



## **Молибден (Mo) – значение для организма и здоровья, где содержится**

*Елисеева Татьяна*, главный редактор проекта EdaPlus.info

*E-mail:* eliseeva.t@edaplus.info

**Реферат.** В статье рассмотрены основные свойства молибдена (Mo) и его воздействие на организм человека. Проведен систематический обзор современной специализированной литературы и актуальных научных данных. Указаны лучшие натуральные источники молибдена. Рассмотрено использование минерала в различных видах медицины и эффективность его применения при различных заболеваниях. Отдельно проанализированы потенциально неблагоприятные эффекты молибдена на организм человека при определенных медицинских состояниях и заболеваниях.

*Ключевые слова:* молибден, Mo, molybdenum, полезные свойства, противопоказания, источники

Молибден — полезный минерал, о котором вы вряд ли слышали. Он нужен организму в крошечных количествах, зато этого достаточно для участия во многих жизненно важных процессах. Без него в теле накапливаются токсины, не усваиваются аминокислоты, не обрабатывается ДНК. В этой статье разбираемся, почему он так важен для здоровья и рассказываем все, что вам нужно знать о малоизвестном микроэлементе.

### **Молибден в организме: роль и функции**

Вещество всасывается в кровь из ЖКТ (25–80%), а затем переносится в органы. Способность тела хранить его зависит от уровня потребления, количества меди и сульфатов в рационе. Организм хранит некоторое количество минерала в виде молибдоптерина в печени, почках, надпочечниках, костях. Его уровень трудно измерить, так как наличие в крови и моче не показывает реальную ситуацию — с мочой выделяется избыток минерала. <sup>[1]</sup>

В растительную пищу микроэлемент попадает из почвы и воды, которой она орошается. В организм животных он поступает через растения, поэтому содержание соединения в мясе и субпродуктах зависит от рациона. <sup>[2]</sup>

Эксперименты показали, что элемент плохо усваивается человеком из соевых и других продуктов. Но это не приводит к его дефициту, так как микронутриент присутствует в другой еде растительного и животного происхождения. <sup>[3, 4]</sup>

### **Продукты с молибденом, которые стоит добавить в свой рацион**

Данных о наличии микроэлемента в растениях недостаточно, ведь его концентрация зависит от качества почвы, на которой они выращивались. Количество хоть и изменчиво, к самым богатым источникам все же относят субпродукты, бобовые, зерновые. Во фруктах, овощах мало минерала.

### 15 продуктов со средним, содержащих молибден

№ Продукт	мкг в 100 г <sup>[5, 6, 7]</sup>
1 Мука соевая	314
2 Горох желтый	250
3 Овес	180
4 Зеленый горошек	130
5 Стручковая фасоль, спаржа	60
6 Мука цельнозерновая	58,5
7 Рис	29
8 Хлеб	21
9 Сыр	11
10 Ананас	9
11 Яйца	9
12 <a href="#">Банан</a>	8
13 Картофель	7
14 Куриное мясо	5
15 Чеснок	3

Концентрация минерала в нефilterованной воде обычно не превышает 10 мкг/л, хотя может достигать 68–200 мкг/л на участках, где происходит добыча полезных ископаемых.

### Сколько молибдена нужно организму — суточная норма

Необходимое количество зависит от возраста и исчисляется в микрограммах.

### Среднесуточные рекомендуемые дозы потребления молибдена <sup>[8]</sup>

Период жизни	Возраст	Мужчины, женщины (мкг)
Младенцы	0–6 месяцев	2

Младенцы	7–12 месяцев	3
Дети	1–3 года	17
Дети	4–8 лет	22
Дети	9–13 лет	34
Подростки	14–18 лет	43
Взрослые	19+	45

Для беременных и кормящих женщин суточная потребность увеличивается до 50 мкг. Большинство людей получают такое количество соединения из пищи. Например, женщины в США в среднем получают 76 мкг/день, а мужчины — 109 мкг/день. Эти показатели намного выше рекомендованной диетической нормы для взрослых. <sup>[9]</sup>

Информация о потреблении минерала в других странах различается, но тоже обычно превышает рекомендованные диетологами дозы. Суточные верхние пределы зависят от возраста. Например, для детей 1–3 лет максимально безопасная дневная «порция» составляет 300 мкг, для подростков — 1700 мкг, а для взрослых — 2000 мкг. <sup>[10]</sup>

## **5 полезных свойств молибдена для детей и взрослых**

### **1. Играет роль кофактора для четырех ферментов**

Элемент необходим ферментам, которые участвуют в окислительно-восстановительных реакциях, преобразовании сульфитов, расщеплении и выведении токсинов. Молибден активирует такие ферменты, как сульфитоксидаза, альдегидоксидаза, ксантиноксидаза, митохондриальный амидоксим (mARC). Особенно важна роль минерала в разрушении сульфитов, которые поступают из пищевых продуктов. Если они скапливаются в организме и не выводятся своевременно, начинает развиваться аллергия, кожные проблемы, нарушается работа ЖКТ. <sup>[11, 12, 13]</sup>

### **2. Защищает от рака, склероза и других болезней**

Микроэлемент выводит из организма лишнюю медь. Это может сыграть огромную роль в лечении опасных хронических заболеваний. Ученые рассматривают его как средство для лечения наследственной болезни Вестфала-Вильсона, онкологии. <sup>[14, 15, 16, 17, 18]</sup>

### **3. Защищает клетки от повреждения**

В организме естественным образом производятся свободные радикалы, опасные для здоровья. Они снижают клеточную функцию и приводят к полному разрушению клеток. Антиоксиданты противостоят этому процессу и предотвращают накопление клеток при старении, раке и других хронических болезнях. Чтобы активировать антиоксидантные функции некоторых ферментов, необходим молибден. <sup>[19]</sup>

### **4. Облегчает метаболические заболевания**

Химический элемент отвечает за здоровый обмен веществ — запускает цепные реакции для производства энергии. Поэтому продукты с минералом обязательно должны быть в рационе каждого человека.

## 5. Предотвращает разрушение зубов

Микроэлемент содержится в зубной эмали, поэтому ученые решили проверить его пользу на животных. Эмаль, обработанная фторидом с молибденом, показала ускоренное заживление полостей благодаря быстрому минеральному восстановлению. <sup>[20, 21]</sup>

### Взаимодействие с витаминами и микроэлементами

Добавки молибдена в дозировке 500 мкг/день могут спровоцировать дефицит некоторых металлов — компонент вытесняет медь из тканей организма. Также содержащий его фермент ксантиноксидаза способствует мобилизации железа из запасов в печени. <sup>[22]</sup>

### Молибден в медицине

Пищевые добавки содержат молибден отдельно или вместе с другими минералами. Однако в настоящее время мало доказательств того, что нужно принимать Мо. Такие комплексы могут понадобиться при редких заболеваниях и на определенных этапах жизни (беременность, восстановление после травм и т.д.). Если вы считаете, что получаете недостаточно минерала из пищи, обсудите это со своим врачом или нутрициологом, а не принимайте самостоятельно БАДы.

Следует отметить, что продукт распада Мо-99, Тс-99m, признан рабочим изотопом в ядерной медицине для диагностической визуализации. Он используется для выявления заболеваний, а также для изучения структуры и функций органов. <sup>[23, 24]</sup>

### Молибден в научных исследованиях

- Ученые обнаружили, что рак пищевода связан с питанием — высокая заболеваемость зафиксирована в странах и районах, где есть дефицит пищи. Это в первую очередь касается Китая, Африки, Ближнего Востока. В этих регионах помимо недоедания наблюдается нехватка молибдена и других веществ в почве. Это способствует накоплению в растениях нитратов и нитритов, которые превращают их в нитрозамины — известные канцерогены пищевода. <sup>[25]</sup>
- Предыдущие исследования оценивали среднесуточное потребление молибдена с пищей примерно в 300–400 мкг/день. Для этого собирались среднестатистические продуктовые корзины американцев, анализировалось их содержание. Однако новые данные свидетельствуют, что среднее потребление намного меньше — варьируется от 120 до 240 мкг/день — и зависит от возраста, пола, дохода. <sup>[26]</sup>
- Дефицит молибдена из-за длительного внутривенного питания может спровоцировать непереносимость аминокислот. Во время одного исследования у пациента наблюдалась повышенная чувствительность к L-метионину. Симптомы исчезали при отмене растворов с L-аминокислотой. Аномалии указывали, что дефект метаболизма развивался во время превращения сульфита в сульфат. Добавка 300мкг/день молибдата аммония нормализовала выработку мочевой кислоты и решила проблему. <sup>[27]</sup>

### Противопоказания и риски, связанные с приемом молибдена

Добавки молибдена не одобрены Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов FDA для медицинского использования, хотя вероятность его токсичности низкая. Правила приема устанавливаются сами производители, но это не гарантирует безопасность или эффективность БАДов.

### **Молибденовый дефицит — симптомы при нехватке**

Дефицит элемента встречается редко, поскольку он содержится во многих продуктах и необходим организму в мизерных количествах. Люди обычно не принимают его в виде пищевых добавок. Поводом для этого могут лишь стать заболевания, которые не позволяют организму использовать соединение. Дефицит молибдена приводит к судорогам, раку пищевода, нарушениям в головном мозге, смерти в течение нескольких дней после рождения, задержке развития. [28, 29, 30]

### **Избыток молибдена: симптомы, токсичность**

Молибден из продуктов питания и напитков не наносит никакого вреда. А вот его прием в большом количестве не дает никаких преимуществ. О токсичном влиянии на людей известно мало, поскольку исследования ограничены. Однако у животных очень высокие уровни были связаны с диареей, нарушением работы почек, задержкой роста, бесплодием.

У людей, подвергающихся воздействию высоких концентраций вещества (потребление 10–15 мг/день, промышленное воздействие) развиваются побочные эффекты:

- снижение минеральной плотности костей; [31, 32, 33]
- скопление мочевой кислоты, развитие подагры;
- репродуктивные проблемы — снижение тестостерона, качества сперматозоидов, фертильности. [34, 35, 36]

Из-за высокого уровня мочевой кислоты могут также развиваться боли в суставах. [37, 38]

### **Взаимодействие с препаратами: когда следует уделять особое внимание потреблению молибдена?**

Минерал не взаимодействует с какими-либо лекарствами, не мешает их усвоению. Но если речь идет о его потреблении в виде добавки в больших дозах, следует обязательно сообщать об этом своему врачу при назначении любых лекарств.

### **Комментарий эксперта**

#### **Татьяна Елисеева, диетолог, нутрициолог**

Молибден — малоизвестный, но важный микроэлемент, который можно получить из бобовых, зерен, субпродуктов. Вы не нуждаетесь в его дополнительном приеме до тех пор, пока соблюдаете здоровую диету. Как показывают исследования, даже при здоровом питании среднесуточное употребление часто превышает потребности. Поэтому переживать стоит не о молибдене, а о получении других витаминов и минералов.

### **Литература**

1. Turnlund, J. R., Keyes, W. R., & Peiffer, G. L. (1995). Molybdenum absorption, excretion, and retention studied with stable isotopes in young men at five intakes of dietary molybdenum. *The American journal of clinical nutrition*, 62(4), 790-796. DOI: 10.1093/ajcn/62.4.790
2. Bittner, F. (2014). Molybdenum metabolism in plants and crosstalk to iron. *Frontiers in plant science*, 5, 28. doi: 10.3389/fpls.2014.00028
3. Sardesai, V. M. (1993). Molybdenum: an essential trace element. *Nutrition in clinical practice*, 8(6), 277-281. DOI: 10.1177/0115426593008006277
4. Oya, K., Hirota, K., Sato, H., Hirashima, T., & Hara, T. (1976). Studies of gastric functions during 10 years following vagotomy, fixation of the anterior wall and pyloroplasty. *Nihon Heikatsukin Gakkai Zasshi*, 12(4), 302-303. PMID: 1035772
5. Molybdenum Fact Sheet for Health Professionals, <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Molybdenum-HealthProfessional/>
6. Seifert, M., Dorn, W., Müller, R., Holzinger, S., & Anke, M. (2009). The biological and toxicological importance of molybdenum in the environment and in the nutrition of plants, animals and man: Part III. Molybdenum content of the food. *Acta Alimentaria*, 38(4), 471-481. DOI: 10.1556/AAlim.38.2009.4.7
7. Molybdenum, Mo ( $\mu\text{g}$ ), <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/?component=1102>
8. Molybdenum — fact sheet for consumers, <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Molybdenum-Consumer/>
9. Pennington, J. A., & Jones, J. W. (1987). Molybdenum, nickel, cobalt, vanadium, and strontium in total diets. *Journal of the American Dietetic Association*, 87(12), 1644-1650. PMID: 3680822
10. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222301/>
11. Vally, H., & Misso, N. L. (2012). Adverse reactions to the sulphite additives. *Gastroenterology and hepatology from bed to bench*, 5(1), 16. PMID: 24834193
12. Alfaro, J. F., & Jones, J. P. (2008). Studies on the mechanism of aldehyde oxidase and xanthine oxidase. *The Journal of organic chemistry*, 73(23), 9469-9472. doi: 10.1021/jo801053u
13. Kitamura, S., Sugihara, K., & Ohta, S. (2006). Drug-metabolizing ability of molybdenum hydroxylases. *Drug metabolism and pharmacokinetics*, 21(2), 83-98. DOI: 10.2133/dmpk.21.83
14. Gartner, E. M., Griffith, K. A., Pan, Q., Brewer, G. J., Henja, G. F., Merajver, S. D., & Zalupski, M. M. (2009). A pilot trial of the anti-angiogenic copper lowering agent tetrathiomolybdate in combination with irinotecan, 5-fluorouracil, and leucovorin for metastatic colorectal cancer. *Investigational new drugs*, 27(2), 159-165. DOI: 10.1007/s10637-008-9165-9
15. Brewer, G. J., Askari, F., Dick, R. B., Sitterly, J., Fink, J. K., Carlson, M., ... & Lorincz, M. T. (2009). Treatment of Wilson's disease with tetrathiomolybdate: V. Control of free copper by tetrathiomolybdate and a comparison with trientine. *Translational Research*, 154(2), 70-77. DOI: 10.1016/j.trsl.2009.05.002
16. Redman, B. G., Esper, P., Pan, Q., Dunn, R. L., Hussain, H. K., Chenevert, T., ... & Merajver, S. D. (2003). Phase II trial of tetrathiomolybdate in patients with advanced kidney cancer. *Clinical Cancer Research*, 9(5), 1666-1672. PMID: 12738719
17. Jain, S., Cohen, J., Ward, M. M., Kornhauser, N., Chuang, E., Cigler, T., ... & Vahdat, L. T. (2013). Tetrathiomolybdate-associated copper depletion decreases circulating endothelial progenitor cells in women with breast cancer at high risk of relapse. *Annals of oncology*, 24(6), 1491-1498. DOI: 10.1093/annonc/mds654
18. Wei, H., Zhang, W. J., McMillen, T. S., LeBoeuf, R. C., & Frei, B. (2012). Copper chelation by tetrathiomolybdate inhibits vascular inflammation and atherosclerotic lesion development in apolipoprotein E-deficient mice. *Atherosclerosis*, 223(2), 306-313. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2012.06.013

19. Ni, D., Jiang, D., Kuttyreff, C. J., Lai, J., Yan, Y., Barnhart, T. E., ... & Cai, W. (2018). Molybdenum-based nanoclusters act as antioxidants and ameliorate acute kidney injury in mice. *Nature communications*, 9(1), 1-11. doi: 10.1038/s41467-018-07890-8
20. Ghadimi, E., Eimar, H., Marelli, B., Nazhat, S. N., Asgharian, M., Vali, H., & Tamimi, F. (2013). Trace elements can influence the physical properties of tooth enamel. *SpringerPlus*, 2(1), 1-12. doi: 10.1186/2193-1801-2-499
21. Kambara, M., Uemura, M., Noshi, H., Miyake, T., & Konishi, K. (1989). Increased remineralization of subsurface enamel lesions with molybdenum treatment. *Journal of Osaka Dental University*, 23(1), 57-62. PMID: 2640940
22. Smith, B. S. W., & Wright, H. (1975). Copper: molybdenum interaction: effect of dietary molybdenum on the binding of copper to plasma proteins in sheep. *Journal of Comparative Pathology*, 85(2), 299-305. DOI: 10.1016/0021-9975(75)90072-9
23. Molybdenum-99/Technetium-99m Production and Use, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK215133/>
24. Hasan, S., & Prelas, M. A. (2020). Molybdenum-99 production pathways and the sorbents for 99Mo/99mTc generator systems using (n,  $\gamma$ ) 99Mo: a review. *SN Applied Sciences*, 2(11), 1-28. <https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-020-03524-1>
25. Torres-Aguilera, M., & Troche, J. M. R. (2018). Achalasia and esophageal cancer: risks and links. *Clinical and experimental gastroenterology*, 11, 309. doi: 10.2147/CEG.S141642
26. Tsongas, T. A., Meglen, R. R., Walravens, P. A., & Chappell, W. R. (1980). Molybdenum in the diet: an estimate of average daily intake in the United States. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 33(5), 1103-1107. DOI: 10.1093/ajcn/33.5.1103
27. Abumrad, N. N., Schneider, A. J., Steel, D., & Rogers, L. (1981). Amino acid intolerance during prolonged total parenteral nutrition reversed by molybdate therapy. *The American journal of clinical nutrition*, 34(11), 2551-2559. DOI: 10.1093/ajcn/34.11.2551
28. Blot, W. J., Li, J. Y., Taylor, P. R., Guo, W., Dawsey, S., Wang, G. Q., ... & Li, B. (1993). Nutrition intervention trials in Linxian, China: supplementation with specific vitamin/mineral combinations, cancer incidence, and disease-specific mortality in the general population. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, 85(18), 1483-1491. DOI: 10.1093/jnci/85.18.1483
29. Nouri, M., Chalian, H., Bahman, A., MOLA, H. H., AHMADI, F. M., Fakheri, H., & SOROUSH, A. (2008). Nail molybdenum and zinc contents in populations with low and moderate incidence of esophageal cancer. PMID: 18588371
30. Ray, S. S., Das, D., Ghosh, T., & Ghosh, A. K. (2012). The levels of zinc and molybdenum in hair and food grain in areas of high and low incidence of esophageal cancer: a comparative study. *Global Journal of Health Science*, 4(4), 168. DOI: 10.5539/gjhs.v4n4p168
31. Lewis, R. C., Johns, L. E., & Meeker, J. D. (2016). Exploratory analysis of the potential relationship between urinary molybdenum and bone mineral density among adult men and women from NHANES 2007–2010. *Chemosphere*, 164, 677-682. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2016.08.142
32. Parry, N., Phillippo, M., Reid, M. D., McGaw, B. A., Flint, D. J., & Loveridge, N. (1993). Molybdenum-induced changes in the epiphyseal growth plate. *Calcified tissue international*, 53(3), 180-186. DOI: 10.1007/BF01321835
33. Liao, Y., Cao, H., Xia, B., Xiao, Q., Liu, P., Hu, G., & Zhang, C. (2017). Changes in trace element contents and morphology in bones of duck exposed to molybdenum or/and cadmium. *Biological trace element research*, 175(2), 449-457. DOI: 10.1007/s12011-016-0778-0
34. Meeker, J. D., Rossano, M. G., Protas, B., Diamond, M. P., Puscheck, E., Daly, D., ... & Wirth, J. J. (2008). Cadmium, lead, and other metals in relation to semen quality: human evidence for molybdenum as a male reproductive toxicant. *Environmental health perspectives*, 116(11), 1473-1479. doi: 10.1289/ehp.11490
35. Meeker, J. D., Rossano, M. G., Protas, B., Padmanahban, V., Diamond, M. P., Puscheck, E., ... & Wirth, J. J. (2010). Environmental exposure to metals and male reproductive hormones:

- circulating testosterone is inversely associated with blood molybdenum. Fertility and sterility, 93(1), 130-140. doi: 10.1016/j.fertnstert.2008.09.044
36. Jeter, M. A., & Davis, G. K. (1954). The effect of dietary molybdenum upon growth, hemoglobin, reproduction and lactation of rats. The Journal of nutrition, 54(2), 215-220. DOI: 10.1093/jn/54.2.215
37. Vyskočil, A., & Viau, C. (1999). Assessment of molybdenum toxicity in humans. Journal of applied toxicology, 19(3), 185-192. DOI: 10.1002/(sici)1099-1263(199905/06)19:3<185::aid-jat555>3.0.co;2-z
38. Berislav, M. (1999). A case report of acute human molybdenum toxicity from a dietary molybdenum supplement—A new member of the «lucor metallicum» family. Arhiv za higijenu rada i toksikologiju, 50(3), 289-297. PMID: 10649845

[Расширенная HTML версия статьи](#) приведена на сайте edaplust.info.

Получено 13.05.2022

### **Molybdenum (Mo) - value for the body and health, which contains**

*Eliseeva Tatyana*, editor-in-chief of the project EdaPlus.info

*E-mail:* eliseeva.t@edaplust.info

**Abstract.** The article deals with inflammatory processes and their impact on the human body. A systematic review of modern specialized literature and relevant scientific data was carried out. Foods that will help reduce inflammation are indicated, the scientific basis of nutrition against inflammation is considered.