

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС МОЛОКА КОРОВ В СЕЗОННОЙ ДИНАМИКЕ

О.А. Воронина, С.Ю. Зайцев

ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, Дубровицы, Россия

Коровье и козье молоко расцениваются как важные источники основных минеральных элементов, таких как Ca, K, Mg, Na, P, Se и Zn, что еще раз подтверждается в исследовании Astolfi M.L. 2020 г. [1]. Всего же в составе молока обнаружено порядка 50 макро- и микроэлементов [1–3]. Часть из них, такие как Cu и Zn являются тяжелыми металлами. Это означает, что содержание этих элементов не должно превышать 5,0 мг/кг для Zn и 1,0 мг/кг для Cu (СанПиН № 42–123–4889–86, актуализирован 01.01.2021 г.). Известно [4], что количественный состав макро – микроэлементов ММЭ молока напрямую связан с химическим составом кормов и степенью их загрязненности тяжелыми металлами. Различные участки земной поверхности часто характеризуются неравномерным распределением ММЭ [5]. Это во многом определяет состав микроорганизмов, растений и животных [5]. Еще один весомый фактор, связанный с поступлением ММЭ в молоко – это антропогенный фактор [6]. Так, например количество меди в молоке резко увеличивается в период обработки садов и лугов содержащими медь фунгицидами. [7].

Данные ММЭ являются незаменимыми для организма. Например, медь (Cu) стимулирует выработку половых гормонов, тироксина и нейромедиаторов [8, 9], необходима для синтеза гема, мобилизации и транспорта железа, участвует в процессах образования соединительной ткани (связок, стенок сосудов и т. д.). На образование 1 кг молока с жирностью 4 % расходуется порядка 150 мкг меди [10], а её дефицит приводит к снижению биологической доступности железа. Это сопровождается нормоцитарной нормохромной или гипохромной микроцитарной анемией. Цинк (Zn) является компонентом многих металлосодержащих ферментов [8, 9] участвующих в обмене углеводов, белков, липидов и нуклеиновых кислот [10, 11], участвует в регуляции деления клеток, воспроизводстве потомства, выработке белков и пищеварительных ферментов [9, 11]. На образование 1 кг молока с жирностью 4 % расходуется 3,6 мг Zn [10], а его содержание в молоке по разным данным сильно варьирует [12, 13]. Стоит также учитывать, что при балансе ММЭ остро стоит вопрос поступления антагонистов [11]. Так, молибден, сера, железо и цинк снижают всасывание меди [14], медь, кадмий и свинец являются антагонистами цинка.

Исходя из выше сказанного, очевидна необходимость в регулярном контроле содержания цинка и меди в молоке. Целью нашей работы было определение уровня меди и цинка в молоке коров поздней осенью и весной.

В качестве метода исследования использовали атомную абсорбцию в графитовой печи [4]. При изучении уровней концентрации цинка и меди, после кислотного разложения в микроволновой системе пробоподготовки «MARS 5» («CEM», США) пробы молока исследовали с помощью атомно-абсорбционного спектрометра «ZEEnit650P» (Analytik Jena, Германия). При отборе и формировании групп для исследования учитывали количество лактаций и число дойных дней, даты отела, физиологическое состояние животных, уровень молочной продуктивности. Содержание коров привязное, круглогодично.

Таблица 1. Динамика содержания меди в пробах молока за 2020–2021 гг.

Месяц	Ноябрь 2020 г. (n=11)		Март 2021 г. (n=11)		Май 2021 г. (n=11)	
	Cu, мкг/л	Zn, мкг/л	Cu, мкг/л	Zn, мкг/л	Cu, мкг/л	Zn, мкг/л
Минимум	48	2916	109	3888	80	2452
Максимум	351	6272	190	6710	163	6770
Размах	303	3356	81	2822	83	4318
Среднее значение	189	4104	153	4930	118	3752
Стандартное отклонение	95	1122	25	921	25	1119

Содержание меди и цинка в образцах молока поздней осенью (ноябрь) и весной (март, май) стабильно и не выявило достоверных различий (таблица 1). Стоит, однако, обратить внимание, на «разброс» значений внутри групп, особенно в период поздней осени для меди. Самое низкое значение составило 48 мкг/л, самое высокое 351 мкг/л. Относительно стабильно в сравнении с уровнем меди, показал себя уровень содержания цинка (вне зависимости от периода исследования).

По нашему мнению, особенности поступления меди в молоко могут быть связаны с подготовкой к зимнему периоду и индивидуальным перераспределением ее в организме. Участие меди в таких процессах как мобилизация и транспорт железа из депо печени [8, 9] образование соединительной ткани (связок, стенок сосудов и т. д.), синтез половых гормонов требует её присутствия в организме и задерживает выведение с молоком у отдельных животных.

Таким образом, содержание цинка и меди входит в границы предельно допустимых концентраций, и удовлетворяют требованиям СанПиН № 42–123–4889–86 (актуализирован 01.01.2021 г.).

Работа выполнялась при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках выполнения государственного задания Регистрационный номер ЕГИСУ темы НИР ГЗ 2021–2023 – 121052600314–1.

Литература

1. Zamberlin Š., Antunac N., Havranek J., Samaržija D. Mineralelements in milk and dairy products. *Mljekarstvo*, 2012, 62: 111–125.
2. Горбатова К.К., Гунькова П.И. *Биохимия молока и молочных продуктов*. 4-е изд., перераб. и доп. СПб., 2010.
3. Khan I.T., Nadeem M., Imran M., Ullah R., Ajmal M., Jaspal M.H. Antioxidant properties of Milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids Health Dis.*, 2019, 18(1): 1–14 (<https://doi.org/10.1186/s12944-019-0969-8>).
4. Skalny A.V., Salnikova E.V., Burtseva T.I., Skalnaya M.G., Tinkov A.A. Zinc, copper, cadmium, and lead levels in cattle tissues in relation to different metal levels in ground water and soil. *Environmental Science and Pollution Research*, 2019, 26(1): 559–569 ([doi:10.1007/s11356-018-3654-y](https://doi.org/10.1007/s11356-018-3654-y)).
5. Лисеев И.К. ВИ Вернадский: от единства знания к царству разума (цивилизационные мотивы). *Проблемы цивилизационного развития*, 2020, 2(1): 20–34 ([doi:10.21146/2713-1483-2020-2-1-20-34](https://doi.org/10.21146/2713-1483-2020-2-1-20-34)).
6. Безносова Е.А., Безносов Г.А., Устюгов А.Д., Флефель Х.Э. Повышение качества продукции животноводства в зонах рискованного аграрного производства при неблагоприятных факторах окружающей среды. *Аграрный вестник Урала*, 2019, 5(184): 28–32 ([doi:10.32417/article_5d5157e47a3e85.50147466](https://doi.org/10.32417/article_5d5157e47a3e85.50147466)).
7. Габрук Н.Г., Шапошников, А.А. Возможности получения экологически безопасного молока в условиях антропогенного загрязнения окружающей среды. *Региональные геосистемы*, 2007, 5(5): 15–21.
8. Kaneko J.J., Harvey J.W., Bruss M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 6th ed. Amsterdam, 2008.
9. Зайцев С.Ю. *Биологическая химия: от биологически активных веществ до органов и тканей животных*. М., 2017.
10. Харитонов Е.Л. *Физиология и биохимия питания молочного скота*. Боровск, 2011.
11. Скальный А.В. *Микроэлементы: бодрость, здоровье, долголетие*. М., 2019.
12. Dobrzanski Z., Kołacz R., Gorecka H., Chojnacka K., Bartkowiak A. The Content of Microelements and Trace Elements in Raw Milk from Cows in the Silesian Region Polish. *Journal of Environmental Studies*, 2005, 14(5): 685–689.
13. Kinal S., Korniewicz A., Jamroz D., Ziemiński R., Slupczynska M. Dietary effects of zinc, copper and manganese chelates and sulphates on dairy cows. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2005, 3(1): 168–172.
14. Abramowicz B., Kurek Ł., Chałabis-Mazurek A., Lutnicki K. Copper and iron deficiency in dairy cattle. *Journal of Elementology*, 2021, 26(1): 241–248 (DOI: 10.5601/jelem.2020.25.4.2093).