранителна експозиция на олово и

кадмий се дължи на голямата им средно дневна консумация при изследваната група.

10. Здравният риск, свързан с хранителната експозиция на олово за изследваната група, е оценен с прилагането на подхода за границата на експозиция (MOE). Изчислените стойности на MOE за средната хранителна експозиция, както и за медианата и 95-тия персентил на хранителната експозиция, са по-високи от 10. Поради това, рискът за здравето, свързан с приема на олово с храните, е нисък за изследваната група
11. Хроничната хранителна експозиция на кадмий не надвишава установения поносим седмичен прием от 2.5 µg кадмий/kg т.т./седмица, поради което не се очаква появата на неблагоприятни здравни ефекти за изследваната популация.

VIII. ЗАКЛЮЧЕНИЯ И ПРЕПОРЪКИ

1. ЗАКЛЮЧЕНИЯ

1. Олово и кадмий са приоритетна група замърсители, които не само се съдържат в околната среда в резултат на естествени емисии, но са свързани и с човешката дейност. Проучването ни показва общо ниско ниво на замърсяване на изследваните храни, предлагани на българския пазар с олово и кадмий, в сравнение с нормативно установените максимално допустими количества (МДК) и потвърждава нашата първа хипотеза. Това води до извода, че има ниско хронично излагане на олово и кадмий чрез консумация на храни..

Анализирах съдържанието на двата тежки метала в категории храни, включващи хранителни продукти, чиято консумация може да има определен принос към общия хранителен прием на тези тежки метали. Проучих съдържанието на олово в 12 категории храни и съдържанието на кадмий в 11 категории храни. Въз основа на статистическия анализ на получените резултати се оправда подхода за обективизиране на резултатите за съдържанието на тежки метали в храната, който се състоеше в оценка на минималната и максимална стойност на концентрациите им, които по-обективно характеризират изследваните проби храни. Извърших сравнение на аналитичните резултати с нормативно установените максимално допустими количества за олово и кадмий. Въз основа на анализа на резултатите, който включва база данни с 3508 броя проби за съдържание на олово и 2979 броя проби за съдържание на кадмий, отчетени са наднормени концентрации на двата метала в единични проби хранителни продукти :

- олово в месо от глиган 154,4 пъти над МДК, олово в пчелен мед 10,6 пъти над МДК, олово в ябълки 4,9 пъти над МДК и олово в спанак 7 пъти над МДК;
- кадмий в съомга 8,7 пъти над МДК, кадмий в месо от коне 5 пъти над МДК, кадмий в гъба кладница 3,5 над МДК, кадмий в ябълки 22 пъти над МДК.

Установените повишени нива на олово в ябълки и в месо на бозайници (диво прасе - глиган и коне) изискват извършване на задълбочено проучване за откриване на причините и възможните източници на това замърсяване. Значителното увеличаване на оловото в месо от глиган, сравнено с това в месо от коне, говори за замърсяване и по време на лов, свързано с използваните оловни патрони. Изследваните респонденти не са консумирали в изследвания период месо от глиган и от коне.

В настоящото проучване хранителните ползи изглежда надвишават потенциалните рискове, произтичащи от съдържанието на олово и кадмий в консумираните храни, тъй като резултатите показват ниска до пренебрежима вероятност от риска за здравето на изследваната популация.

В проучването повече от половината категории храни, изследвани а олово и кадмий, показват относителен дял на пробите с резултати под границата на количествено определяне (LOQ) от над 60% проби

Относителният дял на пробите с резултати под LOQ за олово и кадмий е много по - висок при изследваните храни от растителен произход от този при храните от животински произход.

2. Предложих интегриран вероятностен подход, който даде възможност да се обоснове хранителната експозиция на олово и кадмий по отношение на възможния риск, както и да се предвидят възможните долни и горни граници на хранителната експозиция.

Използваната от нас схема е наистина работещ инструмент, който позволява получаване на сравними данни на различните нива на замърсяване на храните и хранителните навици на популацията.

Въз основа на данните за консумацията от респондентите на основните категории храни и хранителни продукти за първи път бяха определени нивата на прием на олово и кадмий с храната на млада популация от град Плевен при двата сценария на хранителна експозиция.

- Резултатите на хранителната експозиция на олово при изследваната група, изчислена на база на приетите два сценария за долна граница (lower bound) и горна граница (upper bound) на концентрация на олово в храните, при високите консуматори демонстрираха:
 - 12 пъти по-ниски стойности от $BMDL_{10}$ и 30 пъти по-ниски от $BMDL_{0.1}$ при долна граница LB
 - 6,6 пъти по-ниски от $BMDL_{10}$ и 16 пъти по-ниски от $BMDL_{0.1}$ при горна граница UB.
- Резултатите на хранителната експозиция на кадмий при изследваната група, изчислена на база на приетите два сценария за долна граница (lower bound)

и горна граница (upper bound) на концентрация на кадмий в храните разкриха, че:

-средните стойности на хроничната хранителна експозиция на кадмий са между 6,7 и 11 пъти по-ниски (съответно при сценарии LB и UB) от поносимия седмичен прием.

- стойностите на хроничната хранителна експозиция на кадмий при високите консуматори са от 5 пъти до 3 пъти (съответно при сценарии LB и UB) по-ниски от поносимия седмичен прием.

Въз основа на получените резултати определих и категориите храни с принос към хроничната хранителна експозиция на двата метала.

- Категории храни с принос към хроничната хранителна експозиция на олово и кадмий:

- Месо и месни продукти;
- Зеленчуци и зеленчукови продукти;
- Плодове и плодови продукти.

Традиционните продукти за масова консумация– хляб, млечни продукти нямат принос за общото натоварване с олово и кадмий. В същото време делът на месо и месни продукти е най-висок и възлиза на 59% принос за общата хранителна експозиция на олово и 61.5% принос за общата хранителна експозиция на кадмий, въпреки ниското съдържанието на кадмий в изследваните месо и месни продукти. За приоритетната категория храна по отношение на нивото на замърсяване с тежки метали Месо и месни продукти това е свързано с високото ниво на консумация.

Така приоритетните категории храни по отношение на нивото на замърсяване с тежки метали не винаги имат съществен принос за експозицията, което е свързано с ниското им ниво на консумация.

3. Оцених несигурността и приложих интегриран вероятностен подход, който даде възможност да класирам тежки метали и хранителни продукти от гледна точка на възможен риск.

Направих оценка на здравния риск по следните показатели:

- Изчислените стойности на граници на експозиция (MOE) за средната хранителна експозиция и 95-ти перцентил на хранителната експозиция на олово за изследваната група, съответно за двата сценария (LB и UB) за концентрация на олово, за двата неблагоприятни здравни ефекта са:

- за ефекти върху систоличното кръвно налягане стойностите на МОЕ са между 62,7 и 28,7;

- за ефекти върху бъбречната функция стойностите на МОЕ са от 26 до 12.

При изследваната група изчислените стойности на граници на експозиция (МОЕ) са по-високи от 10 и следователно рискът за здравето, свързан с приема на олово с храните, е нисък за изследваната популация.

Като се вземе под внимание, че не съществува безопасно ниво на прием на олово, трябва да се минимизира вредното въздействие на хранителната експозиция на олово и да се поддържа възможно най-ниското достижимо ниво на хранителен прием на олово.

- Изчислената хранителна експозиция на кадмий не надвишава установения поносим седмичен прием (TWI) от 2.5 µg/kg т.т./седмица.

- средната стойност на хранителната експозиция на кадмий при горна граница (upper bound) на концентрация на кадмий на изследваната група е - 15% от TWI;

- медианата на хроничната хранителната експозиция за кадмий при горна граница (upper bound) на концентрация на кадмий е 12,9% от TWI

- хранителна експозиция за кадмий при 95 персентил при високите потребители при горна граница (upper bound) на концентрация на кадмий е 15% от TWI,

Поради това, не се очаква появата на неблагоприятни здравни ефекти за респондентите.

Въз основа на данните за действителната консумация на храна, най-голям принос към среднодневния прием с храната имат категориите храни Месо и месни продукти; Зеленчуци и зеленчукови продукти и Плодове и плодови продукти.

Установените стойности за хронични хранителни експозиции на олово и кадмий показват, че вероятността да се развият вредни ефекти при ежедневен прием на олово и кадмий през целия живот е незначителна и експозицията се характеризира като ниска.

В настоящото проучване хранителна експозиция на олово и кадмий при жените е по-висока в сравнение с тази при мъжете.

4. Предложените от нас препоръки за намаляване на хранителния прием на метали са информираниост на потребителите относно препоръките за здравословно хранене и

връзката му с хранителната експозиция на тежки метали; ефективни мерки за контрол на съдържанието на олово в храните понеже последици за здравето има при независимо какво ниво на експозиция на олово; основна цел на производителите и преработвателите на храни да е намаляването на съдържанието на тежки метали в произвежданите от тях продукти до реално постижими ниски нива; улеснен достъп на производителите на храни до лаборатории, които анализират ниските граници на откриване на олово и кадмий в храните.

2. ПРЕПОРЪКИ

Препоръки към Министерство на земеделието

1. Компетентните органи следва да вземат ефективни мерки за постоянен контрол на съдържанието на олово и кадмий в храните, предлагани на българския пазар.
2. Компетентните органи следва да извършват оценка на риска от експозиция с храната на олово и кадмий на различни възрастови групи от населението.
3. Професионалните асоциации и сдружения на производителите на храни следва да подпомагат достъпа на производителите до лаборатории, които имат компетентност за извършване на анализ на ниските граници на откриване на олово и кадмий в храните.

Препоръки към Министерство на здравеопазването

1. Важно значение за степента на излагане на тежки метали има приемът на разнообразни и безопасни храни и във връзка с това могат да се планират дейности за повишаване на нивото на информираност на населението над 19 години по отношение на националните препоръки за здравословно хранене и връзката на здравословно хранене с хранителната експозиция на тежки метали (олово и кадмий).
2. Дирекциите "Обществено здраве" към Регионалните здравни инспекции в рамките на своята здравно образователна дейност, могат да насочат ресурси за повишаване на знанията и изграждане на поведение на децата и учениците към здравословно хранене.

IX. ПРИНОСИ

Приноси с оригинален характер

1. Проведено е комплексно систематично проучване на съдържанието на тежки метали (олово и кадмий) в храните, предлагани на българския пазар, както и оценка на здравния риск от хранителния прием на олово и кадмий при млада популация, чрез прилагане на съвременни методи за анализ, европейски норми и критерии за оценка на здравен риск.
2. Установена е хроничната хранителната експозиция за олово и кадмий при млада българска популация.
3. Определени са приоритетните категории храни, които имат съществен принос за хранителната експозиция на олово и кадмий при млада българска популация.
4. Идентифицирана е липса на значителен риск за здравето на изследваната група, свързан с приема на олово с храните, не се очаква появата на неблагоприятни здравни ефекти за изследваната популация, свързани с приема на кадмий с храните.
5. Проведеното комплексно проучване за съдържание на тежки метали в храни, предлагани на българския пазар, може да бъде научна основа при разработване на стратегии за управление на безопасността на храните.

Приноси с потвърдителен и приложен характер

1. Установени са стойности на олово и кадмий в значителен брой хранителни продукти в границите на нормативно установените количества, съпоставими с резултатите от европейските бази данни.
2. Установени са категориите храни и конкретните хранителни продукти с високо съдържание на олово и кадмий.
3. Потвърждава се важната роля на здравословното хранене в превенцията на химичните опасности, свързани с храните.

4. Формулирани са препоръки за намаляване на хранителния прием на олово и кадмий, които отразяват съвременните политики, национални и международни стратегии за укрепване на здравето.

5. Получените резултати могат да бъдат използвани за оптимизиране на насоките на мониторинга по отношение на официалния контрол на храните.

Х. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Хранителен дневник

24 часов хранителен дневник – 1 работен ден

Час на прием	Приеми основен (О) подкреп.(П)	Място на хранене	Описание на храните по вид и количество, търговска марка	Кулинарна обработка на храната

Респондент ID:

Година на раждане:..... Пол мъж – 1; жена -2 (подчертайте);

Ръст:.....; Тегло:..... ;

Анкетър:

Име фамилия

24 часов хранителен дневник – 1 почивен ден

Час на прием	Приеми основен (О) подкреп.(П)	Място на хранене	Описание на храните по вид и количество, търговска марка	Кулинарна Обработка на храната

Респондент ID:

Година на раждане:..... Пол мъж – 1; жена -2 (подчертайте);

Ръст:.....; Тегло:..... ;

Анкетьор:

Име фамилия

Приложение 2. Резултати от статистическите анализи дневна хранителна експозиция на олово LB и UB по mean и sum

		Mean_Kons_Pb_low	Sum_Kons_Pb_low
N	Valid	60	60
	Missing	0	0
Mean		0,02394204945	,50497586038
Median		0,01975438340	,42164992850
Std. Deviation		0,013591001443	,30518393291
Sum		1,436522967	30,298551623
Percentiles	95	0,05024316940	1,1502438163
			5

		Mean_Kons_Pb_high	Sum_Kons_Pb_high
N	Valid	60	60
	Missing	0	0
Mean		0,05228105304	1,09978295663
Median		0,04847894795	1,01237829550
Std. Deviation		0,02101374913	,503520775274
Sum		3,136863183	65,986977398
Percentiles	95	0,09498989256	2,03966812550

Приложение 3. Резултати от статистическите анализи дневна хранителна експозиция на кадмий LB и UB за един ден по mean и sum

		Mean_kons_Cd _low	Sum_Kons_Cd_ low
N	Valid	60	60
	Missing	0	0
<u>Mean</u>		0,03034315	,62052100
Median		,02838395	,54444500
Std. Deviation		,016539397	,368583372
Sum		1,820589	37,231260
Percentiles	95	0,05942705	1,30556800

		Mean_Kons_Cd_ high	Sum_Kons_C d_high
N	Valid	60	60
	Missing	0	0
Mean		0,05392264851	1,0989891178 3
Median		0,04609957176	,93542674300
Std. Deviation		0,027906604262	,61129027206 8
Sum		3,235358910	65,939347070
Percentiles	95	0,10473028889	2,2913993028 5

Приложение 4. Резултати от статистическите анализи дневна хранителна експозиция на олово LB и UB по респонденти

ID1	Mean	N	Median	Sum
13	,00734014583	9	,00263297431	,066061313
8	,00739631661	22	,00171629631	,162718965
60	,00860238495	23	,00446098816	,197854854
17	,00937166583	25	,00305517629	,234291646
27	,00961842153	19	,00308592020	,182750009
23	,00993977680	22	,00235955063	,218675090
6	,00994673236	17	,00377088988	,169094450
47	,01085697391	27	,00154411769	,293138296
56	,01097212960	22	,00814375032	,241386851
55	,01121038206	7	,00236444461	,078472674
43	,01130926775	28	,00278367500	,316659497
54	,01162989988	19	,00245614042	,220968098
33	,01168141492	25	,00267058823	,292035373
46	,01170154472	20	,00496289931	,234030894
45	,01321925135	26	,00267330449	,343700535
1	,01434708542	9	,00165279611	,129123769
42	,01443917097	12	,00356077992	,173270052
28	,01474953244	31	,00264150962	,457235506
30	,01528180003	28	,00080950092	,427890401
53	,01547118012	28	,00743488392	,433193043
11	,01562660107	20	,00432058346	,312532021
52	,01647460841	27	,00374423077	,444814427
48	,01800638150	19	,00395089286	,342121249
22	,01803711999	17	,00103111104	,306631040
57	,01836837400	22	,00330188689	,404104228
34	,01856097581	22	,00272450988	,408341468
26	,01874495313	18	,00429816000	,337409156
51	,01944369347	25	,00462048193	,486092337
29	,01947969242	23	,00587719300	,448032926
32	,01953573900	22	,00180679969	,429786258
10	,01997302779	20	,00449401031	,399460556
3	,02009158738	17	,00319298268	,341556986
39	,02036179098	15	,01336745292	,305426865
44	,02041049888	21	,00319879518	,428620476
5	,02064778040	17	,00243478278	,351012267
37	,02077047279	20	,00512396642	,415409456
49	,02255942051	20	,00818083161	,451188410
2	,02316241639	11	,01107708333	,254786580
15	,02413903073	15	,00213464762	,362085461
4	,02495470331	23	,00105023133	,573958176
20	,02496057594	33	,00402272727	,823699006
9	,02664544974	23	,00488372128	,612845344

40	,02822727402	26	,00600775640	,733909124
59	,02853331661	17	,00782388692	,485066382
21	,03176479014	28	,00366228081	,889414124
12	,03351104960	20	,00792748396	,670220992
58	,03365360099	20	,00616797323	,673072020
14	,03484201740	24	,00376602579	,836208418
25	,03723826241	22	,00350798625	,819241773
16	,03984138177	29	,00443804732	1,155400071
38	,04231264406	24	,00425881416	1,015503457
18	,04487974260	19	,00509545455	,852715109
24	,04514340133	20	,00486497221	,902868027
36	,04724317406	19	,00604419778	,897620307
35	,04856111248	18	,00236393067	,874100025
7	,04880391573	21	,00254450673	1,024882230
19	,05010833230	21	,00240740741	1,052274978
41	,05025026609	18	,00453034789	,904504790
50	,05542793523	21	,00641051280	1,163986640
31	,05614077943	22	,00579283826	1,235097147

ID1	Mean	N	Median	Sum
13	,02095220314	9	,01944456507	,188569828
54	,02786202254	19	,00760467600	,529378428
8	,02791538011	22	,01504222215	,614138362
27	,02808413521	19	,01413276930	,533598569
30	,02845617973	28	,00686149262	,796773032
23	,02872365360	22	,00700280899	,631920379
43	,02982030475	28	,01145493781	,834968533
3	,03073169537	17	,01182949600	,522438821
46	,03074039647	20	,02947708707	,614807929
55	,03094634538	7	,03031466651	,216624418
6	,03136254695	17	,01911764706	,533163298
47	,03240322083	27	,01892107329	,874886962
28	,03265515693	31	,01681417989	1,012309865
33	,03360362642	25	,00963258960	,840090661
17	,03420805570	25	,02109074512	,855201393
45	,03434334082	26	,02049852651	,892926861
42	,03526531973	12	,02274342356	,423183837
1	,03689016055	9	,00464000000	,332011445
53	,03698537965	28	,02302325570	1,035590630
29	,03742712223	23	,01244186128	,860823811
34	,03815832618	22	,02382284580	,839483176
5	,03845907166	17	,01425739134	,653804218

32	,03852275046	22	,00873711544	,847500510
22	,03918998613	17	,00385303584	,666229764
52	,03982828333	27	,02174133920	1,075363650
10	,04173403156	20	,01991507816	,834680631
51	,04344321456	25	,02494995398	1,086080364
37	,04443542000	20	,02565415586	,888708400
57	,04587465322	22	,02228688694	1,009242371
4	,04793863960	23	,00831460674	1,102588711
48	,04901925630	19	,02462797589	,931365870
44	,05012764267	21	,01147697883	1,052680496
56	,05200015235	22	,03056801055	1,144003352
11	,05244061261	20	,01496750448	1,048812252
49	,05428186222	20	,03784597822	1,085637244
9	,05481350197	23	,03836273407	1,260710545
60	,05517439857	23	,02964912281	1,269011167
20	,05610836167	33	,03395025571	1,851575935
26	,05624704033	18	,03385436874	1,012446726
15	,05636021841	15	,04483908095	,845403276
40	,06052617480	26	,03151713842	1,573680545
39	,06108285918	15	,03192100898	,916242888
59	,06183974617	17	,01907692292	1,051275685
2	,06355863886	11	,04998780500	,699145027
14	,06392293873	24	,01444067123	1,534150530
18	,06966200922	19	,00958742909	1,323578175
25	,07060273989	22	,01274439639	1,553260278
21	,07291124383	28	,03690637708	2,041514827
58	,07461627222	20	,02603616591	1,492325444
12	,07570298790	20	,02442708323	1,514059758
38	,07803968567	24	,01962980774	1,872952456
16	,07851587787	29	,01907227022	2,276960458
41	,08311222697	18	,01485489014	1,496020085
35	,08376000655	18	,00805405978	1,507680118
19	,08487820088	21	,01666666667	1,782442218
36	,08727916563	19	,02321428571	1,658304147
31	,09388499834	22	,02382556592	2,065469964
7	,09504804489	21	,03040302604	1,996008943
50	,09545622841	21	,01821556932	2,004580797
24	,09892946677	20	,03293617011	1,978589335

Приложение 5. Резултати от статистическите анализи дневна хранителна експозиция на кадмий LB и UB по респонденти

ID	Mean Средна стойност	N	Median	Sum Сума
13	0,004923	8	0,00132	0,03939
48	0,005646	18	0,002742	0,10163
27	0,006148	19	0,002013	0,11681
47	0,00765	27	0,001045	0,20654
60	0,007776	21	0,002438	0,1633
54	0,010089	19	0,001391	0,19168
56	0,011086	22	0,001511	0,2439
6	0,011353	17	0,001276	0,19301
8	0,012825	20	0,001584	0,2565
17	0,013906	25	0,00201	0,34765
33	0,014767	25	0,001615	0,36918
26	0,015435	18	0,00114	0,27784
57	0,015728	21	0,002145	0,33029
45	0,016316	25	0,000364	0,40791
23	0,016573	20	0,001324	0,33146
43	0,018301	27	0,001615	0,49412
28	0,01859	30	0,001419	0,55771
39	0,019887	14	0,007498	0,27841
10	0,02065	20	0,001935	0,41301
3	0,021649	17	0,00274	0,36803
55	0,021786	6	0,005541	0,13072
4	0,022193	24	0,000316	0,53262
11	0,022587	19	0,001412	0,42915
30	0,022752	28	0,00036	0,63706
46	0,024047	19	0,004369	0,45689
12	0,024755	21	0,00294	0,51986
42	0,024933	12	0,003129	0,29919
44	0,026489	21	0,002038	0,55627
49	0,027425	19	0,005117	0,52107
37	0,028155	21	0,004886	0,59126
53	0,028613	28	0,007789	0,80115
2	0,028738	11	0,006277	0,31612
52	0,029266	26	0,002398	0,76091
34	0,029609	20	0,00192	0,59218
9	0,029927	23	0,004131	0,68832
40	0,030009	25	0,005492	0,75021
1	0,031499	9	0,000903	0,28349
22	0,032589	14	0,000486	0,45625
59	0,033226	15	0,002631	0,49838
51	0,036016	24	0,002969	0,86439
32	0,03812	22	0,000458	0,83864

5	0,038246	17	0,001155	0,65018
20	0,038487	31	0,002675	1,19308
29	0,038791	21	0,002114	0,81462
58	0,040894	21	0,003311	0,85878
38	0,041832	23	0,002576	0,96214
15	0,043581	15	0,010974	0,65371
31	0,045519	21	0,003008	0,95589
24	0,045768	19	0,000957	0,86959
16	0,045995	28	0,002734	1,28786
14	0,047619	23	0,002019	1,09523
25	0,05161	21	0,00196	1,0838
36	0,05331	18	0,002548	0,95959
35	0,054925	19	0,001139	1,04358
7	0,057299	21	0,003576	1,20328
21	0,057621	26	0,003506	1,49814
41	0,057936	17	0,002307	0,98492
50	0,059506	20	0,003507	1,19011
19	0,067036	21	0,002369	1,40776
18	0,072583	18	0,001803	1,3065

ID	Mean	N	Median	Sum
13	,00977774216	8	,00300071127	,078221937
55	,02780773178	6	,01938145333	,166846391
27	,01476076280	19	,00541310000	,280454493
54	,02144675853	19	,00287032895	,407488412
8	,02201960784	20	,00398378000	,440392157
6	,02700362893	17	,00194352941	,459061692
1	,05366285417	9	,00337375000	,482965688
3	,03051833463	17	,00551829474	,518811689
46	,02829012865	19	,00722390057	,537512444
42	,04538324723	12	,00471300889	,544598967
26	,03102923047	18	,00376210638	,558526149
60	,02694039039	21	,01067621053	,565748198
47	,02159049587	27	,00317123529	,582943388
22	,04355974770	14	,00135854667	,609836468
57	,02947324391	21	,00631358491	,618938122
2	,05693834009	11	,04300000000	,626321741
43	,02382865301	27	,00446160000	,643373631
10	,03263685193	20	,00481132667	,652737039
17	,02680066516	25	,00538578082	,670016629
23	,03373843423	20	,00294128090	,674768685
28	,02537985479	30	,00588698113	,761395644
59	,05086310973	15	,00438307692	,762946646

45	,03067152721	25	,00188235294	,766788180
48	,04301731773	18	,00583662500	,774311719
34	,04259313390	20	,01556941508	,851862678
33	,03452721960	25	,00394738571	,863180490
5	,05106892212	17	,00449269565	,868171676
11	,04595905685	19	,00696962683	,873222080
15	,06012652837	15	,01404413095	,901897926
39	,06636222902	14	,01347921311	,929071206
44	,04484677524	21	,00420520482	,941782280
37	,04636183431	21	,00672767857	,973598521
30	,03552036970	28	,00219384341	,994570352
49	,05242973448	19	,00856250000	,996164955
56	,04603109333	22	,01031000000	1,012684053
4	,04407311136	24	,00134723090	1,057754673
32	,04929292260	22	,00408070313	1,084444297
51	,04616805018	24	,00860657229	1,108033204
53	,04122672908	28	,02330083374	1,154348414
52	,04441360457	26	,00505688462	1,154753719
29	,05533357827	21	,01164924444	1,162005144
9	,05952262248	23	,00600767442	1,369020317
58	,07091612409	21	,00768772340	1,489238606
40	,06201049085	25	,01235326400	1,550262271
12	,07880100608	21	,00588683333	1,654821128
18	,09675074180	18	,00468560000	1,741513352
14	,07581365356	23	,00467133333	1,743714032
41	,10343257453	17	,00637371429	1,758353767
31	,08516389509	21	,00617760000	1,788441797
35	,09574789556	19	,00332820513	1,819210016
25	,08680221524	21	,00749722222	1,822846520
24	,09611364307	19	,00553191489	1,826159218
36	,10183319580	18	,00754614286	1,832997524
20	,05921922962	31	,00691527273	1,835796118
38	,08570183659	23	,00531378846	1,971142242
21	,07837613523	26	,01408598432	2,037779516
19	,10479858965	21	,00643662963	2,200770383
16	,08200604449	28	,00545342788	2,296169246
7	,11104994629	21	,01030250029	2,332048872
50	,13782551839	20	,00754577000	2,756510368

XI. БИБЛИОГРАФИЯ

1. Балабански, Л. Хранене диететика. С., Мед. и физкултура, 1988, 359 с.
2. Бекяров, Г. Тежки метали – въздействието им върху здравето, източници на замърсяване и не клинични методи за определянето им в тялото на човека, 2009. http://focalpointbg.com/images/stories/EKSPERTNO_MNENIE_Georgi%20Bekjarov.pdf
3. Бирданова, В. Университетско хранене и здраве : Съвременни проблеми. Плевен, МУ-Плевен, 2019, 161 с., с.137.
4. Блажева, П, Г. Чобанов. Българска агенция по безопасност на храните, Център за оценка на риска. Становище на Центъра за оценка на риска относно консумация на замразен спанак с установени нива на кадмий над максимално допустимите количества, 2014.
5. Богоева И., П. Блажева. Арсен – токсичност при хора и животни. Източници на замърсяване в околната среда. Българска агенция по безопасност на храните, Център за оценка на риска, 21.10.2014 г., с. 2. <http://www.babh.government.bg/bg/actualno-riskevaluation.html>
6. Богоева И., С. Тодорова. Оценка на риска по отношение здравето на растенията, остатъци от пестициди в околната среда и храните и материали и предмети, предназначени да влизат в контакт с храни. Център за оценка на риска по хранителната верига, Министерство на земеделието, храните и горите, 2017, 43 с., с. 7.
7. Богоева, И. Българска агенция по безопасност на храните, Център за оценка на риска. Живак в храните – актуализирани консултации на EFSA относно риска за общественото здраве, 2012, с. 1-2.
8. Богоева, И., Н. Сертова, П. Блажева, Г. Чобанов. Центъра за оценка на риска към БАБХ Становище за консумация на спанак с установени нива на кадмий над максимално допустимите количества. БАБХ, 2013.
9. Богоева, И., П. Блажева. Олово–замърсител в околната среда. Източници и токсичност при хора и животни. -Българска агенция по безопасност на храните, Център за оценка на риска, 2013., с. 2. http://babh.government.bg/uploads/File/COR_Aktualno/13-291/0147-1297.pdf
10. Боцов Д. Хигиена на храните и хранително законодателство. Матком, 2003, 214 с., с. 2.
11. Бялата книга за безопасността на храните, 2000. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3A132041>
12. Вачкова-Петрова, Р. Добавките в храната – оценка за безопасност. – Соц. мед., 26, 2018, № 2, с. 7-11.
13. Вачкова-Петрова, Р. Оценка на риска при химическата безопасност на храните – зависимост доза-отговор, Соц. мед., 22, 2014, № 3, с. 20-23.
14. Вачкова-Петрова, Р. Оценката на риска при химическата безопасност на храните – праг на токсикологическа значимост. – Соц. мед., 24, 2016, № 1 с.14-17.
15. Вачкова-Петрова, Р. Оценка на риска за здравето от пестицидните остатъци в храните. <https://focalpointbg.com/images/stories/ocenka-risk-pesticidi.pdf>
16. Георгиева, Е. Оценка на риска при употреба на хранителни добавки, съдържащи необявени съставки. Автореферат. МУ-Пловдив, 2018, 37с.

17. Гогов Й. Научно становище относно: Оценка на риска от морски биотоксини в морски храни, предлагани на пазара в България. <https://focalpointbg.com/images/stories/6statia-110-gogov.pdf>
18. Делегиран Регламент (ЕС) 2016/127 на Комисията от 25 септември 2016 г. за допълнение на Регламент (ЕС) № 609/2013 на Европейския парламент и на Съвета по отношение на специфичните изисквания за състава и предоставянето на информация за храните за кърмачета и преходните храни и по отношение на изискванията за информация, свързана с храненето на кърмачета и малки деца. (текст от значение за ЕИП).
19. Директива (ЕС) 2011/91/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 13 декември 2011 г. относно означенията или маркировките, идентифициращи партидата, към която принадлежи дадена храна.
20. Директива (ЕС) 2015/254 на Европейския парламент и на Съвета от 11 февруари 2015 година за отмяна на Директива 93/5/ЕИО на Съвета за подпомагане на Комисията и сътрудничество на държавите членки при научното проучване на въпроси, свързани с храните.
21. Директива (ЕС) 2016/1855 на Комисията от 19 октомври 2016 година за изменение на Директива 2009/32/ЕО на Европейския парламент и на Съвета за сближаване на законодателствата на държавите членки относно екстракционните разтворители, използвани в производството на храни и съставките на храни.
22. Директива 2002/99/ЕО на Съвета от 16 декември 2002 година за установяване на ветеринарно-санитарни правила, регулиращи производството, преработката, разпространението и пускането на пазара на продукти от животински произход за консумация от човека.
23. Договор за създаване на европейската общност, подписан в Рим на 25 март 1957, изменен от Амстердамския договор. консолидирана версия след измененията от амстердамския договор от 2 октомври 1997, в сила от 1 май 1999 г.
24. Европейска Сметна Палата. Специален доклад № 02/2019: Химически опасности в храната ни-политиката на ЕС за безопасност на храните осигурява защита, но е изправена пред предизвикателства, 15.01.2019. <https://www.eca.europa.eu/bg/publications?did=48864>
25. Европейски орган за безопасност на храните (ЕОБХ), Контактен център България, 17.03.2015, <https://focalpointbg.com>
26. Европейски орган за безопасност на храните (ЕОБХ), Панел на EFSA по замърсители в хранителната верига (CONTAM), Научно становище по олово в храни, Парма, Италия, 17.03.2015. <https://focalpointbg.com/?news=149>
27. Европейски орган за безопасност на храните. Научно становище за проучване на възможностите за предоставяне на съвети относно възможни рискове за човешкото здраве въз основа на концепцията за праг на токсикологична загриженост (ТТС). - EFSA Journal 10, 2012, № 7, 2750. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2750>
28. Европейски орган за безопасност на храните/СЗО, 2015. Праг на подход за токсикологична загриженост: Заключение и препоръки на експертния семинар на EFSA / WHO. <https://focalpointbg.com/>
29. Европейски орган за безопасност на храните: Химикали в храните – европейски норми за оценка и регулация, 2012.
30. Европейско ръководство за добри хигиенни практики при изкупуване, съхранение, търговия и транспортиране на зърнени култури, маслодайни семена, протеинови култури, други растителни продукти и продукти, получени от тях,

- Coceral /Cogeca/Unistock. Актуализирана версия 2.2 - юли 2015 г., 164 с. с. 90.
<http://www.coceral.com/data/1490109660SANTE-2016-11958-2-0-BG-TRA-0.pdf>
31. Закон за здравето. С., МЗ, 2022. <https://www.mh.government.bg/bg/normativni-aktove/zakoni/zakon-za-zdraveto/>
 32. Закон за Българската агенция по безопасност на храните, обн., ДВ, бр. 8 от 25.01.2011 г., посл. изм. бр. 102 от 23.12.2022 г
 33. Закон за Центъра за оценка на риска по хранителната верига, Обн. ДВ бр. 44 от 2016 г. , изм. ДВ бр. 51 от 2020 г.
 34. Закон за управление на агрохранителната верига (в сила от 20.06.2020). – Държ. вестник, № 51.
 35. Закон за храните. (в сила от 09.06.2020). – Държ. вестник, 2020, № 65.
 36. Концепция „Цели за здраве 2020“. С., МЗ, 2015, 61 с. https://www.mh.government.bg/media/filer_public/2015/04/08/kontseptsiya-tseli-za-zdrave-2020.pdf
 37. Короткова, Ирина Викторовна. Обеспечение гигиенической безопасности и продукции, вырабатываемой пищевыми предприятиями различной мощности. Дисертация. Федеральный научный центр гигиены, 2002.
 38. Литвинова, О.С., Контаминация токсичными элементами импортных и отечественных пищевых продуктов (сравнительный анализ), Вопросы питания, 2011. Т.80, № 2. с. 37-40.
https://www.voprosypitaniya.ru/ru/jarticles_diet/19.html?SSr=12013461cf14ffffffff27c_07e5011b0e0c0a-804
 39. Маркова, М. Справочник по профилактично хранене. С., Мед. и физкултура, 1990, 360 с.
 40. Международен Пакт за икономически, социални и културни права, член 12. <http://trudipravo.bg/znanie-za-vas/2015-08-31-09-52-20/universalni-mezhdunarodni-aktove/984-mezhdunaroden-pakt-za-ikonomicheski-sotzialni-i-kulturni-prava>
 41. Министерство на здравеопазването. Наредба №1 от 22 януари 2018 г. за физиологичните норми за хранене на населението. – Държавен вестник, 2018, № 11.
 42. Национална здравна стратегия 2020. С., МЗ, 2015, 132 с.
 43. Национално проучване на факторите на риска за здравето сред населението в Р България – 2014 г., II част. Хранене. – Бълг. спис.за обществ. здраве, 8, 2016, № 4, с. 93.
 44. ООН, Всеобща декларация за правата на човека, член 25.
<https://www.cpdp.bg/?p=element&aid=32>
 45. Препоръка (ЕС) 2015/1381 НА КОМИСИЯТА от 10 август 2015 година за наблюдението на арсен в храните, 12.8.2015. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015H1381&from=MT>
 46. Препоръки за здравословно хранене на населението в България (18-65 години). С., МЗ, НЦООЗ, 2006, 40 с..
 47. Регламент (ЕО) № 152/2009 на Комисията от 27 януари 2009 година за определяне на методите за вземане на проби и анализ за целите на официалния контрол на фуражите. (текст от знание за ЕИП).
 48. Регламент (ЕС) № 589/2014 на Комисията от 2 юни 2014 година за определяне на методи за вземане на проби и анализ за контрол на съдържанието на диоксини, диоксиноподобни полихлорирани бифенили (PCB) и недиоксиноподобни PCB в определени храни и за отмяна на Регламент (ЕС) № 252/2012. (текст от знание за ЕИП).

49. Регламент (ЕО) № 853/2004 на Европейския Парламент и на Съвета от 29 април 2004 година относно определяне на специфични хигиенни правила за храните от животински произход.
50. Регламент (Ес) 2017/625 на Европейския Парламент и на Съвета от 15 март 2017 година относно официалния контрол и другите официални дейности, извършвани с цел да се гарантира прилагането на законодателството в областта на храните и фуражите, правилата относно здравеопазването на животните и хуманното отношение към тях, здравето на растенията и продуктите за растителна защита, за изменение на регламенти (ЕО) № 999/2001, (ЕО) № 396/2005, (ЕО) № 1069/2009, (ЕО) № 1107/2009, (ЕС) № 1151/2012, (ЕС) № 652/2014, (ЕС) 2016/429 и (ЕС) 2016/2031 на Европейския парламент и на Съвета, регламенти (ЕО) № 1/2005 и (ЕО) № 1099/2009 на Съвета и директиви 98/58/ЕО, 1999/74/ЕО, 2007/43/ЕО, 2008/119/ЕО и 2008/120/ЕО на Съвета, и за отмяна на регламенти (ЕО) № 854/2004 и (ЕО) № 882/2004 на Европейския парламент и на Съвета, директиви 89/608/ЕИО, 89/662/ЕИО, 90/425/ЕИО, 91/496/ЕИО, 96/23/ЕО, 96/93/ЕО и 97/78/ЕО на Съвета и Решение 92/438/ЕИО на Съвета (Регламент относно официалния контрол). (текст от значение за ЕИП).
51. Регламент 2016/52 на Съвета от 15 януари 2016 г. за установяване на максимално допустимите нива на радиоактивно замърсяване на храните и фуражите след ядрена авария или друг случай на радиационна аварийна обстановка и за отмяна на Регламент № 3954/87 и на регламенти № 944/89 и № 770/90 на Комисията.
52. Регламент (ЕИО) № 315/93 на Съвета от 8 февруари 1993 г. за установяване на общностни процедури относно замърсителите в храните. ОВ, специално българско издание: глава 15 том 002 с. 189 - 191
53. Регламент (ЕО) № 124/2009 на Комисията от 10 февруари 2009 година за определяне на максимално допустимите граници за наличието на кокцидиостатици или хистомоностатици в храни в резултат на неизбежното преминаване на тези вещества в нецелеви фуражи. (текст от значение за ЕИП).
54. Регламент (ЕО) № 1331/2008 на Европейския Парламент и на Съвета от 16 декември 2008 г. за установяване на обща разрешителна процедура за добавките в храните, ензимите в храните и ароматизантите в храните. (текст от значение за ЕИП).
55. Регламент (ЕО) № 178/2002 на Европейския Парламент и на Съвета от 28 януари 2002 г. за установяване на общите принципи и изисквания на законодателството в областта на храните, за създаване на Европейски орган за безопасност на храните и за определяне на процедури относно безопасността на храните. ОВ специално българско издание: глава 15 том 008 с. 68 – 91.
56. Регламент (ЕО) № 1829/2003 на Европейския Парламент и на Съвета от 22 септември 2003 г. относно генетично модифицираните храни и фуражи. (текст от значение за ЕИП).
57. Регламент (ЕО) № 1830/2003 на Европейския Парламент и на Съвета от 22 септември 2003 г. относно проследяването и етиктирането на генетично модифицирани организми и проследяването на храни и фуражи от генетично модифицирани продукти и за изменение на Директива 2001/18/ЕО.
58. Регламент (ЕС) 2023/915 на Комисията от 25 април 2023 година относно максимално допустимите количества на някои замърсители в храните и за отмяна на Регламент (ЕО) № 1881/2006, публ. ОВ L 119, 5.5.2023, с. 103–157.
.Регламент (ЕО) № 1883/2006 на Комисията от 19 декември 2006 за определяне на методи за вземане на проби и анализ за официален контрол на нивата на

диоксини и диоксиноподобни РСВ в определени храни, с. 32. (текст от знаѐние за ЕИП).

59. Регламент (ЕО) № 1924/2006 на Европейския Парламент и на Съвета от 20 декември 2006 г. относно хранителни и здравни претенции за храните.
60. Регламент (ЕО) № 1925/2006 НА ЕВРОПЕЙСКИЯ ПАРЛАМЕНТ И НА СЪВЕТА от 20 декември 2006 г. относно влагането на витамини, минерали и някои други вещества в храните.
61. Регламент (ЕО) № 1935/2004 на Европейския Парламент и на Съвета от 27 октомври 2004 година относно материалите и предметите, предназначени за контакт с храни, и за отмяна на Директиви 80/590/ЕИО и 89/109/ЕИО.
62. Регламент (ЕО) № 2023/2006 на Комисията от 22 декември 2006 г. относно добра производствена практика за материали и предмети, предназначени за контакт с храни. (текст от знаѐние за ЕИП).
63. Регламент (ЕО) № 2065/2003 на Европейския Парламент и на Съвета от 10 ноември 2003 г. относно пушилни ароматизанти, използвани или предназначени за влагане в или върху храни.
64. Регламент (ЕО) № 2073/2005 на Комисията от 15 ноември 2005 г. относно микробиологичните критерии за храни. (текст от значение за ЕИП).
65. Регламент (ЕО) № 2230/2004 на Комисията от 23 декември 2004 година за определяне на подробни правила за прилагането на Регламент (ЕО) № 178/2002 на Европейския парламент и на Съвета по отношение на мрежата от организации, които работят в областите, включени в мисията на Европейския орган за безопасност на храните. Член 5; ОВ L 31, 1.2.2002 г., стр. 1, (Текст от значение за ЕИП).
66. Регламент (ЕО) № 282/2008 на Комисията от 27 март 2008 г. относно материали и предмети от рециклирана пластмаса, предназначени за контакт с храни, и за изменение на Регламент (ЕО) № 2023/2006. (текст от знаѐние за ЕИП).
67. Регламент (ЕО) № 333/2007 за определяне на методите за вземане на проби и анализ за официалния контрол на нивата на олово, кадмий, живак, неорганичен калай, 3-МСПД и бензо(а)пирен в храните. ОВ L 88, 29.3.2007 г. (текст от знаѐние за ЕИП). с. 29.
68. Регламент (ЕО) № 396/2005 на Европейския Парламент и на Съвета от 23 февруари 2005 година относно максимално допустимите граници на остатъчни вещества от пестициди във и върху храни или фуражи от растителен или животински произход и за изменение на Директива 91/414/ЕИО на Съвета. (текст от знаѐние за ЕИП).
69. Регламент (ЕО) № 641/2004 на Комисията от 6 април 2004 година за определяне на подробни правила за прилагане на Регламент (ЕО) № 1829/2003 на Европейския парламент и на Съвета относно заявлението за разрешение за нови генетично модифицирани храни и фуражи, нотификацията на съществуващи продукти, инцидентното или технически неизбежното наличие на генетично модифициран материал, който е бил предмет на оценяване на съществуващия риск и е получил благоприятно становище. (текст от знаѐние за ЕИП).
70. Регламент (ЕО) № 834/2007 НА СЪВЕТА от 28 юни 2007 г. относно биологичното производство и етикетирането на биологични продукти и за отмяна на Регламент (ЕИО) № 2092/91.
71. Регламент (ЕО) № 852/2004 на Европейския Парламент и на Съвета от 29 април 2004 година относно хигиената на храните.
72. Регламент (ЕО) № 882/2004 на Европейския парламент и на Съвета от 29 април 2004 г. относно официалния контрол, проведен с цел осигуряване на проверка на

- съответното законодателство в областта на фуражите и храните и правилата за опазване на здравето при животните и човешкото отношение към животните.
73. Регламент (ЕС) 2015/2283 на Европейския Парламент и на Съвета от 25 ноември 2015 г. относно новите храни, за изменение на Регламент (ЕС) № 1169/2011 на Европейския парламент и на Съвета и за отмяна на Регламент (ЕО) № 258/97 на Европейския парламент и на Съвета и на Регламент (ЕО) № 1852/2001 на Комисията. (текст от значение за ЕИП).
74. Регламент (ЕС) 2015/414 на Комисията от 12 март 2015 година за изменение на Директива 2002/46/ЕО на Европейския парламент и на Съвета по отношение на глюкозаминава сол на (6 S)-5-метилтетрахидрофолиева киселина, използвана за производството на хранителни добавки. (текст от значение за ЕИП).
75. Регламент (ЕС) 2015/705 на Комисията от 30 април 2015 година за определяне на методи за вземане на проби и критерии за изпълнение за методите за анализ за целите на официалния контрол на количествата на ерукова киселина в храните и за отмяна на Директива 80/891/ЕИО на Комисията. (текст от значение за ЕИП).
76. Регламент (ЕС) 2017/771 на Комисията от 3 май 2017 г. за изменение на Регламент (ЕО) № 152/2009 по отношение на методите за определяне на нивата на диоксини и полихлорирани бифенили. (текст от значение за ЕИП).
77. Регламент (ЕС) № 1151/2012 на Европейския Парламент и на Съвета от 21 ноември 2012 г. относно схемите за качество на селскостопанските продукти и храни.
78. Регламент (ЕС) № 1161/2011 на Комисията от 14 ноември 2011 година за изменение на Директива 2002/46/ЕО на Европейския парламент и на Съвета, Регламент (ЕО) № 1925/2006 на Европейския парламент и на Съвета и Регламент (ЕО) № 953/2009 на Комисията по отношение на списъците с минерални вещества, които могат да бъдат влагани в храни. (текст от значение за ЕИП).
79. Регламент (ЕС) № 1169/2011 на Европейския Парламент и на Съвета от 25 октомври 2011 г. за предоставянето на информация за храните на потребителите, за изменение на регламенти (ЕО) № 1924/2006 и (ЕО) № 1925/2006 на Европейския парламент и на Съвета и за отмяна на Директива 87/250/ЕИО на Комисията, Директива 90/496/ЕИО на Съвета, Директива 1999/10/ЕО на Комисията, Директива 2000/13/ЕО на Европейския парламент и на Съвета, директиви 2002/67/ЕО и 2008/5/ЕО на Комисията и на Регламент (ЕО) № 608/2004 на Комисията. (текст от значение за ЕИП).
80. Регламент (ЕС) № 119/2014 на Комисията от 7 февруари 2014 година за изменение на Директива 2002/46/ЕО на Европейския парламент и на Съвета и Регламент (ЕО) № 1925/2006 на Европейския парламент и на Съвета по отношение на обогатени с хром дрожди, използвани за производството на хранителни добавки, и хромен (III) лактат трихидрат за влагане в храни. (текст от значение за ЕИП).
81. Регламент (ЕС) № 231/2012 на Комисията от 9 март 2012 година за определяне на спецификации на добавките в храните, включени в списъците в приложения II и III към Регламент (ЕО) № 1333/2008 на Европейския парламент и на Съвета. (текст от значение за ЕИП).
82. Регламент (ЕС) № 609/2013 на Европейския Парламент и на Съвета от 12 юни 2013 година относно храните, предназначени за кърмачета и малки деца, храните за специални медицински цели и заместителите на целодневния хранителен прием за регулиране на телесното тегло и за отмяна на Директива 92/52/ЕИО на Съвета, директиви 96/8/ЕО, 1999/21/ЕО, 2006/125/ЕО и

- 2006/141/ЕО на Комисията, Директива 2009/39/ЕО на Европейския парламент и на Съвета и регламенти (ЕО) № 41/2009 и (ЕО) № 953/2009 на Комисията. (текст от знание за ЕИП).
83. Регламент (ЕС) № 836/2011 на Комисията от 19 август 2011 година за изменение на Регламент (ЕО) № 333/2007 за определяне на методите за вземане на проби и анализ за официалния контрол върху съдържанието на олово, кадмий, живак, неорганичен калай, 3-МСПД и бензо[а]пирен в храни. (текст от знание за ЕИП).
 84. Регламент (ЕС) № 907/2013 на Комисията от 20 септември 2013 г. за определяне на правила относно заявленията във връзка с използването на генерични обозначения (наименования). (текст от знание за ЕИП).
 85. Регламент за Изпълнение (ЕС) № 307/2012 на Комисията от 11 април 2012 г. за установяване на правила за прилагане на член 8 от Регламент (ЕО) № 1925/2006 на Европейския парламент и на Съвета относно влягането на витамини, минерали и някои други вещества в храните.
 86. Регламент за Изпълнение (ЕС) № 503/2013 на Комисията от 3 април 2013 г. относно заявленията за разрешение за генетично модифицирани храни и фуражи в съответствие с Регламент (ЕО) № 1829/2003 на Европейския парламент и на Съвета и за изменение на регламенти (ЕО) № 641/2004 и (ЕО) № 1981/2006 на Комисията. (текст от знание за ЕИП).
 87. Регламент за Изпълнение (ЕС) № 543/2011 на Комисията от 7 юни 2011 г. за определяне на подробни правила за прилагането на Регламент (ЕО) № 1234/2007 на Съвета по отношение на секторите на плодовете и зеленчуците и на преработените плодове и зеленчуци.
 88. Решение № 803/2004/ЕО на Европейския Парламент и на Съвета от 21 април 2004 година за приемане на програма за действие на Общността (2004–2008) за предотвратяване и борба с насилието над децата, младежите и жените и за защита на жертвите и рисковите групи (програма Дафне II).
 89. Становище на Центъра за оценка на риска по хранителната верига относно здравния риск за потребителя, свързан с консумация на бяло саламурено сирене от овче мляко с установено съдържание на олово, 2018 https://corhv.government.bg/files/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B0%20%D0%B8%20%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%B0%20%D0%BD%D0%B0%20%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%B0/07_Zamarsiteli%20v%20hrani/2018_06_26_TZOR_Opinion_Pb-Cheese_Tcherkezova.pdf
 90. Световна здравна организация Стратегия „Здраве 2020“.
 91. Стайкова П., Найденова В. Замърсяване на околната среда и хранителните продукти с тежки метали в района на град Кърджали. Юбилейна научна конференция по екология (Сборник с доклади), Пловдив, 1 ноември 2008, стр. 551-559.
 92. Стоянов, С. Тежки метали в околната среда и хранителните продукти. Токсично увреждане на човека. Клинична картина. Лечение и профилактика. С., Пенсофт, 1999, 287 с.
 93. Съвременни проблеми в храненето на децата от 3 до 7 г. в България. Стратегии и практически подходи. С., НЦООЗ, 2005.
 94. Съобщение на Комисията до Съвета, Европейския парламент, Европейския икономически и социален комитет и комитета на регионите, Ролята на ЕС в световното здравеопазване SEC(2010)380 SEC(2010)381 SEC(2010)382) ЕК

- Глобално здраве - отговор на предизвикателствата на глобализацията. Брюксел, 31.3.2010, COM(2010)128 окончателен, 13 с.
95. Тодорова, Сн. и И. Богоева. Оценка на риска от химически замърсители в храни. Българска агенция по безопасност на храните център за оценка на риска. [file:///C:/Users/kio/Downloads/Ocenka%20na%20riska%20ot%20himicheski%20zamestiteli_final-2_Irena%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/kio/Downloads/Ocenka%20na%20riska%20ot%20himicheski%20zamestiteli_final-2_Irena%20(1).pdf)
 96. Ташев Т., Ж. Стоянова, Я. Джамбазова, Диетично хранене. С., Медицина и физкултура, 1976, 394 с.
 97. Тутельян, В.А. Пища и биобезопасность. – Вест. Росс. Акад. мед. наук, 2002, №10. с. 14-19.
 98. Правилник за устройството и дейността на Националния център по обществено здраве и анализи. – Държ. вестник, 2019, № 89. с. 1.
 99. Харта на основните права на Европейския съюз 2012/С 326/02. Член 35, Закрила на здравето.
 100. Хигиена на храненето. Под ред. на Вл. Бояджиев, М. Маркова. С., Мед. и физкултура, 1987, 284 с., с. 195-196.
 101. Хигиена на храненето: Учебник за студенти-бакалаври по специалността "Опазване и контрол на общественото здраве. Под ред. на Р. Еникова. Плевен МУ-Плевен, 2014, 438 с.
 102. Хигиена, хранене и професионални болести: Учебник за студенти по медицина и общопрактикуващи лекари. Под ред на Б. Попов. С., 2009, 612 с.
 103. Черкезова, С., Становище на Центъра за оценка на риска по хранителната верига относно здравния риск за потребителя, свързан с консумация на бяло саламурено сирене от овче мляко с установено съдържание на олово, 2018 г
 104. Шейтанов, М., М. Маркова. Диети, повишаващи работоспособността и резистентността. С., Мед.и физкултура, 1977, 182 с.
 105. Юстиниянова, Б. Хигиена и медицинска екология. Превантивна медицина. Учебник за студенти и специализанти от медицински университети. 2. прераб. и доп. изд. Варна, Стено, 2015, 390 с.
 106. Abdel-Khalek, AA. Risk assessment, bioaccumulation of metals and histopathological alterations in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) facing degraded aquatic conditions. - Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology, 94, 2015, № 1, pp. 77-83.
 107. Adams, W., R. Blust, R. Dwyer, D. Mount, E. Nordheim, PH Rodriguez, D. Spry. Bioavailability Assessment of Metals in Freshwater Environments: A Historical Review. - Environmental Toxicology & Chemistry, 39, 2020, № 1, pp. 48-59.
 108. Adel, M. C. Copat, MR. Saeidi Asl., GO Conti, M. Babazadeh, M. Ferrante. Bioaccumulation of trace metals in banded Persian bamboo shark (*Chiloscyllium arabicum*) from the Persian Gulf: A food safety issue. - Food & Chemical Toxicology, 113, 2018, pp. 198-203.
 109. Afonso, A., A. Gutierrez, G. Lozano, D. Gonzalez-Weller, E. Lozano-Bilbao, C. Rubio, J. Caballero, C. Revert, A. Hardisson. Metals in *Diplodus sargus cadenati* and *Sparisoma cretense*-a risk assessment for consumers. - Environmental Science & Pollution Research, 25, 2018, № 3, pp. 2630-2642.
 110. Afonso, C, S. Costa, C. Cardoso, N.M. Bandarra, I. Batista, I. Coelho, I. Castanheira, M.L. Nunes. Evaluation of the risk/benefit associated to the consumption of raw and cooked farmed meagre based on the bioaccessibility of selenium, eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid, total mercury, and

- methylmercury determined by an in vitro digestion model. – Food Chem., 170, 2015, pp. 249-256.
111. Al-Saleh I, Shinwari N, Mashhour A, Mohamed GeD, Rabah A. Heavy metals (lead, cadmium and mercury) in maternal, cord blood and placenta of healthy women. *Int J Hyg Environ Health*. 2011;214:79-101.
 112. Al Sayegh Petkovsek, S., N. Kopusar, D. Tome, B. Krystufek. Risk assessment of metals and PAHs for receptor organisms in differently polluted areas in Slovenia. – *Science of the Total Environment*, 532, 2015, pp. 404-414.
 113. Alpes, D.H., W.F. Stenson, B.E. Taylor, D.M. Bier. *Manual of nutritional therapeutics*. 4th edition. Philadelphia, Lippincott/Williams&Wilkins, 2002.
 114. Anandkumar, A., R. Nagarajan, K. Prabakaran, Chua Han Bing, R. Rajaram. Human health risk assessment and bioaccumulation of trace metals in fish species collected from the Miri coast, Sarawak, Borneo. – *Mar. Pollut. Bull.*, 133, 2018, pp. 655-663.
 115. ANZFA, Australian New Zealand Food Authority, 2002-2003. <https://www.foodstandards.gov.au/publications/documents/Part%201%20FSANZ%20ANNUAL%20REPORTno%20cover.pdf>
 116. Armbruster, D., T Pry. Limit of Blank, Limit of Detection and Limit of Quantitation. – *Clin. Biochem. Rev.*, 29, 2008, Suppl. 1, pp. S49 – S52.
 117. Bocca, B., G. Forte, V. Giuffra, RM Serra, Y. Asara, C. Farace, M. Milanese. E. Tognotti, A. Montella, P. Bandiera, R. Madeddu. Metals in bones of the middle-aged inhabitants of Sardinia island (Italy) to assess nutrition and environmental exposure. – *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 25, 2018, № 9, pp. 8404-8414.
 118. Bortey-Sam, N, SM Nakayama, Y. Ikenaka, O. Akoto, E. Baidoo, YB Yohannes, H. Mizukawa, M. Ishizuka. Human health risks from metals and metalloid via consumption of food animals near gold mines in Tarkwa, Ghana: estimation of the daily intakes and target hazard quotients (THQs). – *Ecotoxicology & Environmental Safety*, 111, 2015, pp. 160-167.
 119. Brüscheiler, BJ. The TTC Approach in Practice and its Impact on Risk Assessment and Risk Management in Food Safety. A Regulatory Toxicologist's Perspective. – *Chimia (Aarau)*, 68, 2014, № 10, pp. 710-715.
 120. Burger, J., M. Gochfeld, Z. Batang, N. Alikunhi, R. Al-Jahdali, D. Al-Jebreen, MA Aziz, A. Al-Suwailem. Interspecific and locational differences in metal levels in edible fish tissue from Saudi Arabia. – *Environmental Monitoring & Assessment*, 186, 2014, № 10, pp. 6721-46.
 121. Cadmium in food - Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain (Question No EFSA-Q-2007-138). Adopted on 30 January 2009. – *EFSA Journal*, 980, 2009, pp. 1-139. <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/980>
 122. Catunescu, Giorgiana M., Ana Ma Troncoso, Angeles Jos. Risk assessment methodologies in the field of contaminants, food contact materials, technological ingredients and nutritional risks. *EFSA Journal*, 17, 2019, suppl. 2, e170911. **doi: 10.2903/j.efsa.2019.e170911.**
 123. Cheng, J., X. Zhang, S. Ren, T. Wang, Z. Tang. Metals in wild fish from Gaotang Lake in the area of coal mining, China: assessment of the risk to human health. – *Environmental Science & Pollution Research*, 26, 2019. № 23, pp. 23754-23762.
 124. Chiesa, LM, F. Ceriani, M. Caligara, D. Di Candia, R. Malandra, S. Panseri, F. Arioli. Mussels and clams from the Italian fish market. Is there a human exposition risk to metals and arsenic. – *Chemosphere*, 194, 2018, pp. 644-649.

125. Clemens, S., Aarts, Mark G.M., Thomine, S., Nathalie Verbruggen, Plant science: the key to preventing slow cadmium poisoning, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2012.08.003>
126. Codex Alimentarius Commission - Procedural Manual – Twelfth Edition, FAO and WHO, 2001. <https://www.fao.org/3/y2200e/y2200e00.htm>
127. Codex Alimentarius Commission Procedural Manual, Seventeenth Edition, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Rome 2007, 45 p. <https://www.fao.org/3/a1472e/a1472e.pdf>
128. Codex Alimentarius Commission, Report Of The Twenty-Sixth Session, Report „World health organization food and agriculture organization of the united nations“, Rome, 2003.
129. Codex Alimentarius Guidelines For Rapid Risk Analysis Following Instances Of Detection Of Contaminants In Food Where There Is No Regulatory Level. CXG 92-2019, Adopted in 2019. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/guidelines/en/>
130. Codex Alimentarius Neral Standard For Contaminants And Toxins In Food And Feed Cxs 193-1995 Adopted in 1995 Revised in 1997, 2006, 2008, 2009 Amended in 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 66 p. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/thematic-areas/contaminants/en/>
131. Codex Alimentarius. Code Of Practice On Food Allergen Management For Food Business Operators CXC 80-2020 Adopted in 2020. WHO, 2020, 20 p. <http://www.correctfoodsystems.com.au/codex-haccp-2020.html>
132. Commission Regulation (EU) No 589/2014 of 2 June 2014 laying down methods of sampling and analysis for the control of levels of dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in certain foodstuffs and repealing Regulation (EU) No 252/2012 Text with EEA relevance. <https://www.informea.org/en/legislation/commission-regulation-eu-no-5892014-laying-down-methods-sampling-and-analysis-control>
133. Cross, R., G. Kozianowski. Threshold of toxicological concern (TTC) in food safety assessment. – Toxicol. Lett., 127, 2002, № 1-3, pp. 43-46. [doi: 10.1016 / s0378-4274 \(01\) 00481-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4274(01)00481-7).
134. Curren, MS, CL. Liang, K. Davis, K. Kandola, J. Brewster, M. Potyrala, HM. Chan. Assessing determinants of maternal blood concentrations for persistent organic pollutants and metals in the eastern and western Canadian Arctic- Science of the Total Environment, 2015 Sep 15. 527–528, pp. 150-158.
135. D'Mello, J. P. F. Food Safety: Contaminants and Toxins. Wallingford, CABI Publishing, 2003, 452 p.
136. Dolan, S.P., D. A. Nortrup, P. M. Bolger, S. G. Capar. Analysis of dietary supplements for arsenic, cadmium, mercury and lead using inductively coupled plasma mass spectrometry. – J. Agric. Food Chem., 51, 2003. № 5, pp. 1307-1312.
137. Dorne, J.L.C.M., J. Fink-Gremmels. Human and animal health risk assessments of chemicals in the food chain: Comparative aspects and future perspectives, Toxicology and Applied Pharmacology, 270, 2013, № 3, pp. 187-195.
138. Dorta, P., C. Rubio, G. Lozano, D. Gonzalez-Weller, A. Gutierrez, A. Hardisson, C. Revert. Metals in *Mullus surmuletus* and *Pseudupeneus prayensis* from the Canary Islands (Atlantic Ocean). – J. Food Protect., 78, 2015, № 12, pp. 2257-2263.
139. Dourson, M., G. Charnley, R. Scheuplein. Differential sensitivity of children and adults to chemical toxicity. II. Risk and regulation. – Regulatory Toxicology and Pharmacology, 35, 2002, №3. pp. 448-467.

140. Dudarev AA., Dietary exposure to persistent organic pollutants and metals among Inuit and Chukchi in Russian Arctic Chukotka. – Int. J. Circumpolar Health, 71, 2012, 18592. **doi: 10.3402/ijch.v71i0.18592.**
141. EFSA (European Food Safety Authority). Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to a harmonised approach for risk assessment of substances which are both genotoxic and carcinogenic. (Request No EFSA-Q-2004-020) (ADOPTED ON 18 OCTOBER 2005). – EFSA Journal, 282, 2005, pp. 1–31. **<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/282>**
142. EFSA , Evaluation of the FoodEx the food classification system applied to the development of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database. European Food Safety Authority,, European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. – EFSA Journal, 9, 2011, № 3, pp. 1-27: 1970. **<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2011.1970>**
143. EFSA Dujardin B and Kirwan L, 2019. Technical report on the raw primary commodity (RPC) model: strengthening EFSA’s capacity to assess dietary exposure at different levels of the food chain, from raw primary commodities to foods as consumed. EFSA supporting publication 2019:EN-1532. 30 p. **doi:10.2903/sp.efsa.2019.EN-1532**
144. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on tolerable weekly intake for cadmium. EFSA Journal 2011;9(2):1975. 19 pp. **doi:10.2903/j.efsa.2011.1975.**
145. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Journal 2010; 8(4):1570. 151 pp. **doi:10.2903/j.efsa.2010.1570. www.efsa.europa.eu**
146. EFSA Scientific opinion. Cadmium in food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain (Questin No EFSA-Q-2007-138) Adopted on 30 January 2009. – EFSA Journal, 980, 2009, 1-139, pp. 20-37. **<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/980>**
147. EFSA Scientific opinion. Scientific Opinion on Lead in Food. Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). – EFSA Journal, 8, 2010, № 4; 1570. 151 pp. **doi:10.2903/j.efsa.2010.1570.**
<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1570>
148. EFSA Scientific Opinion. Statement on tolerable weekly intake for cadmium. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). – EFSA Journal, 8, 2010, № 4; 1975. **<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1975>**
149. EFSA Scientific report. Lead dietary exposure in the European population, European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. – EFSA Journal, 10, 2012, № 7; 2831. **<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2831>**
150. EFSA Scientific report. Cadmium dietary exposure in the European population, European Food Safety Authority, (EFSA), Parma, Italy, – EFSA Journal, 10, 2012, № 1; 2551. **<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2551>**
151. EFSA Scientific report. Evaluation of the FoodEx, the food classification system applied to the development of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database. European Food Safety Authority. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. – EFSA Journal, 9, 2011, № 3; 1970. **<https://www.efsa.europa.eu/el/efsajournal/pub/1970>**
152. EFSA Technical Report. Risk evaluation of chemical contaminants in food in the context of RASFF notifications: Rapid Assessment of Contaminant Exposure tool (RACE). European Food Safety Authority (EFSA), Peter Fürst, Maria Rosaria Milana,

Karla Pfaff, Christina Tlustos, Christiane Vleminckx, Davide Arcella, Eric Barthélémy, Paolo Colombo, Tilemachos Goumperis, Luca Pasinato, Ruth Roldán Torres and Ana Afonso. - EFSA Supporting publication 2019:EN-1625.

doi:10.2903/sp.efsa.2019.EN-1625.

153. EFSA. D. Arcella, M. Binaglia and F. Vernazza. Dietary exposure assessment to perchlorate in the European population, Adopted: 29 September 2017, **doi: 10.2903/j.efsa.2017.5043.**
154. EFSA, Guidance Document on the Estimation of LOD and LOQ for Measurements in the Field of Contaminants in Feed and Food 2016 ;European Food Safety Authority (EFSA), SCIENTIFIC REPORT OF EFSA Management of left-censored data in dietary exposure assessment of chemical substances European Food Safety Authority, Parma, Italy This report published on 1 June 2010 replaces the earlier version published on 17 March 2010, EFSA Journal 2010; 8(3):1557
155. EFSA, 2010. Management of left-censored data in dietary exposure assessment of chemical substances. EFSA Journal 2010;8(3):1557, 96 pp. **[https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1557.](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1557)**
156. EFSA. Guidance on the use of the Threshold of Toxicological Concern approach in food safety assessment. EFSA Scientific Committee, Simon J More, Vasileios Bampidis, Diane Benford, Claude Bragard, Thorhallur I Halldorsson, Antonio F Hernandez-Jerez, Susanne Hougaard Bennekou, Kostas P Koutsoumanis, Kyriaki Machera, Hanspeter Naegeli, Søren S Nielsen, Josef R Schlatter, Dieter Schrenk, Vittorio Silano, Dominique Turck, Maged Younes, Ursula Gundert-Remy, George E N Kass, Juliane Kleiner, Anna Maria Rossi, Rositsa Seramova, Linda Reilly and Heather M Wallace, ADOPTED: 24 April 2019. **doi:10.2903/j.efsa.2019.570.**
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2019.5708>
157. EFSA, Guidance on the use of the benchmark dose approach in risk assessment, EFSA Scientific Committee, Simon John More, Vasileios Bampidis, Diane Benford, Claude Bragard, Thorhallur Ingi Halldorsson, Antonio F Hernandez-Jerez, Susanne Hougaard Bennekou, Kostas Koutsoumanis, Claude Lambré, Kyriaki Machera, Wim Mennes, Ewen Mullins, Søren Saxmose Nielsen, Dieter Schrenk, Dominique Turck, Maged Younes, Marc Aerts, Lutz Edler, Salomon Sand, Matthew Wright, Marco Binaglia, Bernard Bottex, Jose Cortiñas Abrahantes and Josef Schlatter, 21 September 2022 **doi: 10.2903/j.efsa.2022.7584**
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7584>
158. EFSA, Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Tin (Request N° EFSA-Q-2003-018), adopted on 6 July 2005. **<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2005.254>**
159. European Commission, Revised assessment of the risks to health and the environment associated with the use of the four organotin compounds TBT, DBT, DOT AND TPT, Opinion adopted by the SCHER during the 14th plenary of 30 November 2006, **https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scher/docs/scher_o_047.pdf**
160. European Commission. Assessment of the dietary exposure to arsenic, cadmium, lead and mercury of the population of the EU Member States, Report of experts participating in Task 3.2.11. Directorate-General Health and Consumer Protection, March 2004, 125 p. **https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/cs_contaminants_catalogue_scoop_3-2_1_heavy_metals_report_en.pdf**

161. EFSA, Outcome of the public consultation on the draft guidance on the use of the Threshold of Toxicological Concern approach in food safety assessment, Published:17 June 2019. <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5708>
162. EFSA, Overview on Tolerable Upper Intake Levels as derived by the Scientific Committee on Food (SCF) and the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA), Summary of Tolerable Upper Intake Levels – version 4 (September 2018).
https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/assets/UL_Summary_tables.pdf
163. EFSA, Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), (22 October 2009). "Scientific Opinion on Arsenic in Food". - EFSA Journal (European Food Safety Authority). 7, 2009, № 10, 1351, 199 p.
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2009.1351>
164. EFSA, Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), (22 October 2009). "Scientific Opinion on Arsenic in Food". - EFSA Journal, 7, 2009, № 10, 1351, 199 p. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2009.1351>
165. EFSA, Scientific Committee. Anthony Hardy, Diane Benford, Thorhallur Halldorsson, Michael John Jeger, Katrine Helle Knutsen, Simon More, Alicja Mortensen, Hanspeter Naegeli, Hubert Noteborn, Colin Ockleford, Antonia Ricci, Guido Rychen, Vittorio Silano, Roland Solecki, Dominique Turck, Marc Aerts, Laurent Bodin, Allen Davis, Lutz Edler, Ursula Gundert-Remy, Salomon Sand, Wout Slob, Bernard Bottex, Jose Cortiñas Abrahantes, Daniele Court Marques, George Kass and Josef R. Schlatter. Update: use of the benchmark dose approach in risk assessment, First published: 24 January 2017, 41 p.
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4658>
166. EFSA, Scientific Opinion. Guidance on selected default values to be used by the EFSA Scientific Committee, Scientific Panels and Units in the absence of actual measured data, EFSA Scientific Committee. - EFSA Journal, 12, 2012, № 3:2579.
<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2579>
167. EFSA, Scientific Opinion on Arsenic in Food, Published:22 October 2009.
<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1351>
168. EFSA Scientific Committee, Update: use of the benchmark dose approach in risk assessment, Anthony Hardy, Diane Benford, Thorhallur Halldorsson, Michael John Jeger, Katrine Helle Knutsen, Simon More, Alicja Mortensen, Hanspeter Naegeli, Hubert Noteborn, Colin Ockleford, Antonia Ricci, Guido Rychen, Vittorio Silano, Roland Solecki, Dominique Turck, Marc Aerts, Laurent Bodin, Allen Davis, Lutz Edler, Ursula Gundert-Remy, Salomon Sand, Wout Slob, Bernard Bottex, Jose Cortiñas Abrahantes, Daniele Court Marques, George Kass, Josef R. Schlatter ... See fewer authors, 2017. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4658>
169. EFSA, Technical Report. Outcome of the public consultation on the draft guidance on the use of the Threshold of Toxicological Concern approach in food safety assessment, APPROVED: 17 May 2019.
<https://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-1661>
170. EFSA, Technical Report. Use of cut-off values on the limits of quantification reported in datasets used to estimate dietary exposure to chemical contaminants, Davide Arcella, José Angel Gómez Ruiz, APPROVED: 4 June 2018
[doi:10.2903/sp.efsa.2018.EN-1452](https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1452)
171. EFSA, Technical Report. The food classification and description system FoodEx2 (revision 2), PUBLISHED: 30 April 2015.
<https://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-804>

172. EFSA, The food classification and description system FoodEx 2 (draft revision 1). EFSA Supporting Publications 2011;EN-215, 438 pp. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2011.en-215>
173. EFSA. Guidance of EFSA. Use of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database in Exposure Assessment¹European Food Safety Authority², ³This guidance published on 15th April 2011 replaces the earlier version published on 2nd March 2011. - EFSA Journal, 9, 2011, № 3:2097, 34 p. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2097>.
174. EFSA. Modern methodologies and tools for human hazard assessment of chemicals¹European Food Safety Authority. - EFSA J., 12, 2014, № 4; 3638. <https://www.efsa.europa.eu/bg/efsajournal/pub/3638>
175. EFSA. Scientific Report of EFSA. Overview of the procedures currently used at EFSA for the assessment of dietary exposure to different chemical substances¹European Food Safety Authority. - EFSA Journal, 9, 2011, № 12; 2490. 33 p. doi:10.2903/j.efsa.2011.2490.
176. EFSA, 2012. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Journal 2010; 8(4):1570. 151 pp. doi:10.2903/j.efsa.2010.1570. Available online: www.efsa.europa.eu
177. Engel, KH, RF Vogel, D. Knorr, M. Habermeyer, B. Kochte-Clemens, G. Eisenbrand. The role of the concept of "history of safe use" in the safety assessment of novel foods and novel food ingredients. Opinion of the Senate Commission on Food Safety (SKLM) of the German Research Foundation (DFG) Senate Commission on Food Safety, German Research Foundation. – Mol. Nutr. Food Res., 55, 2011, № 6, pp. 957-63.
178. European Commission, Joint Research Centre. Robouch, P., Stroka, J., Haedrich, J., et al., Guidance document on the estimation of LOD and LOQ for measurements in the field of contaminants in feed and food, Publications Office, 2016, <https://data.europa.eu/doi/10.2787/8931>
179. European Union. 1995. GEMS/Food-EURO Second Workshop on Reliable Evaluation of Low-Level Contamination of Food. Report on a Workshop in the Frame of GEMS/Food-EURO. Kulmbach, Federal Republic of Germany, 26-27 <http://toolbox.foodcomp.info/References/LOD/GEMS-Food-EURO%20%20-%20%20Reliable%20Evaluation%20of%20LowLevel%20Contamination%20of%20Food.pdf>
180. European Guide to Good Hygiene Practices for the collection, storage, trading and transport of cereals, oilseeds, protein crops, other plant products and products derived thereof, Coceral/Cogeca/Unistock Update Version 2.2 – July 2015: 73. <http://www.coceral.com/data/1490094920SANTE-2016-11958-02-00-EN-ORI-00.pdf>
181. FAO/WHO (2006) Food safety risk analysis - A guide for national food safety authorities. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization (FAO Food and Nutrition Paper, No. 87)
182. FAO/WHO. Chapter 6 dietary exposure assessment of chemicals in food. In FAO/WHO. Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food. Geneva: WHO; 2009 (updated 2020)
183. Fakhri, Y., A. Mohseni-Bandpei, G. Oliveri Conti, M. Ferrante, A. Cristaldi, Ali Khani Jeihooni, M. Karimi Dehkordi, A. Alinejad, H. Rasoulzadeh, Seyed Mohsen Mohseni, Maryam Sarkhosh, H. Keramati, B. Moradi, N. Amanidaz, Z. Baninameh. Systematic review and health risk assessment of arsenic and lead in the fished shrimps from the Persian gulf. - Food Chem Toxicol., 113, 2018, pp. 278-286.

184. Faroon, O, A. Ashizawa, S. Wright, P. Tucker, K. Jenkins, L. Ingerman, C. Rudisill. Toxicological Profile for Cadmium. Review from Agency for Toxic Substances and Disease Registry (US), Atlanta (GA), 20 Sep 2013. <https://europepmc.org/article/med/24049863>
185. FAO/WHO, Chapter 6 Dietary exposure assessment for chemicals in food (second edition). Environmental health criteria 240: Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food. Geneva, Switzerland: WHO.2020.
186. Figueira, E, A. Lima, D. Branco, V. Quintino, A M Rodrigues, R. Freitas. Health concerns of consuming cockles (*Cerastoderma edule* L.) from a low contaminated coastal system. – Environ. Int., 37, 2011, № 5, pp. 965-972.
187. Figueira, E, R. Freitas. Consumption of *Ruditapes philippinarum* and *Ruditapes decussatus*: comparison of element accumulation and health risk, Environ. Sci. Pollut. Res. Int., 20, 2013, № 8, pp. 5682-5691.
188. Findik, O., E. Cicek. Metal concentrations in two bioindicator fish species, *Merlangius merlangus*, *Mullus barbatus*, captured from the West Black Sea coasts (Bartin) of Turkey. – Bull. Environ. Contam. Toxicol., 87, 2011, № 4, pp. 399-403.
189. Firth, DC, K. Salie, B. O'Neill, LC. Hoffman. Monitoring of trace metal accumulation in two South African farmed mussel species, *Mytilus galloprovincialis* and *Choromytilus meridionalis*. – Marine Pollut. Bull., 141, 2019, pp. 529-534.
190. Food Safety and Food Quality (Issues in Environmental Science and Technology, Volume 15) 1st Edition. Ed. by RE Hester and. RM Harrison. Cambridge, Royal Society of Chemistry, 2001, 166 p.
191. Foodborne Pathogens: Hazards, Risk Analysis and Control. C. W. Blackburn (Editor), Clive de W. Blackburn (Editor), Peter McClure (Editor), P. J. McClure. CRC Press, 2002, 521 p.
192. GEMS/Food-EURO Second Workshop on Reliable Evaluation of Low-Level Contamination of Food Report on a Workshop in the Frame of GEMS/Food-EURO Kulmbach, Federal Republic of Germany, 26 - 27 May 1995. 1995 EUR/HFA target 22.
193. Giandomenico, S., N. Cardellicchio, L. Spada, C. Annicchiarico, A. Di Leo. Metals and PCB levels in some edible marine organisms from the Ionian Sea: dietary intake evaluation and risk for consumers. – Environ. Sci. Pollut. Res., 23, 2016, № 13, pp. 12596-12612.
194. Gizaw, Z. Public health risks related to food safety issues in the food market: a systematic literature review. – Environ. Health Prev. Med., 24, 2019, № 68, 21 p. <https://link.springer.com/article/10.1186/s12199-019-0825-5>
195. Gong, Y., S. Wen, C. Zheng, X. Peng, Y. Li, D. Hu, L. Peng. Potential risk assessment of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) by consuming animal-derived foods collected from interior areas of China. – Environ. Sci. Pollut. Res., 22, 2015, № 11, pp. 8349-8358.
196. Guendouzi, Y., DL Soualili, SW Fowler, M. Boulahdid. Environmental and human health risk assessment of trace metals in the mussel ecosystem from the Southwestern Mediterranean – Marine Pollut. Bull., 151, 2020; 110820.
197. Gusso-Choueri, PK, GS Araujo, ACF Cruz, TRO Stremel, SX Campos, DMS Abessa, CA Oliveira Ribeiro, RB Choueri. Metals and arsenic in fish from a Ramsar site under past and present human pressures: Consumption risk factors to the local population. – Sci. Total. Environ., 2018, 628-629:621-630, 2018. **doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.005.**
198. Hartwig, A., G. Jahnke. Metals and their compounds as contaminants in food: Arsenic, cadmium, lead and aluminum. – Bundesgesundheitsblatt,

- Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz, 60, 2017, № 7, pp. 715-721. **DOI: 10.1007/s00103-017-2567-0**
199. Hauser-Davis, RA, IC Bordon, TF Oliveira, RL Ziolli. Metal bioaccumulation in edible target tissues of mullet (*Mugil liza*) from a tropical bay in Southeastern Brazil. – J. Trace Elem. Med. Biol., 36, 2016, pp. 38-43. **DOI: 10.1016/j.jtemb.2016.03.016**
 200. Hu, B., F. Deng, G. Chen, X. Chen, W. Gao, L. Long, J. Xia, ZH Chen. Evolution of Absciscic Acid Signaling for Stress Responses to Toxic Metals and Metalloids. – Front. Plant Sci., 11, 2020: 909: **doi: 10.3389/fpls.2020.00909.**
 201. Iwasaki, Y., SJ Ormerod. Estimating safe concentrations of trace metals from inter-continental field data on river macroinvertebrates. – Environ. Pollut., 166, 2012, pp. 182-186.
 202. James, W.P.T. Public Health and Nutrition. Abstract book. 1999, p. 32.
 203. Jarzynska, G., J. Falandysz. Selenium and 17 other largely essential and toxic metals in muscle and organ meats of Red Deer (*Cervus elaphus*)--consequences to human health. – Environ. Int., 37, 2011, № 5, pp. 882-888. 2011 **doi: 10.1016/j.envint.2011.02.017**
 204. Joint FAO/WHO Expert Committee on Contaminants and Food Additives (JECFA). **<https://www.fao.org/food-safety/scientific-advice/jecfa/en/>**
 205. Kim, M., BH Cho, CM Lim, DG Kim, SY Yune, JY Shin, YH Bong, J Kang, MA Kim, SW Son. Chemical residues and contaminants in foods of animal origin in Korea during the past decade. – J. Agricult. Food Chem., 61, 2013, № 10, pp. 2293-2298. **doi: 10.1021/jf3046297**
 206. Kniel, KE, D. Kumar, S. Thakur. Understanding the Complexities of Food Safety Using a "One Health" Approach. – Microbiol. Spect., 6, 2018, № 1, pp. 1-9. **<https://doi.org/10.1128/microbiolspec.PFS-0021-2017>**
 207. Kroes, R., A.G. Renwick, M. Cheeseman, J. Kleiner, I. Mangelsdorf, A. Piersma, B. Schilter, J. Schlatter, F. van Schothorst, JG. Vos, G. Würtzen. Structure-based thresholds of toxicological concern (TTC): guidance for application to substances present at low levels in the diet. – Food Chem. Toxicol., 42, 2004, № 1, pp. 65–83. **doi: 10.1016/j.fct.2003.08.006.**
 208. Kroes, R., D. Müller, J. Lambe, MR Löwik, J. van Klaveren, J. Kleiner, R. Massey, S. Mayer, I. Urieta, P. Verger, A. Visconti. Assessment of intake from the diet. – Food Chem. Toxicol., 40, 2002, № 2–3, pp. 327–385. **doi: 10.1016/s0278-6915(01)00113-2.**
 209. Kroes, R., J. Kleiner, and A. Renwick. The Threshold of Toxicological Concern Concept in Risk Assessment Received. – Toxicol Sci., 86, 2005, № 2, pp. 226–230. **DOI: 10.1093/toxsci/kfi169**
 210. Laird, BD, Chan, HM. Bioaccessibility of metals in fish, shellfish, wild game, and seaweed harvested in British Columbia, Canada. – Food Chem. Toxicol. 58, 2013, pp. 381-387. **doi: 10.1016/j.fct.2013.04.033. Epub 2013 May 9.**
 211. Le Croizier, G., G. Schaal, R. Gallon, M. Fall, F. Le Grand, JM Munaron, ML Rouget, E. Machu, F. Le Loc'h, R. Lae, LT De Morais. Trophic ecology influence on metal bioaccumulation in marine fish: Inference from stable isotope and fatty acid analyses. – Sci. Total Environ., 573, 2016, pp. 83-95. **<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.035>**
 212. Le, DQ, DC Nguyen H. Harino, N. Kakutani, N. Chino, T. Arai. Distribution of trace metals and methylmercury in soft tissues of the freshwater eel *Anguilla marmorata* in Vietnam. – Arch. Environ. Contam. Toxicol. 59, 2010, № 2, pp. 282-290. **doi: 10.1007/s00244-010-9479-4.**

213. Li, D., J. Wang, J. Pi, J. Yu, T. Zhang. Biota-sediment metal accumulation and human health risk assessment of freshwater bivalve *Corbicula fluminea* in Dongting Lake, China. – Environ. Sci. Pollut. Res. Int., 26, 2019, № 15, pp. 14951-14961. **doi: [10.1007/s11356-019-04931-7](https://doi.org/10.1007/s11356-019-04931-7)**.
214. Liu, F., HG Ni, F. Chen, ZX Luo, H. Shen, L. Liu, P. Wu. Metal accumulation in the tissues of grass carps (*Ctenopharyngodon idellus*) from fresh water around a copper mine in Southeast China. – Environ. Monitor. Assess, 184, 2012, № 7, pp. 4289-4299. **doi: [10.1007/s10661-011-2264-7](https://doi.org/10.1007/s10661-011-2264-7)**
215. Lopez-Alonso, M., F. Rey-Crespo, C. Herrero-Latorre, M. Miranda. Identifying sources of metal exposure in organic and conventional dairy farming, - Chemosphere, 185, 2017, pp. 1048-1055. **doi: [10.1016/j.chemosphere.2017.07.112](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.07.112)**
216. Low, KH, SM Zain, MR Abas, K. Md Salleh, YY Teo. Distribution and health risk assessment of trace metals in freshwater tilapia from three different aquaculture sites in Jelebu Region (Malaysia). - Food Chem., 177, 2015, pp. 390-396. **doi: [10.1016/j.foodchem.2015.01.059](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.059)**
217. Maharramov, MA, AA Jalalov, SI Maharramova, MM Jahangirov. Effects of Heavy Toxic Metals on Human Health and Methods of Determining their Content in Tea Sheets and Vegetables Grown in the Lankaran-Astara Region of the Republic of Azerbaijan. – Adv. Clin. Toxicol., 6, 2021, № 1: 000203. **doi: [10.23880/act-16000203](https://doi.org/10.23880/act-16000203)**
218. Marzec, Z., K. Wojciech, A. Marzec, W. Żukiewicz-Sobczka. Dietary exposure to cadmium, lead and nickel among students from the south-east region of Poland. – Ann. Agricult. Environ. Med., 21, 2014, No 4, pp. 825–828. **DOI: <https://doi.org/10.5604/12321966.1129941>**
219. McEvoy, John JD. Emerging food safety issues: An EU perspective. Drug Test. Anal., 8, 2016, № 5-6, pp. 511-520. **<https://doi.org/10.1002/dta.2015>**.
220. Moreda-Piñeiro, J., A. Moreda-Piñeiro, V. Romarís-Hortas, R. Domínguez-González, E. Alonso-Rodríguez, P. López-Mahía, S. Muniategui-Lorenzo, D. Prada-Rodríguez, P. Bermejo-Barrera. Trace metals in marine foodstuff: Bioavailability estimation and effect of major food constituents. - Food Chem., 134, 2012, № 1, pp. 339-345. **doi: [10.1016/j.foodchem.2012.02.165](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.165)**
221. Morin, N.J., Annual Chemical Production in the United States, Washington, D.C, Editor 2011, D.o.R.a.S. Federal Reserve Board
222. Ng, JC, A. Juhasz, E. Smith, R. Naidu. Assessing the bioavailability and bioaccessibility of metals and metalloids. – Environ. Sci. Pollut. Res., 22, 2015, № 12, pp. 8802-8825. **DOI: [10.1007/s11356-013-1820-9](https://doi.org/10.1007/s11356-013-1820-9)**
223. Oltmanns, J., O. Licht, M.-L. Bohlen, M. Schwarz, S. E. Escher, V. Silano, M. MacLeod, H. P. J. M. Noteborn, G. E. N. Kass and C. Merten. Potential emerging chemical risks in the food chain associated with substances registered under REACH. – Environ. Sci. Processes. Impacts, 22, 2020, pp. 105-120. **<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/em/c9em00369j>**
224. Onakpa, M. M., A. A. Njan, O. Ch. Kalu. A Review of Heavy Metal Contamination of Food Crops in Nigeria. – Ann. Global Health, 84, 2018, № 3, pp. 488–494. **DOI: <https://doi.org/10.29024/aogh.2314>**
225. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Tin (Request N° EFSA-Q-2003-018) (adopted on 6 July 2005), Published: 25 August 2005. **www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/254**
226. Orisakwe, O. E., J. K. Nduka, C. N. Amadi, D. O. Dike, O. Bede. Heavy metals health risk assessment for population via consumption of food crops and fruits

- in Owerri, South Eastern Nigeri. – Chem. Centr. J., 6, 2012, 77.
<http://journal.chemistrycentral.com/content/6/1/77>
227. Overview on Tolerable Upper Intake Levels as derived by the Scientific Committee on Food (SCF) and the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA), Summary of Tolerable Upper Intake Levels – version 4 (September 2018). **www.efsa.europa.eu/sites/default/files/assets/UL_Summary_tables.pdf**
 228. Pedersen, KL, LT Bach, P. Bjerregaard. Amount and metal composition of midgut gland metallothionein in shore crabs (*Carcinus maenas*) after exposure to cadmium in the food. – Aquat. Toxicol., 150, 2014, pp.182-188. **DOI: 10.1016/j.aquatox.2014.03.009**
 229. Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. (Question No EFSA-Q-2004-163) Adopted on 21 February 2008. – EFSA Journal, 653, 2008, pp. 1-131. **<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2008.653>**
 230. Peteva, Z., St. Georgieva, B. Krock, M. Stancheva. Selected Contaminants in Fish and Mussels From the Bulgarian Black Sea. – In: CBU International Conference Proceedings. Innovations in Science And Education, 20-23 march 2019, Prague, Czech Republic. **<https://ojs.journals.cz/index.php/CBUIC/article/view/1501/2034>**.
 231. Qiu, YW, D. Lin, JQ Liu, EY Zeng. Bioaccumulation of trace metals in farmed fish from South China and potential risk assessment. – Ecotoxicol. Environ. Saf., 74, 2011, № 3, pp. 284-293. **DOI: 10.1016/j.ecoenv.2010.10.008**
 232. Rahmani, J., Y. Fakhri, A. Shahsavani, Z. Bahmani, MA Urbina, S. Chirumbolo, H. Keramati, B. Moradi, A. Bay, G. Bjorklund. A systematic review and meta-analysis of metal concentrations in canned tuna fish in Iran and human health risk assessment. – Food Chem. Toxicol., 118, 2018, pp. 753-765. **DOI: 10.1016/j.fct.2018.06.023**
 233. Rai Prabhat Kuma, Sang Soo Lee, Ming Zhang, Yiu Fai Tsang, Ki-Hyun Kim. Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and Management. – Environ. Int., 125, 2019, pp 365-385.
 234. Rather, Irfan A., Yin Koh Wee, Woon K. Paek, Jeongheui Lim. The Sources of Chemical Contaminants in Food and Their Health Implications. Front Pharmacol. 2017 Nov 17;8:830. **DOI:10.3389/fphar.2017.00830**. PMID: 29204118; PMCID: PMC5699236.
 235. Renwick, A. G., Barlow, S. M., Hertz-Picciotto, I., Boobis, A. R., Dybing, E., Adler, L., Eisenbrand, G., Greig, J. B., Kleiner, J., Lambe, J., Müller, D. J., Smith, M. R., Tritscher, A., Tuijelaars, S., van den Brandt, P. A., Walker, R., & Kroes, R. Risk characterisation of chemicals in food and diet. – Food Chem. Toxicol., 41, 2003, № 9, pp. 1211-1271. **[https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(03\)00064-4](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(03)00064-4)**
 236. Roggeman, S, G. de Boeck, H. De Cock, R. Blust, L. Bervoets. Accumulation and detoxification of metals and arsenic in tissues of cattle (*Bos taurus*), and the risks for human consumption. – Sci. Total Environ., 2014, pp. 466-467:175-184. **DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.07.007**
 237. Rossi, A., G. Rossi, A. Rosamilia, MR Micheli. Official controls on food safety: Competent Authority measures. – Ital. J. Food Saf., 9, 2020, № 2:8607. **DOI: 10.4081/ijfs.2020.8607**
 238. Rozic, P., T. Dolenec, B. Bazdaric, V. Karamarko, G. Kniewald, M. Dolenec. Element levels in cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) from the Adriatic Sea and potential risk assessment. – Environ. Geochem. Health, 36, 2014, № 1, pp. 19-39. **<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23504489/>**

239. Satapathy, S., CR Panda, BS Jena. Risk-based prediction of metal toxicity in sediment and impact on human health due to consumption of seafood (*Saccostrea cucullata*) found in two highly industrialised coastal estuarine regions of Eastern India: a food safety issue. – Environ. Geochem. Health, 41, 2019, № 5 pp. 1967-1985. **DOI: 10.1007/s10653-019-00251-4**
240. Scientific opinion, Cadmium in food, Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain (Question No EFSA-Q-2007-138) Adopted on 30 January 2009 The EFSA Journal (2009) 980, 1-139 pp.20-37
241. Siddiqui, E., K. Verma, U. Pandey, J. Pandey. Metal Contamination in Seven Tributaries of the Ganga River and Assessment of Human Health Risk from Fish Consumption. – Arch. Environ. Contam. Toxicol., 77, 2019, № 2, pp. 263-278. **DOI: 10.1007/s00244-019-00638-5**
242. Singh, AK. Srivastava, SC, P. Verma, A. Ansari, A. Verma. Hazard assessment of metals in invasive fish species of the Yamuna River, India in relation to bioaccumulation factor and exposure concentration for human health implications. – Environ. Monit. Assess., 186, 2014, № 6, pp. 3823-3836. **DOI: 10.1007/s10661-014-3660-6**
243. Smith, T.J., C.S Yang. Effects of Food phytochemicals on xenobiotic metabolism and tumorigenesis. - In: Food Phytochemicals for Cancer Prevention. American Chemical Society. Washington. DC, 1994. V.1, pp. 17-48. **<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9600057>**
244. Sofoulaki, K., I. Kalantzi, A. Machias, SA Pergantis, M. Tsapakis. Metals in sardine and anchovy from Greek coastal areas: Public health risk and nutritional benefits assessment. - Food Chem. Toxicol., 123, 2019, pp. 113-124. **DOI: 10.1016/j.fct.2018.10.053**
245. Sonmez, AY, AM Yaganoglu, G. Arslan, O Hisar. Metals in two species of fish in Karasu River. – Bull. Environ. Contam. Toxicol., 89, 2012, № 6, pp. 1190-1195. **DOI: 10.1007/s00128-012-0841-2**
246. Soto-Jimenez, MF, F. Amezcua, R. Gonzalez-Ledesma. Nonessential metals in striped marlin and Indo-Pacific sailfish in the southeast Gulf of California, Mexico: concentration and assessment of human health risk. – Arch. Environ. Contam. Toxicol., 58, 2010, № 3, pp. 810-818. **DOI: 10.1007/s00244-009-9452-2**
247. Squadrone, S., P. Brizio, S. Caterina, M. Mantia, M. Battuello, N. Nurra, R. Mussat Sartor, R. Orusa, S. Robetto, F. Brusa, P. Mogliotti, A. Garrone, M. Cesarina Abete. Rare earth elements in marine and terrestrial matrices of Northwestern Italy: Implications for food safety and human health. – Sci. Total Environ., 660, 2019, pp. 1383-1391. **DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.112**
248. Stancheva, M. Zlatina Peteva, Bernd Krock. Study on risk of exposure of seafood consumers in Bulgaria to hydrophilic marine toxins. – Scr. Sci. Med., 51, 2019, № 1, pp. 25-32. **<https://journals.mu-varna.bg/index.php/ssm/article/view/5864>**
249. Suomi, J., P. Tuominen, S. Niinistö, S. M. Virtanen, K. Savela. Dietary heavy metal exposure of Finnish 1-year-olds, AIMS Agricult. Food, 4, 2019, № 3, 778–793. **DOI: 10.3934/agrfood.2019.3.778**
250. Suomi, J., P. Tuominen, S. Niinistö, S. M. Virtanen, K. Savela. Dietary heavy metal exposure of Finnish 1-year-olds. - AIMS Agriculture and Food, 4, 2019, № 3, pp 778-793. **doi: 10.3934/agrfood.2019.3.778**
251. Tanita, 2014: **<http://www.tanita.eu/about-tanita/understanding-measurements.html>** accessed

252. Tressou, J. Nonparametric Modeling of the Left Censorship of Analytical Data in Food Risk Assessment Jessica Tressou Journal of the American Statistical Association Vol. 101, No. 476 (Dec., 2006), pp. 1377-1386
253. Thompson, F. E. and A. F. Subar. Dietary Assessment Methodology. – In: Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease. Published by Elsevier, 2017. https://epi.grants.cancer.gov/dietary-assessment/Chapter%201_Coulston.pdf
254. Vandenberg LN, Colborn T, Hayes TB, Heindel JJ, Jacobs DR Jr, Lee DH, et al. Hormones and endocrine-disrupting chemicals: low-dose effects and nonmonotonic dose responses. *Endocr Rev.* 2012;33 (3):378-455.
255. Waheed, S., A. Kamal, RN Malik. Human health risk from organ-specific accumulation of toxic metals and response of antioxidants in edible fish species from Chenab River, Pakistan. – *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 21, 2014, № 6, pp. 4409-17. [doi: 10.1007/s11356-013-2385-3](https://doi.org/10.1007/s11356-013-2385-3).
256. Wang, J., M. Shen, Z. Gao. Research on the Irrational Behavior of Consumers' Safe Consumption and Its Influencing Factors. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15, 2018, № 12, 2764. [doi: 10.3390/ijerph15122764](https://doi.org/10.3390/ijerph15122764).
257. Wang, R., B. Zhong, L. Pi, F. Xie, M. Chen, S. Ding, S. Su, Z. Li, Z. Gan. Concentrations and Exposure Evaluation of Metals in Diverse Food Items from Chengdu, China. – *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 74, 2018, № 1, pp. 131-139. [doi: 10.1007/s00244-017-0420-y](https://doi.org/10.1007/s00244-017-0420-y).
258. Wang, WX, QG Tan. Applications of dynamic models in predicting the bioaccumulation, transport and toxicity of trace metals in aquatic organisms. – *Environ. Pollut.*, 252, 2019, Pt B, pp. 1561-1573. [doi: 10.1016/j.envpol.2019.06.043](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.06.043).
259. Wenzl, T., H. Johannes, A. Schaechtele, P. Robouch, J. Stroka. Guidance Document on the Estimation of LOD and LOQ for Measurements in the Field of Contaminants in Feed and Food. EUR 28099 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2016. [doi:10.2787/8931](https://doi.org/10.2787/8931), JRC102946.
260. WHO Assessment of chemical risks in food, 2009. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44065/?sequence=9>
261. WHO Food Additives Series: Safety evaluation of certain contaminants in food, 63. FAO JECFA MONOGRAPHS 8, 2011, 799 p. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44520>
262. WHO, WHO global strategy on health, environment and climate change: the transformation needed to improve lives and well-being sustainably through healthy environments. 2019, <https://www.who.int/phe/publications/global-strategy/en/> accessed at 12.06.2019.
263. WHO, Consultations and workshops : dietary exposure assessment of chemicals in food : report of a joint FAO/WHO consultation, Annapolis, Maryland, USA, 2-6 May 2005. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44027>
264. WHO, IARC (International Agency for Research on Cancer), Beryllium, Cadmium, Mercury and Exposures in the Glass Manufacturing Industry. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, № 58. Lyon, France, 1993, 444 p. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499756/>
265. WHO. Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food. Environmental health criteria 240. Stuttgart, Germany, 2009, 34 p. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241572408>
266. WHO. Consultations and workshops: dietary exposure assessment of chemicals in food : report of a joint FAO/WHO consultation, Annapolis, Maryland, USA, 2-6 May 2005, p 837. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44027>

267. WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants. Seventy-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series ; no. 983, 2013, Italy). IV.Series. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/98388>
268. WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants: Eighty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 2000. – pp. 27-29. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240030244>
269. WHO. Guidelines for Drinking-water Quality. Policies and Procedures used in updating the WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Public Health and the Environment, Geneva, World Health Organization, 2009, p. 20. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/70050>
270. WHO. Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food, Environmental Health Criteria 240, A joint publication of the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization Published under the joint sponsorship of the United Nations Environment Programme, the International Labour Organization and the World Health Organization, and produced within the framework of the Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals, 2009, (NLM classification; WA 712). https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44065/WHO_EHC_240_eng.pdf
271. WHO. Principles For The Safety Assessment Of Food Additives And Contaminants In Food. Environmental Health Criteria 70. World Health Organization, Geneva, 1987. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/37578>
272. Wiech, M., S. Frantzen, A. Duinker, JD Rasinger, A. Maage. Cadmium in brown crab Cancer pagurus. Effects of location, season, cooking and multiple physiological factors and consequences for food safety. – Sci. Total. Environ., 703, 2020: 134922. [doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134922](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134922)
273. Yang, F., L. Zhao, X Yan, Y. Wang. Bioaccumulation of trace elements in Ruditapes philippinarum from China: public health risk assessment implications. Int. J. Environ. Res. Public Health., 10, 2013, № 4, pp. 1392-405. [doi: 10.3390/ijerph10041392](https://doi.org/10.3390/ijerph10041392)
274. Zukowska, J., M. Biziuk. Methodological Evaluation of Method for Dietary Heavy Metal Intake. – J. Food sci., 73, 2008, № 2, pp. 21-29. [doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00648.x](https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00648.x)
275. <https://goaravetisyan.ru/bg/distancionnoe-zondirovanie-zemli-dzz-geoinformacionnye-sistemy-gis/>
276. <https://www.efsa.europa.eu/bg/data/data-standardisation>
277. www.focalpointbg.com/
278. www.efsa.europa.eu/en
279. www.efsa.europa.eu/en/press/news/contam100420
280. www.who.int
281. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5699236/>
282. <https://dietassessmentprimer.cancer.gov/profiles/recall/>

ПУБЛИКАЦИИ И НАУЧНИ СЪОБЩЕНИЯ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Научни публикации:

1. Average daily consumption of foods and of foods accumulating lead and cadmium in young people, Vanya Birdanova, Irena Stoilova, **Ivelina Ruseva**, Zdravka Radionova, Journal of IMAB 2023 Jan-Mar;29(1), ISSN: 1312-773X
2. Study of the content of heavy metals in foods in Bulgaria, **Ivelina R. Drambozova**, J Biomed Clin Res Volume 14 Number 2, 2021
3. Някои аспекти на замърсяването с тежки метали на храните, **Драмбозова И.**, Бирданова В. Списание "Превантивна медицина" се реферира в база данни "Българска медицинска литература" IX, 2021, 2(20)

Научни съобщения:

1. Study of the levels of metals in bulgarian food products for period 2013-2019, **Ivelina Drambozova**, Vanya Birdanova, 14th International congress on nutrition: „A place where science meets practice“ Belgrade 8-10th November 2021

Участия във форуми с международно участие у нас:

2. Some aspects of contamination with heavy metals in foods, **I. Drambozova**, V. Birdanova, 11th South-East European Conference of Chemotherapy, Infections and Cancer and 31st Annual Assembly of International Medical Association Bulgaria, 28–31 October 2021 Medical University – Plovdiv, Bulgaria
3. Нагласи за здравословно хранене на българските потребители на социални мрежи, Бирданова В., Гафурова, Георгиев, Виткова, **Драмбозова И.**, XI Национален конгрес по хранене с международно участие, 26-29 Май 2022 г.