

ГИГИЕНА / HYGIENE

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.141.20>

НАРУШЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА У ДЕТЕЙ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕГО ВОЗНИКНОВЕНИЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Обзор

Цирихова А.С.^{1,*}, Кабалоева Д.В.²

¹ORCID : 0000-0001-6129-5285;

^{1,2}Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (vip.cirihova[at]mail.ru)

Аннотация

В обзорной статье представлены актуальные данные об основных причинах возникновения дефицита макро- и микроэлементов у детей. Несмотря на то, что роль макро- и микроэлементов в процессах роста и развития детей хорошо изучена, эффективность диагностики их недостатка в клинической практике оставляет желать лучшего. Это связано в большей степени с отсутствием современного оборудования в медицинских учреждениях, а также информации о содержании макро- и микроэлементов в различных биологических материалах организма с учетом возраста, пола и места проживания. На основе анализа отечественных и зарубежных литературных источников было установлено, что существует риск возникновения нарушений минерального обмена у детей, причинами которых могут быть как эндогенные, так и экзогенные факторы, в том числе особенности технологии приготовления пищи, нерациональное питание, техногенное загрязнение окружающей среды и др.

Ключевые слова: макро- и микроэлементы, нарушение минерального обмена, элементный статус, рациональное питание, токсичные металлы, дети.

MINERAL METABOLISM DISORDER IN CHILDREN AND FACTORS INFLUENCING ITS EMERGENCE (A LITERATURE REVIEW)

Review article

Tsirikhova A.S.^{1,*}, Kabaloeva D.V.²

¹ORCID : 0000-0001-6129-5285;

^{1,2}North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russian Federation

* Corresponding author (vip.cirihova[at]mail.ru)

Abstract

The review article presents current data on the main causes of macro- and micronutrient deficiencies in children. Despite the fact that the role of macro- and microelements in the processes of growth and development of children is well studied, the efficiency of diagnosing their deficiency in clinical practice leaves much to be desired. This is mainly due to the lack of modern equipment in medical institutions, as well as information on the content of macro- and microelements in various biological materials of the body, taking into account age, sex and place of residence. Based on the analysis of domestic and foreign literature sources, it has been established that there is a risk of mineral metabolism disorders in children, the causes of which may be both endogenous and exogenous factors, including specifics of food preparation technology, irrational nutrition, anthropogenic environmental pollution, and others.

Keywords: macro- and microelements, mineral metabolism disorders, elemental status, rational nutrition, toxic metals, children.

Введение

Правильное питание играет важную роль в поддержании здоровья детей и подростков, обеспечивая правильный рост и развитие организма, своевременное формирование морфо-функциональных систем, оптимальные показатели физического и психо-эмоционального развития. Недостаточное поступление питательных веществ, включая макро- и микроэлементы (далее – МаЭ и МЭ), является основной причиной серьезных нарушений обмена веществ [1], [2], [3], [4]. Нарушение минерального обмена (далее – НМО) – это состояния недостатка, избытка или дисбаланса МаЭ и МЭ, которые естественным образом сказываются на его здоровье [4].

По данным Петрухиной Е.А. и соавт. [1], 95% всех заболеваний связано с НМО, а по данным Роспотребнадзора, за 2016 год лишь 3% людей не имеют таких нарушений. МаЭ и МЭ, включая эссенциальные.

Проводилось исследование элементного статуса детей в возрасте от 9 до 17 лет с экзогенно-конституциональным ожирением [1]. У всех детей были выявлены комбинированные НМО, включая недостаток К, Na, Mn, I, Co. У мальчиков был выявлен недостаток I, K, Ca, Co, Si, Mg, Mn, Cu, Mo и Zn. У 6% девочек старшего школьного возраста был избыток Zn и Mn. Следовательно, несоблюдение рационального питания и нарушение обмена у детей приводят к возникновению целого ряда НМО [1]. Поэтому в раннем возрасте важно обеспечить детей сбалансированным поступлением в организм питательных веществ [3], [4]. В настоящее время значительное внимание уделяется изучению нарушений баланса МаЭ и МЭ в организме как причины нарушения основного обмена и метаболизма у детей.

Как известно, один из ключевых факторов, оказывающих влияние на риск возникновения остеопороза, является метаболизм Ca и P. В то же время, было установлено, что среди пациентов с остеопорозом чаще отмечаются НМО за

счет дефицита МЭ. Кроме того, более высокие уровни незаменимых МЭ в сыворотке крови (Zn, Cu, Fe) связаны с более низким риском остеопороза [5].

Адекватное поступление МаЭ и МЭ, в особенности в раннем послеродовом периоде, можно использовать как потенциальное средство нейропротекции. В частности, исследования подтверждают важность таких МЭ, как Fe, Cu, Mn, Zn, I и Se, которые играют ключевую роль в формировании и функционировании нервной системы и мозга [4]. Наблюдения Tinkov A.A. et al. [6] показывают, что для детей с детским церебральным параличом (далее – ДЦП) достоверно характерно снижение уровня Cu и Zn на 6 и 8%. Концентрация I в сыворотке крови превышала контрольные значения на 7%. Тенденция к повышению уровня Mn и Se в сыворотке наблюдалась также у больных с ДЦП [6].

В связи с этим, актуальность изучения НМО повышается. Важность НМО, которые могут быть вызваны избытком, дефицитом или дисбалансом МаЭ и МЭ в организме, постоянно увеличивается. Это связано в первую очередь со значительным ухудшением экологической ситуации, уменьшением качества пищевых продуктов и стрессовыми ситуациями. К сожалению, во многих регионах России наблюдается ухудшение структуры и качества питания.

Цель: проанализировать по данным отечественных и зарубежных литературных источников факторы рисков, приводящих к возникновению нарушений минерального обмена у детей.

Материалы и методы: проведен поиск литературы за период 1991–2023 гг. об элементном составе организма, факторах риска, способствующих возникновению дисбаланса макро- и микроэлементов, причинах развития НМО. Особое внимание при поиске литературы уделялось изучению НМО у детей с использованием соответствующих ключевых слов в поисковых системах PubMed, по базам данных Scopus, Web of Science, Medline, CyberLeninka, РИНЦ и другим. В первоначальную выборку попало 22 статей, из них 6 статей были исключены из выборки после первичного анализа. Критерии отбора: статьи, посвященные НМО у детей, в том числе элементный статус. В ходе выборки было отобрано 16 полнотекстовый материал.

Основная часть

Экзо- и эндогенные факторы, вызывающие НМО. Большинство взрослого населения России имеют отклонение в содержании МаЭ и МЭ в организме, что существенно различается в зависимости от пола, возраста, региона и профессиональной деятельности. Около двух третей взрослых и три четверти детей в России относятся к группе риска по дефициту МаЭ и МЭ, в то время как приблизительно одна треть населения подвержена избытку МЭ. Дефицит Fe, Zn, Cu, Cr, I, Se, Co и Si является наиболее распространенным. Проблема заключается в том, что недостаток этих МЭ редко проявляет явные клинические признаки. Одним из показателей, который важно рассмотреть при выборе изучения МаЭ и МЭ, является уровень их всасываемости и выводимости [4], [7]. Это позволяет лучше понять свойства и физиологические эффекты МаЭ и МЭ. Элементы, которые хорошо всасываются в желудочно-кишечном тракте (80-100%), обычно не вызывают проблем с дефицитом. Исключением являются I и F, дефицит которых обычно связан с недостатком в пище или воде. При снижении коэффициента всасывания даже до 50% начинают возникать проблемы с дефицитом некоторых МЭ, таких как Se, Zn и Cu [4], [7]. Однако, несмотря на хорошо развитый жевательный аппарат, необходимо отметить, что пищеварительные органы детей все еще находятся в процессе созревания и не обладают полной функциональной зрелостью. В то же время, нужно иметь в виду, что из-за высокой всасываемости есть риск отравления токсичными МЭ, например, As или В при избытке которых возникают гипермикроэлементозы (НМО из-за избыточного поступления МЭ) [1], [4], [8], [9].

Из-за очень низкой способности организма всасывать Ag и Al, использование алюминиевой посуды или препаратов коллоидного серебра имеет меньший потенциал нанести вред здоровью. Чем выше скорость выведения, тем быстрее осуществляется обновление МаЭ и МЭ в организме и быстрее может возникнуть их дефицит при уменьшении поступления с пищей. Поэтому МаЭ и МЭ, которые имеют высокую скорость выведения, необходимы в первую очередь и их нужно получать регулярно. Это касается, в первую очередь, таких МЭ, как I, B, Co, Sn, Se, Mn, Cu. При недостатке этих МЭ в рационе очень быстро можно возникнуть их дефицит, поскольку организм потеряет основной их пул в течение считанных дней. В то же время – это свойство элементов позволяет достаточно просто освободить организм от избытка токсичных элементов: Tl, B, As, средняя скорость полувыведения которых колеблется от 4 до 12 дней [10].

Один из экзогенных факторов, оказывающих влияние на возникновение большинства заболеваний – это питание. Парадоксом XXI века является то, что, несмотря на увеличение проблемы ожирения во всем мире, вызванной увеличением потребления высококалорийной и несбалансированной пищи, отмечается недостаточное поступление в организм витаминов, МаЭ и МЭ. Н.В. Болотова и соавт. [11] при изучении элементного статуса в группе детей с избыточным весом установили значительный недостаток основных элементов. Так, у 50% детей был выявлен дефицит I, так же как и уровень Na. У 40% детей наблюдался полидефицит K, Co и Mn. В 20% случаев было выявлено снижение Mg ниже физиологической нормы. У 10% пациентов наблюдалось снижение P, Zn, Cu и Si [11].

Согласно данным И. М. Скурихина и соавт. [12], в процессе тепловой обработки пищевых продуктов происходит потеря белков, жиров, углеводов, витаминов, МаЭ и МЭ. В процессе приготовления пищи способом жарки, где теряется сок и образуется корочка, теряется до 20% МаЭ и МЭ. Варку пищевых продуктов считают наиболее предпочтительным способом термической обработки с точки зрения организации здорового питания для детей. Однако нужно учитывать, какой способ используется. При варке без слива, например, при приготовлении супов, киселей, компотов и некоторых каш, почти все пищевые вещества сохраняются минимальными потерями до 2-5%, включая МаЭ и МЭ. В то же время, при варке большинства овощей, некоторых каш (например, рисовой) и макаронных изделий, где происходит слив, потери МаЭ и МЭ с отваром увеличиваются до 10%, приближаясь к потерям при жарке. Пассерование и припускание являются промежуточными между варкой и жаркой. Наибольшие потери важных пищевых веществ происходят при тепловой обработке животных продуктов, особенно при их варке. В результате частичного распада и перехода в бульон, до 30% МаЭ и МЭ теряется. Однако при жарке мяса потери этих веществ

уменьшаются в 1,5 раза по сравнению с варкой. Минимальные потери (5% МаЭ и МЭ) наблюдаются при тушении и запекании. При жарке мяса мелкими кусками потери всех пищевых веществ значительно меньше (почти в 2 раза), чем при жарке крупными кусками. Это связано с более короткой длительностью тепловой обработки мелкокускового полуфабриката мяса [12].

Известно, что питьевая вода является основным источником определенных эссенциальных МаЭ и МЭ, например таких как F. Однако вопрос о том, сколько МаЭ и МЭ может получить человек из питьевой воды, соответствующей санитарным нормам, остается открытым. Известно, что химический состав питьевой воды в значительной степени зависит от биогеохимического фона. Например, концентрация Sr в воде может отличаться в 10 раз и более в разных районах Московской области из-за геолого-геохимических факторов. Кроме того, антропогенный и техногенный факторы играют значительную роль в формировании химического состава питьевой воды. Так, в результате применения антигололедных реактивов в водные источники могут поступать соли Na, K и Ca. Промышленные выбросы могут приводить к загрязнению воды тяжелыми и токсичными металлами, такими как Fe, Cr, Cu, Zn, Cd, Pb и Hg. Применение минеральных удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве может привести к загрязнению не только водных источников, но и пищевых продуктов, P, As, Sg и редкоземельными элементами [13]. Доказательством в пользу техногенного воздействия на элементный статус служит исследование [4], [11], в котором изучали уровень содержания МаЭ и МЭ в волосах детей. В группе наблюдения был выявлен дефицит по ряду эссенциальных МЭ с одновременно высоким уровнем содержания токсичных элементов. Результаты общего и биохимического анализов крови не обнаружили существенных отклонений. Выявленные накопления токсических элементов авторами были расценены как проявления специфического воздействия техногенных факторов окружающей среды [11].

Излишние потери МаЭ и МЭ у детей, таких как Na, K и Cl, могут возникать вследствие рвоты или диареи при острой дегидратации. При хроническом гастрите, хроническом энтерите или хронических заболеваниях почек может серьезно нарушиться минеральный обмен. Длительное употребление лекарственных препаратов и пищевых добавок (иногда родители применяют их без рекомендаций педиатров), содержащих значительные количества определенных элементов, может привести к НМО. В период роста организм детей требует больших количеств МаЭ и МЭ по сравнению с организмом взрослого человека. У девочек с обильными менструациями часто возникает дефицит Fe. Нельзя исключать и генетические и наследственные факторы [14].

Безопасность пищевых продуктов является первостепенной проблемой общественного здравоохранения, поскольку продукты питания являются основным источником поступления питательных нутриентов. Однако употребление продуктов питания, выращенных на загрязненных почвах, может быть основным источником поступления токсичных МЭ [15], что вызывает растущую обеспокоенность во всем мире. Кроме того, поступление МЭ через пищевую цепь считается основным путем загрязнения токсичными металлами для людей и животных, приводящим к различным заболеваниям, включая рак, желудочно-кишечные расстройства и неврологические проблемы [16].

Заключение

Изучение факторов риска, способствующих возникновению НМО у детей, имеет важное значение в педиатрии и профилактической медицины. Новые научные исследования, разъясняющие роль МаЭ и МЭ в возникновении, развитии различных заболеваний, обусловленных НМО, могут открыть перспективные направления для улучшения эффективности лечения и профилактики.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Рецензия

Ефременко Е.С., Омский государственный медицинский университет, Омск, Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.141.20.1>

Review

Efremenko E.S., Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.141.20.1>

Список литературы / References

- Петрухина Е.А. Микроэлементный состав организма у детей при ожирении / Е.А. Петрухина, Н.А. Николаева, А.А. Акопян // Бюллетень медицинских интернет-конференций. — 2021. — 11 (3). — с. 50.
- Болтаев К.Ж. Оценка показателей микроэлементного статуса у лиц пожилого возраста / К.Ж. Болтаев // Oriental Renaissance: Innovative, Educational, Natural and Social Sciences. — 2022. — 6. — с. 668-675.
- Белокурова Е.В. Подбор микроэлементов для иммобилизации их коллоидных структур на природном носителе с целью обогащения основных пищевых продуктов / Е.В. Белокурова, Е.С. Попова, М.А. Саргсян // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. — 2022. — 84 (1). — с. 162-166.
- Авцын А.П. Микроэлементозы человека / А.П. Авцын — Москва: Академия медицинских наук СССР, 1991. — 496 с.
- Skalny A.V. The Role of Trace Elements and Minerals in Osteoporosis: A Review of Epidemiological and Laboratory Findings / A.V. Skalny, M. Aschner, A.V. Silina, et al. // Biomolecules. — 2023. — 13(6). — p. 1006. — DOI: 10.3390/biom13061006.
- Tinkov A.A. Serum Trace Element and Amino Acid Profile in Children with Cerebral Palsy / A.A. Tinkov, M.G. Skalnaya, A.V. Skalny // J Trace Elem Med Biol. — 2021. — 64. — p. 126685. — DOI: 10.1016/j.jtemb.2020.126685.

7. Шакирова А.З. К вопросу о микроэлементозах человека / А.З. Шакирова // Актуальные вопросы судебной медицины и права: сборник научно-практических статей. Казань: Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы министерства здравоохранения Республики Татарстан»; — Казань: Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы министерства здравоохранения Республики Татарстан, 2021. — с. 108-113.

8. Скальный А.В. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение) / А.В. Скальный — Москва: КМК, 2001. — 96 с.

9. Королев Д.В. Синтез наночастиц коллоидного серебра и стабилизация их несколькими способами для использования в лекарственных формах наружного применения / Д.В. Королев, М.В. Шумило, М.С. Истомина [и др.] // Трансляционная медицина. — 2020. — 7(2). — с. 42-51. — DOI: 10.18705/2311-4495-2020-7-2-42-51.

10. Белокурова Е.В. Подбор микроэлементов для иммобилизации их коллоидных структур на природном носителе с целью обогащения основных пищевых продуктов / Е.В. Белокурова, Е.С. Попов, М.А. Саргсян // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. — 2022. — 1(91). — с. 162-166.

11. Болотова Н.В. Проявление микроэлементозов у детей с различным нутритивным статусом / Н.В. Болотова, А.А. Скальный, Н.В. Филина // Микроэлементы в медицине. — 2022. — 23(4). — с. 62-69.

12. Скурихин И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев — Москва: Высшая школа, 1991. — 286 с.

13. Горбунов А.В. Роль питьевой воды в обеспечении организма человека микроэлементами / А.В. Горбунов, С.М. Ляпунов, О.И. Окينا [и др.] // Экология человека. — 2012. — 2. — с. 3-8.

14. Ахрарова Н.А. Особенности поступления, всасывания и усвоения различных групп микроэлементов в организме детей / Н.А. Ахрарова, Ф.М. Ахрарова // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. — 2017. — 1(137). — с. 31-34.

15. Haque M.M. Appraisal of Probabilistic Human Health Risks of Heavy Metals in Vegetables from Industrial, Non-industrial and Arsenic Contaminated Areas of Bangladesh / M.M. Haque, N.M. Niloy, M.A. Khirul [et al.] // Heliyon. — 2021. — 7(2). — p. e06309. — DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06309.

16. Kumar P. Severe Contamination of Carcinogenic Heavy Metals and Metalloid in Agroecosystems and Their Associated Health Risk Assessment / P. Kumar, Dipti, S. Kumar [et al.]. // Environ Pollut. — 2022. — 301. — p. 118953. — DOI: 10.1016/j.envpol.2022.118953.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Petruhina E.A. Mikroelementnyj sostav organizma u detej pri ozhireнии [The Microelement Composition of the Body in Children with Obesity] / E.A. Petruhina, N.A. Nikolaeva, A.A. Akopjan // Bulletin of Medical Internet Conferences. — 2021. — 11 (3). — p. 50. [in Russian]

2. Boltaev K.Zh. Otsenka pokazatelej mikroelementnogo statusa u lits pozhylogo vozrasta [Assessment of Microelemental Status in Elderly Persons] / K.Zh. Boltaev // Oriental Renaissance: Innovative, Educational, Natural and Social Sciences. — 2022. — 6. — p. 668-675. [in Russian]

3. Belokurova E.V. Podbor mikroelementov dlja immobilizatsii ih kolloidnyh struktur na prirodnom nositele s tsel'ju obogaschenija osnovnyh pischevyh produktov [Choosing Microelements for the Immobilization of Their Colloidal Frames on a Natural Carrier in Order to Enrich the Main Food Products] / E.V. Belokurova, E.S. Popova, M.A. Sargsjan // Proceedings of VSUET. — 2022. — 84 (1). — p. 162-166. [in Russian]

4. Avtsyn A.P. Mikroelementozy cheloveka [Human Microelementosis] / A.P. Avtsyn — Moscow: Academy of Medical Sciences of the USSR, 1991. — 496 p. [in Russian]

5. Skalny A.V. The Role of Trace Elements and Minerals in Osteoporosis: A Review of Epidemiological and Laboratory Findings / A.V. Skalny, M. Aschner, A.V. Silina, et al. // Biomolecules. — 2023. — 13(6). — p. 1006. — DOI: 10.3390/biom13061006.

6. Tinkov A.A. Serum Trace Element and Amino Acid Profile in Children with Cerebral Palsy / A.A. Tinkov, M.G. Skal'naya, A.V. Skalny // J Trace Elem Med Biol. — 2021. — 64. — p. 126685. — DOI: 10.1016/j.jtemb.2020.126685.

7. Shakirova A.Z. K voprosu o mikroelementozah cheloveka [On the Problem of Human Microelementosis] / A.Z. Shakirova // Aktual'nye voprosy sudebnoj mediciny i prava: sbornik nauchno-prakticheskikh statej [Topical Issues of Forensic Medicine and Law: a collection of scientific and practical articles]: Republican Bureau of Forensic Medical Examination, Ministry of Health of the Republic of Tatarstan; — Kazan: Republican Forensic Medical Expertise Bureau of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan, 2021. — p. 108-113. [in Russian]

8. Skal'nyj A.V. Mikroelementozy cheloveka (diagnostika i lechenie) [Human Microelementosis (Diagnosis and Treatment)] / A.V. Skal'nyj — Moskva: KMK, 2001. — 96 p. [in Russian]

9. Korolev D.V. Sintez nanochastits kolloidnogo srebra i stabilizatsiya ih neskol'kimi sposobami dlja ispol'zovaniya v lekarstvennyh formah naruzhnogo primeneniya [Synthesis of Colloidal Silver Nanoparticles and Their Stabilization in Several Ways for External Applications] / D.V. Korolev, M.V. Shumilo, M.S. Istomina [et al.] // Translyatsionnaya meditsina [Translational Medicine]. — 2020. — 7(2). — p. 42-51. — DOI: 10.18705/2311-4495-2020-7-2-42-51. [in Russian]

10. Belokurova E.V. Podbor mikroelementov dlja immobilizatsii ih kolloidnyh struktur na prirodnom nositele s tsel'ju obogaschenija osnovnyh pischevyh produktov [Choosing Microelements for the Immobilization of Their Colloidal Frames on a Natural Carrier in Order to Enrich the Main Food Products] / E.V. Belokurova, E.S. Popov, M.A. Sargsjan // Proceedings of VSUET. — 2022. — 1(91). — p. 162-166. [in Russian]

11. Bolotova N.V. Projavlenie mikroelementozov u detej s razlichnym nutritivnym statusom [Manifestation of Microelementoses in Children with Different Nutritional Status] / N.V. Bolotova, A.A. Skal'nyj, N.V. Filina // Trace Elements in Medicine. — 2022. — 23(4). — p. 62-69. [in Russian]

12. Skurihin I.M. Vse o pische s toчки zrenija himika [Everything about Food from a Chemist's Point of View] / I.M. Skurihin, A.P. Nechaev — Moskva: Vysshaja shkola, 1991. — 286 p. [in Russian]
13. Gorbunov A.V. Rol' pit'evoy vody v obespechenii organizma cheloveka mikroelementami [Estimation of Drinking Water Role in Microelements Supply of Human Body] / A.V. Gorbunov, S.M. Ljapunov, O.I. Okina, [et al.] // *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. — 2012. — 2. — p. 3-8. [in Russian]
14. Ahrarova N.A. Osobennosti postuplenija, vsasyvanija i usvoenija razlichnyh grupp mikroelementov v organizme detej [Features of Income, Absorption and Assimilation Different Groups of Microelements in Children] / N.A. Ahrarova, F.M. Ahrarova // *Experimental and Clinical Gastroenterology*. — 2017. — 1(137). — p. 31-34. [in Russian]
15. Haque M.M. Appraisal of Probabilistic Human Health Risks of Heavy Metals in Vegetables from Industrial, Non-industrial and Arsenic Contaminated Areas of Bangladesh / M.M. Haque, N.M. Niloy, M.A. Khirul [et al.] // *Heliyon*. — 2021. — 7(2). — p. e06309. — DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06309.
16. Kumar P. Severe Contamination of Carcinogenic Heavy Metals and Metalloid in Agroecosystems and Their Associated Health Risk Assessment / P. Kumar, Dipti, S. Kumar [et al.] // *Environ Pollut*. — 2022. — 301. — p. 118953. — DOI: 10.1016/j.envpol.2022.118953.