



РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ
Министерство на земеделието и храните
Център за оценка на риска
по хранителната верига



**ОЦЕНКА НА РИСКА ЗА БЪЛГАРСКОТО НАСЕЛЕНИЕ ОТ ХРАНИТЕЛНА
ЕКСПОЗИЦИЯ НА МЕТИЛЖИВАК**

ImproRisk Scientific Report

Автор: инж. Светлана Савова

Email: ssavova@mzh.government.bg

Организация: Център за оценка на риска по хранителната верига към Министерство на
земеделието и храните

Дата на доклада: Jun 14, 2024 - 08:43:50 UTC

Amber Green White

1618, гр. София, бул. "Цар Борис III" № 136; тел. +359 2 427 30 56
<https://corhv.government.bg>, corhv@mzh.government.bg

Съдържание:

Резюме.....	3
Въведение.....	5
2.1 Характеристика на живака.....	5
2.2 Референтни стойности	8
Данни и методология.....	10
3.1 Данни за концентрацията на метилживак	11
3.2 Данни за консумация на българското население	12
3.3 Класификация на храните.....	14
3.4 Методология.....	14
Оценка на хранителната експозиция.....	15
4.1 Оценка на експозицията на метилживак.....	18
4.2 Разпределение на експозицията	19
4.3 Разпределение на общата експозиция по пол на потребителите.....	19
4.4 Средна стойност на експозицията във възрастовите групи.....	20
4.5 Принос на различните групи храни в общата експозиция на метилживак.....	21
Дискусия.....	21
Несигурности.....	22
Заклучение.....	23
Източници.....	23
Абревиатура.....	23

1 Резюме

Живакът (Hg) е метал, който се отделя в околната среда, както от естествени, така и от антропогенни източници. След навлизане в околната среда, той претърпява сложни трансформации и цикли между атмосферата, сушата и водните системи. По време на този биогеохимичен цикъл, хората, растенията и животните са изложени на неговото въздействие, а това потенциално води до различни рискове за здравето на живите организми. (CONTAM PANEL, 2008).

В контекста на тази опасност, оценките на експозицията на метилживак, отчитащи националните традиции и особености на храненето за всяка държава, играят важна роля в превенцията и борбата с този замърсител.

Центърът за оценка на риска по хранителната верига (ЦОРХВ) е оценил хранителната експозиция на метилживак на българското население, като е използвал данни от 221 проби за наличие на общ живак в храни, анализирани в процеса на изпълнение на Националната мониторингова програма за контрол на замърсители в храните. В оценката са включени данните от два периода - от 2009 г. до 2018 г. и от 2019 до 2023 г., предоставени от Българска агенция по безопасност на храните (БАБХ).

От тестваните храни за първия период близо 20% имат нива на живак под границите на количествено определяне (LOQ). Средните нива на живак варират между 0,0013 mg/kg за групата „Сьомга и пъстърва“ и 0,0089 mg/kg за „Семена от кимион“, отнасящи се за най-благоприятния (LB) сценарий и 0,016 mg/kg за „Риба и други морски дарове (включително земноводни, влечуги, охлюви и насекоми)“ до 0,091 mg/kg за семена от кимион, отнасящи се за най-неблагоприятния сценарий (UB).

За втория период, от 2019 г. до 2023 г., всички стойности за наличие на общ живак са под границата на количествено определяне. За всички групи храни, нивата на метилживак са нулеви за LB сценария и 0,0021 mg/kg (LOQ) за UB сценария.

Важен принос в приема на метилживак чрез храна в различните категории храни имат сладководните риби, морската риба и рибата диадромус.

За периода 2009 – 2018 г. средната експозиция на метилживак в храната варира от минимум 0 µg/kg телесно тегло, на седмица до максимум от 0,903 µg/kg телесно тегло на седмица, за възрастова група от 18 до 65 г.

За периода 2019 – 2023 г. средната експозиция на метилживак в храната варира от 0 µg/kg телесно тегло, на седмица до максимум от 0,087 µg/kg телесно тегло, на седмица при деца от 1 до 3 години.

Хроничната хранителна експозиция на метил живак не надвишава и е значително под референтната стойност от 1.3 µg/kg bw за седмица, за всички възрастови групи и за всички категории храни, отнесено и за двата периода на оценката.

Ключови думи: храна, концентрация, консумация, експозиция, оценка на риска, токсикология

Summary

Mercury (Hg) is a metal that is released into the environment from both natural and anthropogenic sources. After entering the environment, it undergoes complex transformations and cycles between the atmosphere, land and water systems. During this biogeochemical cycle, humans, plants and animals are exposed to it, and this potentially leads to various health risks for living organisms (CONTAM PANEL, 2008).

In the context of this danger, methylmercury exposure assessments, taking into account the national traditions and nutritional characteristics of each country, play an important role in the prevention and control of this contaminant.

The Risk assessment center on food chain has assessed the dietary exposure to methylmercury of the Bulgarian population, using data from 221 samples for the presence of total mercury in food, analyzed in the process of implementing the national monitoring program for the control of contaminants in food. The assessment includes data from two periods - from 2009 to 2018 and from 2019 to 2023, provided by the Bulgarian Food Safety Agency.

Of the foods tested for the first period, nearly 20% had mercury levels below the limits of quantification (LOQ). The mean mercury levels ranged between 0.0013 mg/kg for the Salmon and Trout group and 0.0089 mg/kg for the Cumin Seed related to the most favorable (LB) scenario and 0.016 mg/kg for the Fish and other seafood (including amphibians, reptiles, snails and insects)' up to 0.091 mg/kg for cumin seeds referring to the worst case scenario (UB).

For the second period, from 2019 to 2023, all values for the presence of total mercury are below the limit of quantification. For all food groups, methylmercury levels were zero for the LB scenario and 0.0021 mg/kg (LOQ) for the UB scenario.

Freshwater fish, marine fish and diadromous fish are important contributors to the dietary intake of methylmercury in the various food categories.

For the period 2009 – 2018, the average dietary methylmercury exposure ranged from a minimum of 0 µg/kg body weight, per week up to a maximum of 0.903 µg/kg body weight per week, for the 18-65 age group.

For the period 2019 – 2023, the average exposure to methylmercury in food ranges from 0 µg/kg body weight, per week up to a maximum of 0.087 µg/kg body weight, per week in children from 1 to 3 years.

Chronic dietary exposure to methylmercury did not exceed and was significantly below the reference value of 1.3 µg/kg bw per week, for all age groups and for all food categories, for both assessment periods.

Key words: *food, concentration, consumption, exposure, risk assessment, toxicology*

2 Въведение

2.1 Характеристики на живака

Живакът (Hg) е метал, който се отделя в околната среда, както от естествени, така и от антропогенни източници. След навлизане в околната среда, той претърпява сложни трансформации и цикли между атмосферата, сушата и водните системи. По време на този биогеохимичен цикъл, хората, растенията и животните са изложени на неговото въздействие, а това потенциално води до рискове за здравето на всички живи организми.

Метилживакът се концентрира най-вече във водната хранителна верига, което прави популациите с висок прием на риба и морски дарове особено уязвими (COMMUNITIES, Brussels, 28.01.2005).

Химични свойства

Живакът принадлежи към група II В на периодичната таблица и има атомен номер 80 и молекулна маса 200,59 g/mol. Има седем стабилни изотопа на живака, като ^{202}Hg е най-разпространеният (29,86%).

Трите химически форми на живака са

- елементарен или метален живак (Hg_0),
- неорганичен живак (живачни (Hg_2^{2+}) и живачни (Hg^{2+}) катиони) и
- органичен живак.

В своята елементарна форма, живакът съществува като течност при температура и налягане, равни на тези на околната среда, и бързо се изпарява. Елементарният живак е преобладаващата форма на живак в атмосферата.

Неорганичните живачни съединения (IHg) са соли на Hg_2^{2+} и Hg^{2+} , които се използват в някои индустриални процеси и могат да бъдат намерени в състава на батерии, фунгициди, антисептици или дезинфектанти (CONTAM PANEL, 2008). Неорганичните живачни соли обикновено се намират под формата на живачен сулфид (HgS), живачен оксид (HgO) и живачен хлорид (HgCl_2).

Органичните живачни съединения имат поне един въглероден атом, ковалентно свързан с живачен атом (WHO, 1991). Метилживакът (MeHg) е тяхната най-често срещаната форма в хранителната верига. Други органични живачни съединения като фенилживак, тиомерсал и мербромин (известен също като меркурохром) се използват като фунгициди, както и в някои фармацевтични продукти. Излагането на метилживак става предимно чрез храната. Освен храната, има и други източници, като например освобождаване на елементарен живак от зъбната амалгама, който хората постоянно вдишват. (CONTAM PANEL, 2008)

С увеличаване на мускулната маса, както и при продължителна експозиция, метилживакът се натрупва най-вече в мускулите.

Производство

Наличният на световния пазар живак се получава на първо място при

- първично производство (добив на живак);
- вторично производство (където живакът е страничен продукт, например при производството на цинк); рециклиране (от флуоресцентни лампи и др.);
 - и повторно използване на промишлени излишъци (например в хлоралкалната промишленост).

Приложение

Производството на батерии, златодобивът и хлоралкалната индустрия са най-важните глобални приложения, представляващи над 75% от световното потребление на живак (Европейска комисия, 2005а). За да се намалят нивата на живак в околната среда и излагането на човека, Европейската комисия стартира Европейска Стратегия на Съюза (ЕС) за живака. (през 2005 г.) Това е всеобхватна инициатива, която включва 20 мерки за намаляване на емисиите на живак, за намаляване на предлагането и търсенето на живак, и за защита от експозиция.

През 2010 г. Европейската комисия преразгледа стратегията за живака и стигна до заключението, че прилагането на стратегията е в напреднал стадий и почти всички действия са изпълнени. Очаква се прилагането на тези политики да намали емисиите, въпреки че данните, свързани с тази стратегия все още не са обявени публично.

Живакът се използва във ваксините под формата на Тиомерсал (синоними натриев 2-етилмеркуротио-бензоат, тимерозал, мертиолат, меркуротиолат, мерфамин, мерорган, мерзонин, (C₉H₉HgNaO₂ S, CAS № 54-64-8) за предотвратяване на бактериален и гъбичен растеж, особено във ваксини, формулирани за многодозови флакони. ((CONTAM), 2012)

Водни системи

Замърсяването на рибата с живак и MeHg е сериозен проблем в световен мащаб. От една страна, рибата е основен източник на висококачествен протеин в храната за хората по света. (FAO, 2022) Богата е на омега-3, докозахексаенова киселина, линоленова киселина, ненаситени мастни киселини, минерали (селен, йод, магнезий, желязо, мед и витамини), които осигуряват защитни ефекти срещу незаразни заболявания, особено сърдечно-съдови заболявания и ревматоиден артрит, а също и нормално развитие на невроните при деца.

Метилживакът е най-токсичната форма на живака, с добре установена невротоксичност. Проучванията показват, че продължителното излагане (дори и на ниски дози MeHg) е свързано със забавяне на развитието на плода, проблеми при възприятията и много вероятни поведенчески проблеми при развиващия се плод, кърмачетата и децата, както и с невродегенеративни разстройства, като болестите на Паркинсон и Алцхаймер при възрастни. Освен това, доказателствата сочат, че дългосрочното излагане на MeHg може да има отрицателни ефекти върху имунната и сърдечно-съдовата система¹. (Maetha M. Al-Sulaiti, 2023)

Идентификация и характеристика на опасността

Токсичността на MeHg за развиващия се мозък на човешкия фетус е описана за първи път в Минамата, Япония, където консумацията на риба с високи концентрации на метилживак, от бременни жени, е довела до церебрална парализа при деца; докато изложените жени не са били засегнати. Уязвимостта на развиващия се мозък към MeHg е свързана с неговата липофилност, която позволява преминалият през плацентата MeHg да се концентрира в централната нервна система на плода. Освен това кръвно-мозъчната бариера не е напълно развита до първата година, което улеснява движението на замърсители през нея. Метил живакът може да повлияе неблагоприятно на паметта, вниманието, езиковите умения, визуално-пространственото възприятие и двигателните умения, и да повлияе интелигентността (IQ) при деца.

Ефектите върху IQ все още са спорни. Проучванията показват, че наличието на живак в пренаталната кръв на майката, която редовно консумира риба, не е непременно свързан с IQ

¹ Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2022). Toxicological Profile for Mercury (Draft for Public Comment). Atlanta. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. Retrieved August 2022, from <https://wwwn.cdc.gov/TSp/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=115&tid=24>
FAO/WHO. (2006). Evaluation of certain food additives and contaminants Sixty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series. no 940. Retrieved January 2021 from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43592>

на потомството. Експозицията на метилживак също се свързва с потискане на дейността на симпатиковия и парасимпатиковия дял на вегетативната нервна система.

Метил живакът може да причини невродегенеративни заболявания при възрастни. Смята се, че механизмите са повлияни от увеличаването на реактивните кислородни видове (ROS). Оксидативният стрес се свързва с етиологията на невродегенеративни заболявания като болестите на Паркинсон и Алцхаймер, но тези механизми все още не са напълно изяснени. Въпреки че няма данни за ефектите на MeHg върху имунната и репродуктивната система при хората, проучванията върху животни показват, че MeHg има неблагоприятни ефекти върху имунните клетки, клетъчните реакции, развиващата се имунна система, намалява плодовитостта, теглото на новородени, степента на преживяемост на плода и предизвиква аномалии на плода. Освен това, излагането (дори на ниски дози) на MeHg, се свързва с повишено кръвно налягане, остър миокарден инфаркт, коронарна дисфункция и атеросклероза при хората.

Смята се, че механизмите на увреждане се дължат на увеличаване на реактивните кислородни видове (ROS), дисрегулация на антиоксидантните ефекти на глутатион и каталаза, липидна пероксидация, тромбоцитна агрегация и склероза на артериите. Токсичните ефекти върху сърдечно-съдовата система не трябва да се пренебрегват, тъй като сърдечно-съдовите заболявания са водещата причина за смъртност и заболеваемост в света. (Maetha M. Al-Sulaiti, 2023)

Въпреки отрицателните ефекти от приема на MeHg, консумацията на риба има положителни резултати върху човешкото здраве. Следователно съотношението полза/риск трябва да се има предвид при разработването на нови насоки за хранене.

Като критичен ефект за определянето на тази стойност е определен неврологичният растеж на развиващия се плод, като най-чувствителна субпопулация. Определените максимално допустими граници са следните:

- ✓ 0,5 µg/g и 1 µg/g за MeHg за нехищни и някои хищни видове риби от JECFA² и EFSA³ (FAO/WHO, 2006; Комисията на ЕС, 2022),
- ✓ 0,3 µg/g от US EPA⁴ (US EPA, 2017) и
- ✓ 0,3 µg/g в някои видове риба като съомга от Комисията на ЕС (Комисията на ЕС, 2022).

В световен мащаб са проведени много проучвания, които оценяват здравните рискове от хранителната експозиция на MeHg. Изчислените рискове варират в зависимост от географското положение на държавата, от количеството и вида на консумираната риба, както и от нивото на замърсяване на рибата. ((CONTAM), 2012)

2.2 Референтни стойности

С цел защита на общественото здраве, член 2 от Регламент (ЕИО) № 315/93 на Съвета⁵ постановява, че когато е необходимо, се установяват максимално допустими отклонения за специфични замърсители. Настоящите максимални нива за живак са определени в Регламент (ЕС) 2023/915 на Комисията от 25 април 2023 година, относно максималните нива на

² Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – Съвместният експертен комитет на FAO/СЗО по хранителните добавки е международен научен експертен комитет, който се администрира съвместно от Организацията по прехрана и земеделие на Обединените нации и Световната здравна организация.

³ European Food Safety Authority (EFSA) – Европейският орган за безопасност на храните (ЕОБХ) е агенция на Европейския съюз. Предоставя независими консултации и информация за съществуващи и възможни рискове, свързани с продоволствието. Дейността на агенцията обхваща всички въпроси относно прякото и непряко влияние върху безопасността на хранителните продукти за хора и животни, включвайки здравето на животните и защитата на растенията.

⁴ Американска агенция за опазване на околната среда (United States Environmental Protection Agency)

⁵ Регламент (ЕИО) № 315/93 на Съвета от 8 февруари 1993 година за установяване на обществени процедури относно замърсителите в храните, (ОВ L 37, 13.2.1993, п. 1–3)

определени замърсители в храните и за отмяна на Регламент (ЕО) № 1881/2006 (ОВ L 119, 5.5.2023 г.).

Понастоящем са установени пределно допустими количества (MLs) за метилживак в рибни продукти и мускулно месо от риба и в хранителни добавки. За рибни продукти и мускулно месо от риба (включително ракообразни, с изключение на кафявото месо от раци и с изключение на главата и гръдния кош на омари и подобни големи ракообразни (*Nephropidae* и *Palinuridae*) се прилага ML от 0,5 mg/kg мокро тегло (w.w.). Изключение е направено за мускулно месо от някои специфични риби, където се прилага ML от 1,0 mg/kg т.т.

Codex Alimentarius също е определил редица насоки за живак (общ) и метилживак, а именно за натурални минерални води (общ живак: 0,001 mg/kg), хранителна сол (общ живак: 0,1 mg/kg), риба, с изключение на хищни риби (метилживак: 0,5 mg/kg) и хищни риби като акула, риба меч, риба тон и щука (метилживак: 1 mg/kg).

Насоките за нивата на метилживак са предназначени за прясна или преработена риба и рибни продукти, предмет на международна търговия. Международните здравни агенции са предприели редица действия, насочени към използване на полезните качества на рибата, без да се пренебрегва грижата за общественото здраве като цяло, и най-вече това на уязвимите групи. За MeHg е установена референтна доза, която се определя като стойност на експозиция, на която човек може да бъде изложен цял живот, без значителен риск от увреждане. Тази референтна стойност се определя като допустим седмичен прием (TWI) и е $1,3 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{w}^{-1}$ ((CONTAM), 2012)

За разлика от някои други замърсители, съдържанието на живак не е свързано със съдържанието на мазнини в рибата и поради това, живакът не се счита за проблем, свързан с мазната риба. При някои видове риби, които обикновено имат по-високи концентрации на живак, вкл. акула, риба меч и марлин, съдържанието на живак може да надвишава 1 000 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Прясната риба тон често съдържа концентрации на живак между около 100 и 1 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Хищните сладководни риби също са източник на експозиция на живак чрез храната. Специфичните характеристики на екосистемите допринасят за променливостта на концентрацията на живак (Maetha M. Al-Sulaiti, 2023).

В България действат редица нормативни актове, които се грижат за опазване на чистотата на водните ни басейни, като:

- Закон за опазване на околната среда⁶,
- Закон за устройството на черноморското крайбрежие⁷,
- Наредба за опазване на околната среда в морските води⁸,
- Конвенция за биологично разнообразие⁹,
- Букурещката конвенция (Черно море)¹⁰.

Конвенцията за опазване на Черно море от замърсяване, известна като Букурещката конвенция е подписана в Букурещ през 1992 г. и приета през 1994 г., с шест договарящи страни по Конвенцията. Букурещката конвенция има за цел да се бори със замърсяването от

⁶ Закон за опазване на околната среда, Обн. ДВ. бр.91 от 25 септември 2002г, изм. ДВ. бр.102 от 8 Декември 2023 г.

⁷ Закон за устройството на черноморското крайбрежие, в сила от 01.01.2008 г., Обн. ДВ. бр.48 от 15 юни 2007 г., изм. и доп. ДВ. бр.16 от 23 февруари 2024 г.

⁸ Наредба за опазване на околната среда в морските води, в сила от 30.11.2010 г., Приета с ПМС № 273 от 23.11.2010 г., Обн. ДВ. бр.94 от 30 ноември, изм. ДВ. бр.9 от 30 януари 2024 г.

⁹ Convention on biological diversity, *OJ L 309, 13.12.1993, p. 3–20 (ES, DA, DE, EL, EN, FR, IT, NL, PT)*

¹⁰ Конвенция за сътрудничество при опазване и устойчиво използване на река Дунав (Конвенция за опазване на река Дунав), Ратифицирана със закон, приет от 38-о НС на 24.03.1999 г. - ДВ, бр. 30 от 2.04.1999 г. Издадена от Министерството на околната среда и водите, обн., ДВ, бр. 49 от 17.05.2002 г., в сила от 6.04.1999 г., попр., бр. 53 от 28.05.2002 г.

наземни източници и морския транспорт, постигане на устойчиво управление на спасителни морски ресурси и постигане на устойчиво развитие.

Поради характера си на гранична зона на ЕС, днес Черно море с основание се припознава и като "европейско" море, независимо от неговата предълга история. (Yovchevska, 2020)

Нашите черноморските риби са храна с високо качество, много добър източник на протеини и полиненаситени мастни киселини, както и на важните омега-3 киселини.

Все пак от гледна точка на здравето, е необходимо да се отдаде приоритет на риска и той да бъде внимателно оценен.

3 Данни и методология

3.1 Данни за концентрация на живак

При обработката на данните за концентрацията на метилживак е използвано ръководството на ЕОБХ „Управление на данните за ЛС при оценка на експозицията на химикали в храната“¹¹, като за обработка на данните е приложен методът на заместване.

Долната граница (LB) е получена чрез присвояване на стойност нула на всички проби, отчетени като по-ниски от границата на количествено определяне (LOQ), средната граница (MB) чрез присвояване на половината от стойността на LOQ, и горната граница – UB, чрез присвояване на числената стойност на LOQ, като резултат от пробата.

Данните за концентрацията на метилживак в различните групи храни са събрани при официален контрол на храни в България за посочените периоди и са предоставени на ЦОРХВ от Българска агенция по безопасност на храните, за нуждите на оценката на риска.

1. Първи период:

За периода 2009 до 2018 г., метилживакът е анализиран в 182 проби за категория „Риба и други морски дарове“ и за „Семена от кимион“. Най-високата концентрация на метилживак е докладвана в категорията „Семена от кимион“, а за рибните продукти – за Есетрови, последвано от „Сьомга и пъстърва“ (*Salmo spp.*), „Шаран“ (*Cyprinus*), „Риба и други морски дарове (включително земноводни, влечуги, охлюви и насекоми“.

2. Втори период:

За периода 2019 г. до 2023 г., метилживакът е анализиран в 52 проби за подкатегории Скумрия, Атлантическа сьомга, Миди, Калмари, Сафрид, Скариси обикновени, Лаврак, Паламуд, Риба (месо), Цаца, Мерлузи, Риба тон. Всички установени концентрации са под границата на количествено определяне.

Трябва да се отбележи твърде малкия брой проби за този период.

Връзка между концентрациите на общ живак и метилживак

Центърът за оценка на риска по хранителната верига е приел консервативен подход за изчисляване на експозицията на метилживак в храната. Такъв подход е използван и от панела CONTAM на ЕОБХ при оценка на експозицията на метилживак в храни, която приема, че 100% от установения общ живак в рибата е под формата на метилживак. ((CONTAM), 2012)

Обработка на храни

Живакът в храната е стабилен и устойчив на ефектите, които обикновено се появяват по време на обработката. През 2008 г. СЗО публикува мнението си, че метилживакът в рибата е свързан с тъканния протеин, а не с мастните натрупвания, следователно подрязването и

¹¹ Management of left-censored data in dietary exposure assessment of chemical substances, <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1557>

одирането на рибата не намалява съдържанието на живак в частта от филетата. Освен това концентрацията на живак в рибата не се променя при готвене. Въпреки това, тъй като известно количество влага обикновено се губи по време на готвене, концентрациите на живак често са малко по-високи в сготвена риба, отколкото в сурова мокра тъкан. В допълнение, някои методи на приготвяне, като дълбоко пържене, могат действително да увеличат теглото на рибата, което потенциално води до малко по-ниски концентрации на живак. Въпреки това, общото количество живак в рибата остава относително непроменено след готвене, а леките промени в концентрациите на живак, дължащи се на методите на готвене, са относително незначителни и като цяло не е необходимо да се вземат предвид при оценката на хранителните експозиции. (Maetha M. Al-Sulaiti, 2023)

3.1.1 Събиране и валидиране на данни

Обобщеният набор от данни за наличие на общ живак за различни хранителни продукти, за двата периода е показан в следващите таблици:

Таблица 3.1: Обобщени стойности за наличие на метилживак

за периода 2009 – 2018 г.

FoodEx2 Code	FoodEx2	Ниво	N	LB mean (mg/kg)	MB mean (mg/kg)	UB mean (mg/kg)
A029F	Пъстърва	5	79	0.013	0.025	0.030
A027D	Шаран	6	87	0.024	0.024	0.024
A018E	Семена кимион	5	1	0.089	0.090	0.091

За най-консервативния сценарий концентрациите варират от 0,024 mg/kg за шаран до 0,094 mg/kg за семена кимион.

За периода 2019-2023 г.

FoodEx2 Code	FoodEx2	Level	N	LB mean (mg/kg)	MB mean (mg/kg)	UB mean (mg/kg)
A02CT	Скумрия	5	14	0	0.001	0.0021
A028P	Атлантическа съомга	6	2	0	0.001	0.0021
A02HF	Миди	3	6	0	0.001	0.0021
A02JH	Калмари	4	6	0	0.001	0.0021
A02CN	Сафрид	6	2	0	0.001	0.0021
A02GB	Скариди, обикновени	4	12	0	0.001	0.0021
A029T	Лаврак	5	1	0	0.001	0.0021
A02DS	Паламуд	6	1	0	0.001	0.0021
A026V	Риба месо	2	4	0	0.001	0.0021
A02DH	Цаца	5	2	0	0.001	0.0021
A02CB	Мерлуза	5	2	0	0.001	0.0021
A02DX	Риба тон	6	2	0	0.001	0.0021

За този период концентрацията на метилживак варира от 0 до 0,0021, каквато е стойността на границата на количествено определяне за двата сценария.

3.2 Данни за консумация на българското население

През 2010 г. е създадена изчерпателната европейска база данни за потреблението на храни на EFSA (наричана по-нататък Изчерпателна база данни). Тя се базира на съществуваща национална информация за потреблението на храни, класифицирана на различни нива.

Потребителите са категоризирани в седем възрастови групи, обхващащи кърмачета (под 1 година), малки деца (от 1 до 3 години), други деца (от 3 до 10 години), юноши (от 10 до 18 години), възрастни (от 18 до 65 години), възрастни (от 65 до 75 години) и много възрастни хора (≥ 75 години).¹²

За оценката, данните за потреблението на храна, се представят според класификационната система на FoodEx2, на различни нива.

Въпреки че данните за консумацията на храни в Изчерпателната база данни са най-пълните и подробни, налични в момента в ЕС, трябва да се отбележи, че за събиране на данни в различните проучвания, са използвани различни методологии и затова директни сравнения между държави могат да бъдат подвеждащи.¹³

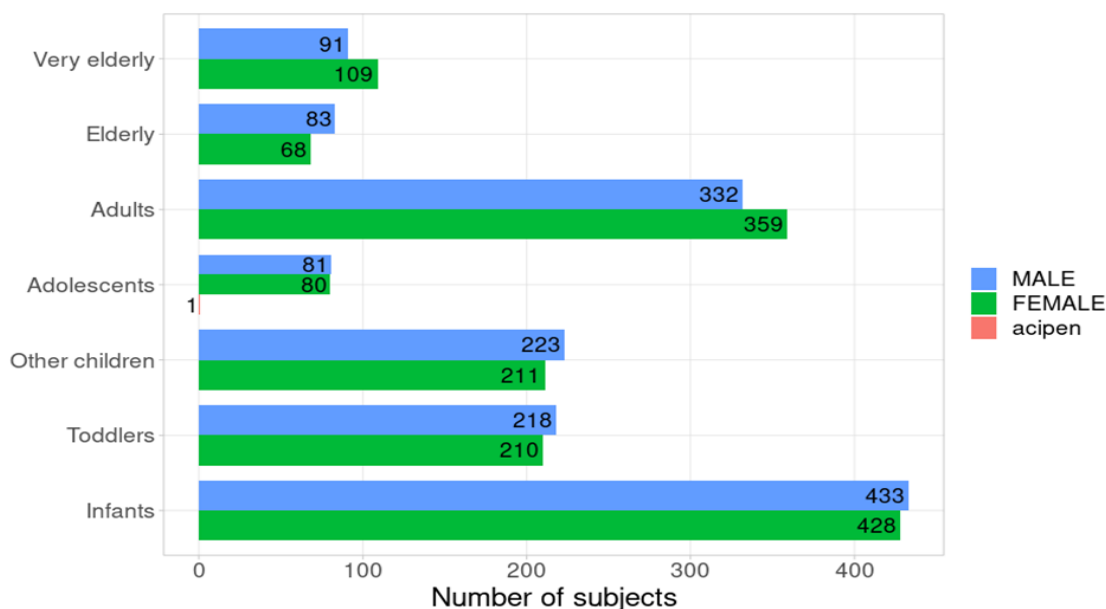
В настоящото проучване са използвани данни за консумацията на българското население от проучване на Националния център по общественото здраве и анализи (НЦОЗА) за 2014 година.

¹² EFSA (European Food Safety Authority), 2011b. Use of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database in exposure assessment. EFSA Journal, 2011; 9(3):2097, 34 pp.

¹³ Merten C, Ferrari P, Bakker M, Boss A, Hearty A, Leclercq C, Lindtner O, Tlustos C, Verger P, Volatier JL and Arcella D, 2011. Methodological characteristics of the national dietary surveys carried out in the European Union as included in the European Food Safety Authority (EFSA) Comprehensive European Food Consumption Database. Food Additives & Contaminants. Part A, 28, 975-995.

3.2.1 Целеви популации

Фигура 3.1 показва, че в българското проучване най-голям е приносът на групата на кърмачетата и възрастните, следвани от децата. Броят на потребителите от мъжки и женски пол е почти изравнен (1461 мъже и 1465 жени), виж графиката по-долу.



Графика 3.1 Брой на потребителите

3.3 Класификация на храните в базата данни на ЕОБХ

Данните за потреблението са кодифицирани съгласно класификационната система FoodEx2, разработена от EFSA. Към момента на генериране на настоящия отчет е приложен МТХ каталог, версия 14.3.

3.4 Методология

3.4.1 Хронична хранителна експозиция

Хранителната експозиция е оценена на индивидуално ниво чрез умножаване на средната дневна консумация на всяка храна със съответната средна концентрация, изчислена за метилживак, сумиране на съответните приеми през целия седмичен период и накрая резултатите са разделени на телесното тегло на съответния потребител.

$$\text{MeHg WI } (\mu\text{g/kg b.w./week}) = \sum^N (\text{CONS}_i \times \text{CONT}_i) / \text{b.w. } p$$

където очакваният седмичен прием (WI) е прогнозият седмичен прием $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{w}^{-1}$ за участника p ,

CONS(i) е консумацията (g/седмица) за конкретен вид риба,

CONT(i) е средно ниво на замърсяване с MeHg ($\mu\text{g/g}$) от този вид риба (i),

n е броят на консумираните видове риба от участника p , и

W.W. (p) е телесното тегло (kg) на участника p .

4 Оценка на хранителната експозиция

4.1 Оценка на експозицията

Таблица 4.1: Информация за веществото

Химично вещество	metilmercury
Категория	замърсител
Реф. стойност	1.3 µg/Kg b.w. per week
Вид референтна стойност	Tolerable Weekly Intake (TWI) – Допустим седмичен прием

Таблица 4.2: Обща експозиция на метилживак

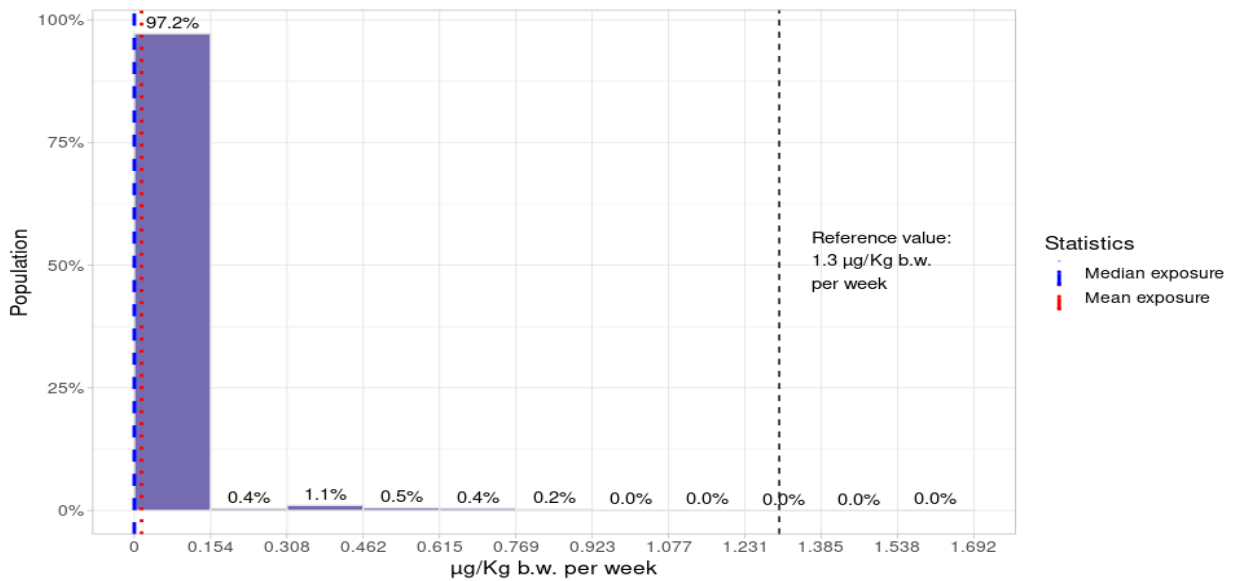
	Сценарии		
	LB (µg/Kg b.w. per week)	MB (µg/Kg b.w. per week)	UB (µg/Kg b.w. per week)
Min	0	0	0
Max	0.88	1.692	2.031
Mean	0.01	0.015	0.016
95% C.I.	(0.008 - 0.013)	(0.011 - 0.018)	(0.013 - 0.02)
SD	0.064	0.094	0.108
P25	0	0	0
Median	0	0	0
P75	0	0	0
P95	0.004	0.004	0.004

	Сценарии		
	LB (µg/Kg b.w. per week)	MB (µg/Kg b.w. per week)	UB (µg/Kg b.w. per week)
Min	0	0	0
Max	0	0.087	0.183
Mean	0	0.001	0.001
95% C.I.	(0 - 0)	(0.001 - 0.001)	(0.001 - 0.002)
SD	0	0.004	0.009
P25	0	0	0
Median	0	0	0
P75	0	0	0

Сценарии			
	LB ($\mu\text{g}/\text{Kg}$ b.w. per week)	MB ($\mu\text{g}/\text{Kg}$ b.w. per week)	UB ($\mu\text{g}/\text{Kg}$ b.w. per week)
P95	0	0	0

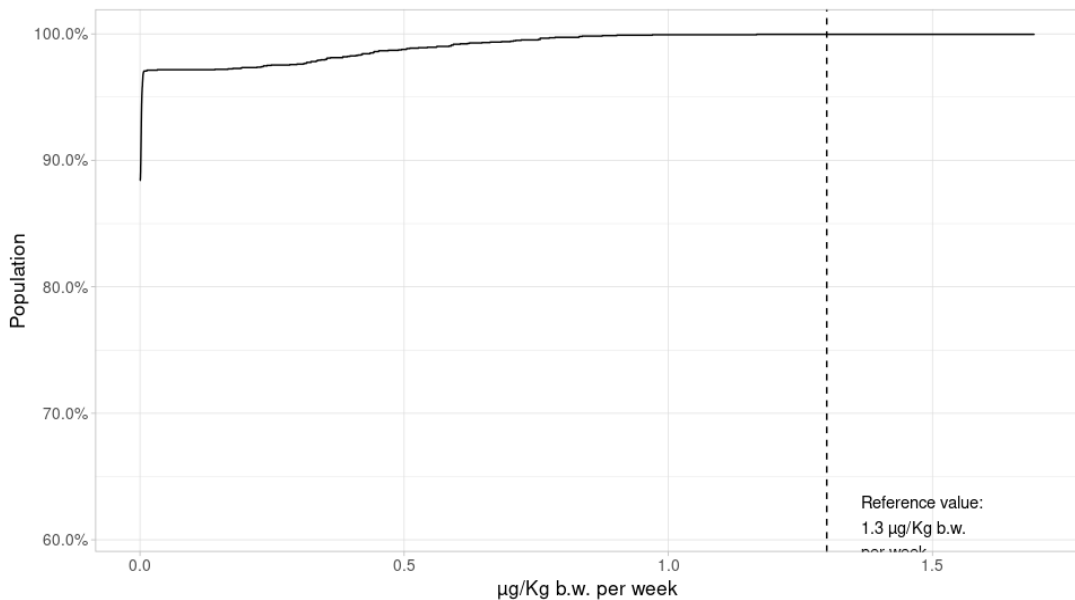
Горните данни показват, че седмичната експозиция на метилживак е значително под определената референтна стойност от $1.3 \mu\text{g}/\text{kg}$ bw per week за всички сценарии и за всички възрастови групи от населението. **Това изключва здравен риск, свързан с експозицията на метилживак чрез храните.**

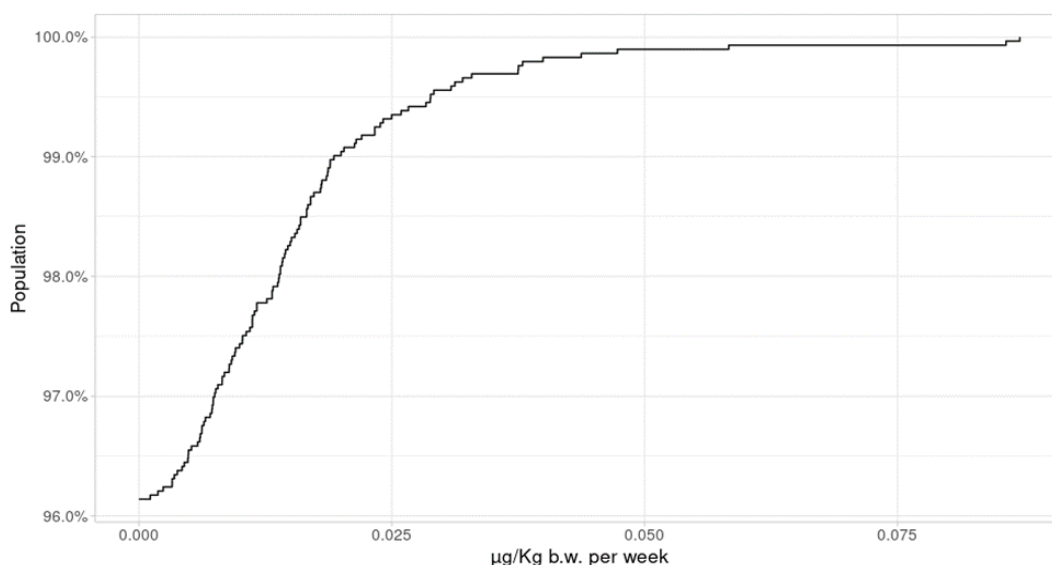
4.2 Разпределение на експозицията



Графика 4.2: Вероятно разпределение на експозицията на населението

Кумулативно разпределение за първия и втория период на оценката:





Графика 4.3 Кумулативно разпределение на експозицията

Кумулативното разпределение на вероятността от излагане на населението на метилживак чрез храната, показва, че кумулативната стойност от натрупването достига максимум и спира растежа си, далеч под референтната стойност от 1,3 $\mu\text{g}/\text{kg bw per week}$, тоест **потвърждава се извода, че за разглежданите сценарии няма риск за населението от излагането на метилживак чрез храна.**

4.3 Разпределение на общата експозиция по пол

Таблица 4.3: Обща експозиция по пол на потребителите

Първи период 2009 - 2018 г.

Пол	Min	Max	Mean	95% C.I.	SD	P25	Median	P75	P95	pctOver
FEMALE	0	0.970	0.014	(0.01 - 0.018)	0.087	0	0	0	0.003	0%
MALE	0	1.692	0.015	(0.01 - 0.021)	0.101	0	0	0	0.004	0.1%

Таблица 4.4: Обща експозиция по пол на потребителите

Втори период 2019 - 2023 г.

Пол	Min	Max	Mean	95% C.I.	SD	P25	Median	P75	P95	pctOver
FEMALE	0	0.087	0.001	(0 - 0.001)	0.004	0	0	0	0	0%
MALE	0	0.086	0.001	(0 - 0.001)	0.004	0	0	0	0	0%

95% C.I – 95% доверителен интервал на средната експозиция

SD – стандартна девиация

Общата експозиция на метилживак за първия период показва малък превес за мъжкия пол. Въпреки почти еднакъв брой на представителите на двата пола, това вероятно идва от по големите порции на консумация при мъжете. За втория период, експозицията показва равни по стойност показатели.

4.4 Средна експозиция на МВ по възрастовите групи на населението:

В оценката на ЦОРХВ рискът е количествено определен чрез оценка на вероятността дадена популация да превиши TWI, съгласно приложените сценарии.

Въведен е показателят коефициент на опасност, който се изчислява по формулата:

$$\text{pctOver} = \text{MeHg WI bw } (\mu\text{g/kg b.w./week}) / \text{TWI } (\mu\text{g/kg b.w./week})$$

Когато показателят pctOver е по-малък от 1, рискът от токсичност се счита за незначителен, а когато е равен или по-голям от 1, рискът от токсичност е значителен.

Освен това, колкото по-висок е този коефициент, толкова по-голям е рискът за здравето. Резултатите от следващите таблици показват, че няма вероятност хранителната експозиция на метилживак за българския потребител да превиши единица. Единствената, стойност на този показател, различна от нула, се отнася до кърмачетата от първия период, с много малко отклонение - 0,1%.

Таблица 4.5 2009 - 2018 г.

Възрастов а група	Min	Max	Mean	95% C.I.	SD	P25	Median	P75	P95	pctOver
Юноши	0	0.721	0.019	(0.004 - 0.034)	0.097	0	0	0.000	0.005	0%
Възрастни 18-65	0	0.903	0.017	(0.01 - 0.024)	0.093	0	0	0.000	0.003	0%
Възрастни 65-75	0	0.489	0.006	(0 - 0.013)	0.048	0	0	0.000	0.000	0%
Кърмачета	0	1.692	0.004	(0 - 0.009)	0.066	0	0	0.000	0.000	0.1%
Деца 3-6 г.	0	0.837	0.031	(0.019 - 0.043)	0.130	0	0	0.002	0.288	0%
Деца 1-3 г.	0	1.167	0.022	(0.011 - 0.033)	0.119	0	0	0.000	0.006	0%
Много възрастни	0	0.701	0.004	(0 - 0.01)	0.050	0	0	0.000	0.000	0%

Средната експозиция на метилживак в храната варира от минимум 0 $\mu\text{g/kg}$ телесно тегло, на седмица до максимума от 0,903 $\mu\text{g/kg}$ телесно тегло на седмица, за възрастова група от 18 до 65 г.

Таблица 4.5 2019 - 2023 г.

Върастова група	Min	Max	Mean	95% C.I.	SD	P25	Median	P75	P95	pctOver
Юноши	0	0.017	0.000	(0 - 0.001)	0.002	0	0	0	0.000	0%
Възрастни 18-65	0	0.058	0.001	(0 - 0.001)	0.005	0	0	0	0.000	0%
Възрастни 65-75	0	0.029	0.001	(0 - 0.001)	0.004	0	0	0	0.006	0%
Кърмачета	0	0.020	0.000	(0 - 0)	0.001	0	0	0	0.000	0%

Възрастова група	Min	Max	Mean	95% C.I.	SD	P25	Median	P75	P95	pctOver
Деца 3-6 г.	0	0.033	0.001	(0.001 - 0.001)	0.004	0	0	0	0.006	0%
Деца 1-3 г.	0	0.087	0.001	(0.001 - 0.002)	0.007	0	0	0	0.010	0%
Много възрастни	0	0.019	0.001	(0 - 0.001)	0.003	0	0	0	0.000	0%

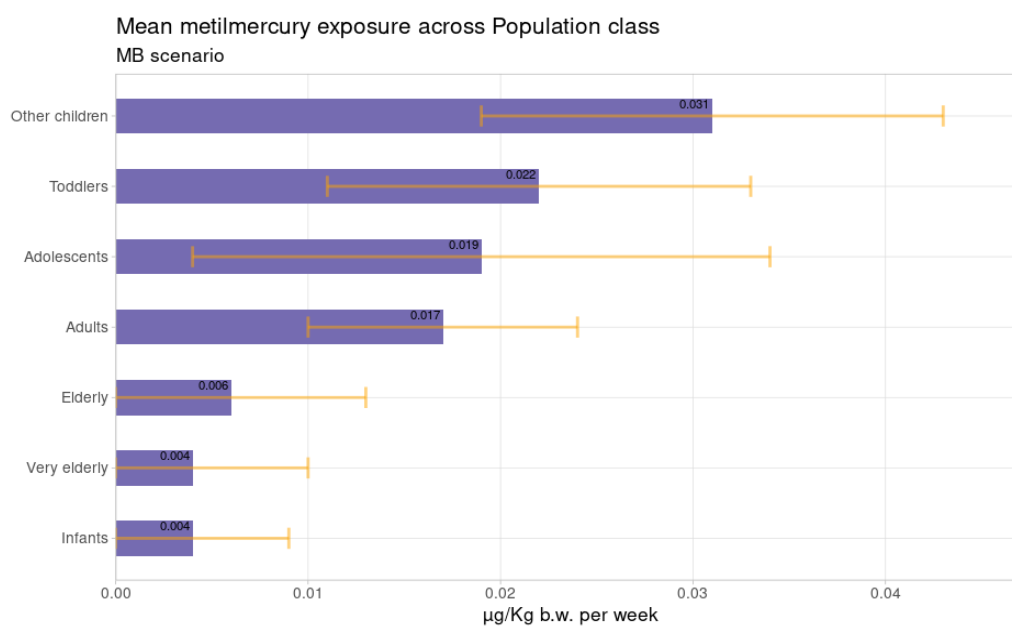
pctOver – вероятност експозицията да надвиши референтната стойност

За периода 2019 – 2023 г. средната експозиция на метилживак в храната варира от 0 µg/kg телесно тегло, на седмица до максимума от 0,087 µg/kg телесно тегло, на седмица при деца от 1 до 3 години.

Следващата графика отразява разпределението на хранителната експозиция на метилживак по възрастови групи на населението.

За първия период най-висока е експозицията на метилживак на малки деца от 3 до 6 години, следвани от по-малките от 1 до 3 години, юношите и възрастните. Най-ниска е експозицията на кърмачетата.

Във втория период не може да се направи такова сравнение, поради липсата на стойности, различни от границата на количествено определяне.

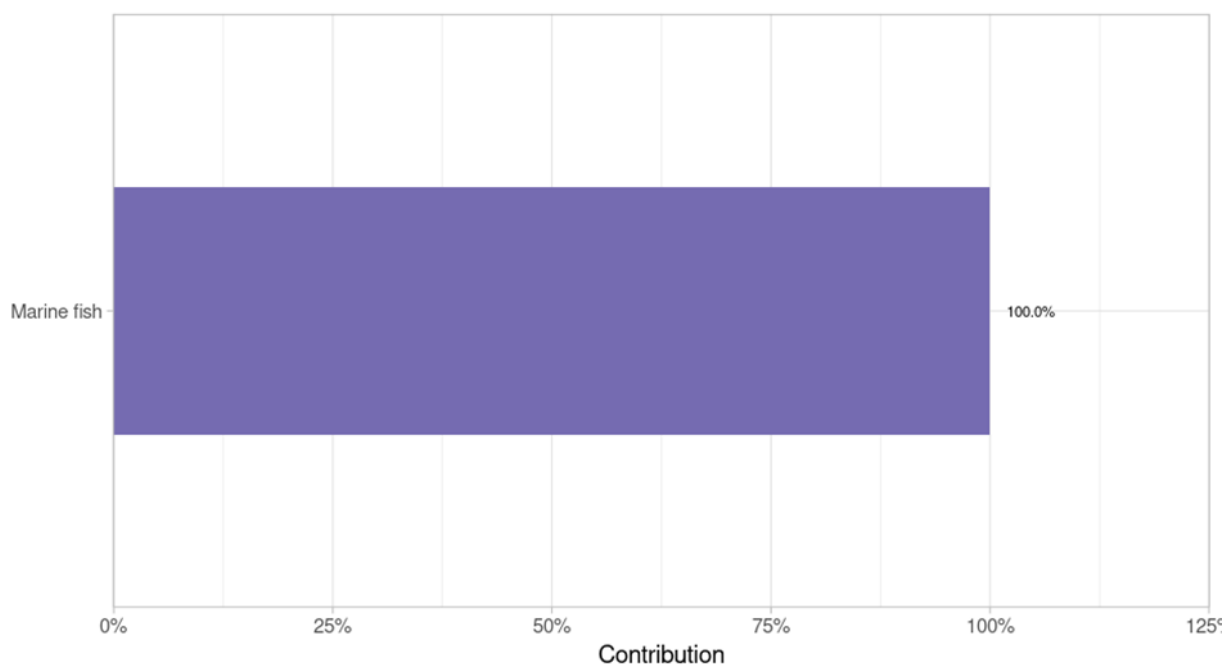
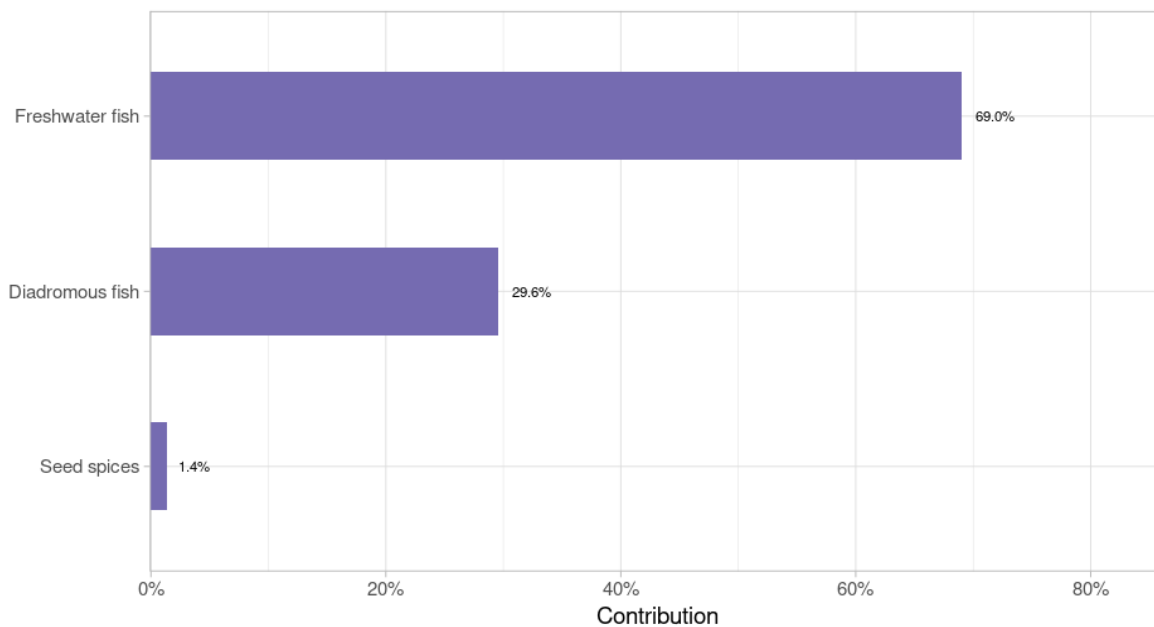


Графика 4.3: Средна експозиция по възрастови групи за сценарий MB за периода 2009 – 2018 г.

4.5 Принос на групите храни към експозицията на метилживак

Приносът към експозицията на метилживак в храната за всяка от шестте подкатегории на ниво FoodEx, Level 3 в категорията храни „Риба и други морски дарове“ е оценен отделно за всяко проучване и възрастова група с обобщение, представено в Таблица 4.6.

Сладководната риба и рибата от вида диадромус имат най-голям дял в експозицията на метилживак чрез храната за всички възрастови групи. Най-малък принос имат семена от кимион. За втория период, разглеждан в оценката, почти 100% принос има морската риба, незначителен е приносът на морските миди.



Графики 4.4 Принос в общата експозиция на метилживак. Графиките показват приноса на храни на трето ниво на FoodEx2 за двата разглеждани периода

Таблица 4.6 : Принос на храните към общата експозиция на метилживак. *Хранителни артикули на FoodEx2, ниво 3 с повече от 1% принос*

Категория	Ниво	Възрастова група	Принос към общата експозиция
Диадромус	3	Възрастни 65-75	99.46%
Диадромус	3	Кърмачета	99.32%
Сладководна риба	3	Много възрастни 75+	98.68%
Диадромус	3	Деца 1-3 г.	76.33%
Сладководна риба	3	Юноши	69.00%
Диадромус	3	Общо	66.95%
Диадромус	3	Деца 3-6 г.	64.55%
Сладководна риба	3	Възрастни 18-65 г.	50.50%
Диадромус	3	Възрастни 18-65 г.	48.51%
Сладководна риба	3	Деца 3-6 г.	32.77%
Сладководна риба	3	Общо	31.07%
Диадромус	3	Юноши	29.59%
Сладководна риба	3	Деца 1-3 г.	21.38%
Семена кимион	3	Общо	1.99%

Категория	Ниво	Възрастова група	Принос към общата експозиция
Морска риба	3	Юноши	100.00%
Морска риба	3	Възрастни 65-75 г.	100.00%
Морска риба	3	Кърмачета	100.00%
Морска риба	3	Деца 3-6 г.	100.00%
Морска риба	3	Деца 1-3 г.	100.00%
Морска риба	3	Общо	99.02%
Морска риба	3	Възрастни 18-65 г.	97.90%
Морска риба	3	Много възрастни	86.25%
Миди	3	Много възрастни	13.75%
Миди	3	Възрастни 18-65 г.	2.10%

5 Дискусия

В периода 2004 - 2007 г. са издадени няколко становища относно експозицията на живак в храната. (EFSA, 2004, 2005; UK-COT, 2004, 2007; Japan-FSC, 2005; Canada-BCS, 2007). Всички тези документи показват, че рибата (морска и сладководна) и морските дарове са основният източник на прием на живак при хората. Метилживакът представлява 70-100% от общия живак в рибата (EFSA, 2005 г.).

Според ЕОБХ (ЕОБХ, 2004 г.), средната консумация на риба на европейското население е от 10 до 80 g на ден (за шест от разглежданите при европейската оценка европейски страни), което съответства на седмичен прием на живак от 1,3 до 92 µg на човек. За България тези стойности са по-ниски, съответно максимум 63 µg на човек за първия и 2 µg на човек за втория период. Това е значително по-ниско от стойностите, докладвани за Фарьорските острови (средно 252 µg/седмица), докато на Сейшелските острови дневният прием на живак се оценява на 103 µg, като се приема, че консумацията на риба на глава от населението е 75 kg на година (205 g на ден).

Трябва да се има предвид, че приносът на конкретен хранителен продукт към експозицията на замърсители, зависи не само от концентрацията на замърсителя в тази конкретна храна, но и от количеството и традициите в храненето. Така например при проучване на експозицията на населението на Катар на метилживак, се установява, че ако в страната важаха регулаторните рамки на ЕС, то седмичната експозиция на населението щеше да надвишава значително референтната стойност в Европа (консумацията на рибни продукти там е много висока).

В заключение: настоящото ниво на метилживак в рибни продукти не представлява заплаха за здравето на българските потребители, което потвърждава, че трябва да запазим ползите от консумацията на рибни продукти, като минимизираме рисковете.

6 Несигурности

Таблица 5.1: Обобщение на качествената оценка на въздействието на несигурностите върху експозицията с храната.

Източници на несигурност
Различна времева рамка между данните за концентрацията и данните за потреблението +
Дългосрочна (хронична) експозиция, оценена от 24 часово проучване за консумация на българското население +
Прилагане на коефициенти на преобразуване за преобразуване на общия живак в неорганичен живак +
Несигурност на измерването на аналитичните резултати +/-
Използване на данни за LB и UB събития в оценките на хранителната експозиция +
Ограничен брой лабораторни проби за концентрация на общ живак -
Грешка при измерване на количествата консумирана храна +/-
Грешка при измерване на индивидуалните телесни тегла +/-
Предположения, взети предвид за обобщаването на данни за събития +
Използване на подход на ниво в йерархията на експозицията на FoodEx2 за изчисляване на експозицията +

+ - несигурност с потенциал да доведе до надценяване на експозицията;

-; = несигурност с потенциал да доведе до подценяване на експозицията

В допълнение, в настоящата оценка на хранителната експозиция на метилживак не е включена консумацията на майчино мляко при кърмачетата, поради липса на данни.

Въз основа на анализа, ЦОРХВ заключи, че въздействието на несигурностите върху оценката на риска от експозиция на метилживак е значително и че оценката може да се окаже като консервативна.

7 Заключение и препоръки:

1. Оценката на хранителната експозиция на метилживак се основава на данни от МВ сценария, тъй като там на практика няма разлика между долната (LB) и горната граница (UB);
2. За периода 2009 – 2018 г. средната експозиция на метилживак в храната варира от минимума от 0 µg/kg телесно тегло на седмица до максимум от 0,903 µg/kg телесно тегло на седмица при възрастни /18-65/;
3. За периода 2019 – 2023 г. средната експозиция на метилживак в храната варира от 0 µg/kg телесно тегло на седмица до максимум от 0,087 µg/kg телесно тегло на седмица при деца от 1 до 3 години;
4. За периода 2009 – 2018 г. 95-ият перцентил на хранителната експозиция на МВ сценария варира от 0 µg/kg т.т. на седмица при кърмачета до максимум от 0,288 µg/kg т.т. на седмица при деца от 3 до 6 години;
5. За периода 2019 – 2023 г. 95-ият перцентил на диетична експозиция на МВ варира от минимум 0 µg/kg т.т. на седмица при кърмачета до максимум от 0,01 µg/kg т.т. на седмица при деца от 1 до 3 години;
6. Хроничната хранителна експозиция на метил живак не надвишава и е значително под референтната стойност от 1.3 µg/kg bw per week, за всички възрастови групи и за всички категории храни, отнесено и към двата периода на оценката.
7. Резултатите от оценката показват, че коефициентът на опасност при всички потребители е нулев и за двата периода. Това се отнася и за високите потребители, и за двата периода. Единствената стойност, която надвишава нулевото ниво е 0.1% за първия период, при кърмачетата.
8. Хранителната експозиция за възрастовите групи на децата (кърмачета и други деца) е по-висока в сравнение с възрастовите групи на възрастни и това се обяснява с по-високата консумация на храна по отношение на тяхното телесно тегло;
9. Чувствителността към токсичните ефекти на MeHg е свързана с възрастта, на която възниква експозицията, и следователно рискът би бил различен в зависимост от възрастта на засегнатите групи. Развиващият се плод, кърмачетата и децата се считат за най-уязвимите подгрупи от населението, поради незрялата нервна система и бързото развитие на мозъка.
10. Резултатите от оценката показват, че всички анализирани от БАБХ видове риба, съдържат Т-Hg и впоследствие MeHg в рамките на допустимите нива, определени от разпоредбите на Европейския съюз.
11. Въз основа на аналитичното определяне на Т-Hg в най-консумираните видове риба, може да се заключи, че няма вероятност референтната стойност за MeHg (TWI) да бъде надвишена, без значение от възрастта и пола на консуматорите.

12. Би било полезно да се проучат моделите на консумация на риба, на високо протеиновото хранене, храненето на бременни, кърмещи жени, и деца на възраст 1-11 години, които да имат принос в мащабни национални и европейски проучвания, с цел определяне на прагови стойности, предпазващи чувствителните групи от здравен риск.
13. Необходимо е също да се вземат предвид различните източници на експозиция и да се получи по-изчерпателна картина на експозицията на метилживак.
14. Увеличаването на броя на данните за наличие на метилживак и неорганичен живак във всички хранителни групи, които допринасят за общата експозиция, може да бъде важно в изясняването на действителната експозиция на живак и би дало тласък в усилията за предпазване на българското население от този замърсител в храните.
15. Необходимо е да продължи проследяването на бъдещи проучвания, които се очаква да изяснят кои са важните критични ефекти, въз основа на които е най-ефективно да се оценява хранителната експозиция на живака.

8 Източници

(CONTAM), E. P. (2012). *EFSA Journal* 2012;10(12):2985. Извлечено от <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2012.2985>

COMMUNITIES, C. O. (Brussels, 28.01.2005). Извлечено от <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0020>

CONTAM PANEL, E. (2008). Извлечено от Mercury as undesirable substance in animal feed [1] - Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/654>

Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), G. o. (june 2023 r.). Извлечено от An official website of the European Union: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9f582c41-1565-11ee-806b-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-288833285>

FAO. (2022). Извлечено от FAO. (2022). The state of world fisheries and aquaculture. Meeting the sustainable development goals, in: Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO Rome. Rome, Italy.: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a2090042-8cda-4f35-9881-16f6302ce757/content>

Maetha M. Al-Sulaiti, M. A.-G. (2023). *science direct*. Извлечено от <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-023-11194-w>

Yovchevska, P. G. (2020). *Research gate*. Извлечено от https://www.researchgate.net/publication/344493646_Povisavane_na_informiranostta_za_opazvane_na_morskata_okolna_sreda_v_Cerno_more

9 Абревиатура

Таблица 9.1: Абревиатура

Абревиатура	Пълно наименование
BMDL	Benchmark dose lower limit (lower bound of benchmark dose interval)
b.w.	Body weight
LB	Lower bound

Абревиатура	Пълно наименование
LOD	Limit of detection
MB	Middle bound
SD	Standard deviation
P25	25th percentile
P75	75th percentile
P95	95th percentile
UB	Upper bound