

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИТОКСИЧНОСТИ
ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ОТНОШЕНИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ МИКРОБИОМА КИШЕЧНИКА**

О.А. Филиппова, Ю.А. Плотникова, Л.Р. Мусина, Ж.Б. Сулименова, Сизенцов Я.А.*

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, пр. Победы, 13

*e-mail: olga.filippova98@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Сбалансированное соотношение эссенциальных элементов является ключевым показателем функционирования организма на физиологически значимом уровне. В системе биодоступности элементов в организм важную роль выполняет микробиом кишечника, активно участвующий в конструктивных метаболических процессах. Полученные в процессе экспериментов данные свидетельствуют о наличии выраженной биотоксичности соединений Fe, Cu и Zn в отношении всех исследуемых штаммов и относительной толерантности в отношении высоких концентраций Mg и Mn. Распределение показателей резистентности неоднородно и имеет индивидуальные характеристики устойчивости в отношении исследуемых элементов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: микробиом, эссенциальные элементы, биотоксичность.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF BIOTOXICITY OF ESSENTIAL ELEMENTS
IN RELATION TO REPRESENTATIVES
OF THE INTESTINAL MICROBIOME**

O.A. Filippova, Ya.A. Plotnikova, L.R. Musina, Zh.B. Sulimenova, Yu.A. Sizentsov*

Orenburg State University, 13, Pobedy ave, 460018, Orenburg, Russia

*e-mail: olga.filippova98@mail.ru

ABSTRACT. A balanced ratio of essential elements is a key indicator of the functioning of the body at a physiologically significant level. In the system of bioavailability of elements in the body, an important role is played by the intestinal microbiome, which is actively involved in constructive metabolic processes. The data obtained during the experiments indicate the presence of pronounced biotoxicity of the Fe, Cu and Zn compounds in relation to all studied strains and relative tolerance in relation to high concentrations of Mg and Mn. The distribution of resistance indicators is heterogeneous and has individual characteristics of resistance in relation to the studied elements.

KEYWORDS: microbiome, essential elements, biotoxicity.

ВВЕДЕНИЕ

Ключевым показателем функционирования организма на физиологически значимом уровне является сбалансированное соотношение эссенциальных элементов. В системе биодоступности элементов в организм важную роль выполняет микробиом кишечника, активно участвующий в конструктивных метаболических процессах.

Цель работы – сравнительный анализ биотоксичности эссенциальных элементов в отношении представителей микробиома кишечника

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили факультативно-анаэробной нормофлоры кишечника крыс (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*, *Escherichia coli*). В качестве регулирующих рост факторов использовали FeSO₄, MgSO₄, MnSO₄, CuSO₄, ZnSO₄ общим критерием для выбранных соединений считали их высокий уровень диссоциации в водных растворах, позволяющий в короткие промежутки времени создать высокие концентрации активных форм катионов в субстрате. Оценку уровня толерантности исследуемых микроорганизмов проводили с использованием комбинации методик диффузии в агар и серийных разведений (Sizentsov et al., 2018).

Таблица. Влияние биотоксичности исследуемых эссенциальных элементов на изоляты микробиома кишечника лабораторных животных, зона подавления роста в мм

Соли металлов	Концентрация		Исследуемые штаммы		
	М	мг/мл	<i>E. faecium</i>	<i>L. acidophilus</i>	<i>E. coli</i>
FeSO ₄	2	750	22,500 ± 0,444	12,300 ± 0,745	27,300 ± 0,577
	1	375	19,500 ± 0,408	9,800 ± 0,484	25,100 ± 0,309
	0,5	187,5	14,800 ± 0,111	5,600 ± 0,643	23,800 ± 0,200
	0,25	93,8	11,100 ± 0,260	–	20,200 ± 0,146
MgSO ₄	2	660	21,700 ± 0,741	–	9,300 ± 1,795
	1	330	10,100 ± 2,568	–	–
	0,5	165	7,400 ± 1,871	–	–
	0,25	82,5	–	–	–
MnSO ₄	2	302	24,200 ± 0,426	18,000 ± 0,258	25,400 ± 0,392
	1	151	18,000 ± 0,337	15,600 ± 0,305	18,800 ± 0,435
	0,5	75,5	–	12,700 ± 0,422	10,800 ± 0,377
	0,25	37,8	–	–	–
CuSO ₄	2	318,4	32,300±1,336	34,700±2,332	32,300±3,281
	1	159,6	30,700±1,450	31,000±0,580	30,000±3,050
	0,5	79,8	25,700±0,330	26,300±0,333	26,300±0,333
	0,25	39,9	16,700±3,181	19,300±1,200	22,000±3,510
ZnSO ₄	2	323	33,300±1,665	34,300±2,333	31,300±1,681
	1	161,5	28,000±1,121	32,300±1,330	27,700±2,945
	0,5	80,8	25,700±1,872	28,000±1,322	26,300±2,210
	0,25	40,4	21,000±2,545	24,000±1,421	23,300±0,842

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные в результате экспериментальных исследований данные свидетельствуют о выраженном ингибирующем эффекте высоких концентраций Fe, Cu и Zn в отношении тест-организмов (таблица). Следует отметить видовую резистентность *L. acidophilus* в отношении высоких катионных нагрузок железа на субстрат в концентрации 0,25 М и выраженной устойчивости к воздействию Mg (2 М).

Минимальные уровни токсичности исследуемых элементов зарегистрированы при взаимодействии изолятов с катионами Mg (*E. coli* в концентрации 1 М) и Mn (*E. faecium* в концентрации 0,5 М). Практическая значимость полученных результатов позволит использовать накопленные данные при создании селективных питательных сред для выделения и идентификации представителей микробиома, а также интерпретировать данные экспериментов *in vivo*, направленных на оценку влияния микробиома на элементный статус.

ВЫВОДЫ

Анализ данных позволяет предположить наличие стратегии детоксикации, направленной на ферментативную детоксикацию (аккумуляцию) металла до нетоксичной биологически активной формы (депонирование), на поверхностных компонентах клетки (Пищик и др., 2016).

Список литературы / References

1. Sizentsov A.N., Cherkasov S.V., Karpova G.V., Bibartseva E.V., Kvan O.V., Kunavina E.A., Levenets T.V., Strelkovskaya A.D. The technology of chemical compound biotoxicity assessment by the method of agar basins. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). 2018; 9(11): 455–46.
2. Пищик В.Н., Воробьев Н.И., Проворов Н.А., Хомяков Ю.В. Механизмы адаптации растений и микроорганизмов в растительно-микробных системах к тяжелым металлам. Микробиология. 2016; 85(3): 231–247 [Pishhik V.N., Vorob'ev N.I., Provorov N.A., Homjakov Ju.V. Mehanizmy adaptacii rastenij i mikroorganizmov v rasti-tel'no-mikrobnih sistemah k tzhazhelym metallam. Mikrobiologija. 2016; 85(3): 231–247].