

и углеводов составило 1:1:4,5. Калорийность фактически съеденных рационов в возрастной группе детей 3–6 лет составила 1400 ± 31 ккал, или 78% нормы. Содержание витамина B_2 по результатам исследования в два раза превысило установленные физиологические нормы (2,23 мг), содержание железа в норме (10,3 мг). Доля остальных компонентов пищи составила около 65–90% нормы.

Результаты оценки поступления химических веществ с продуктами питания показали, что наибольший вклад в общую суммарную экспозицию изученных контаминантов вносят свинец (85,91% на уровне медианы и 87,77% на уровне 95th percentile и мышьяк (14,13% на уровне медианы и 34,28% на уровне 95th percentile). Характеристика риска показала, что коэффициент опасности по метилртути (MeHg) (пересчет поступления ртути с рыбой и морепродуктами) на уровне 95th percentile превысил значение 3,0 (настораживающий риск). Уровни неканцерогенного риска от воздействия свинца, кадмия, ртути являются допустимыми.

Обсуждение. Изучаемые химические контаминанты (Pb, Cd, As, Hg и MeHg), обнаруженные в анализируемых группах пищевых продуктов, обладают потенциальной способностью вызывать в организме различные вредные эффекты. Индексы опасности (HI), рассчитанные на основе медианных значений коэффициентов опасности, менее 3,0 (допустимый риск). Наиболее подвержены общетоксическому действию центральная нервная система и развитие (HI = 4,02 и 3,98 соответственно). Риск развития системных неканцерогенных эффектов, обусловленный преимущественно контаминацией пищевых продуктов свинцом, составил: 46% для гормональной системы и 57% для центральной нервной системы.

Заключение. Результаты оценки поступления основных пищевых веществ с рационом питания детей показали, что доля основных компонентов пищи составила около 65–90% нормы для детей изученного возраста, и это служит основанием для проведения Роспотребнадзором целенаправленных мероприятий по надзору за организацией питания детей в детских образовательных учреждениях и разработки целевых комплексных программ для оптимизации питания.

Основной вклад в суммарную экспозицию с рационом питания детей вносят свинец и мышьяк. На долю поступления кадмия и ртути приходится от 4 до 10%. Настораживающий уровень риска (>3,0) выявлен по метилртути на уровне 95th percentile. Предварительная оценка риска поступления химических контаминантов с основными продуктами питания свидетельствует о возможном риске для здоровья детского населения 3–6 лет г. Казани и требует дальнейшего исследования.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет» для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности 19.9777.2017/8.9.

Хотимченко С.А.^{1,2}, Багрянцева О.В.^{1,2}, Гмошинский И.В.¹, Ригер Н.А.¹, Евстратова А.Д.¹, Трушина Э.Н.¹, Мустафина О.К.¹, Сото Х.С.¹, Шипелин В.А.¹, Шумакова А.А.¹, Демина Т.Ю.¹, Леонтьева Э.В.¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ЛИПОФИЛЬНЫХ ФИКОТОКСИНОВ (ОКАДАИКОВОЙ КИСЛОТЫ И ЙЕССОТОКСИНА) В ЭКСПЕРИМЕНТЕ *IN VIVO*

¹ ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва

² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет)

Актуальность. Фикотоксины – это вторичные метаболиты, продуцируемые примерно 100 видами водорослей и фикопланктоном. По химическим свойствам они делятся на гидрофильные, липофильные и амфифильные токсины. Окадаиковая кислота и ее производные – диарейные токсины (DSP-токсины), йессотоксины входят в группу липотропных токсинов (Technical paper on Toxicity Equivalency Factors for Marine Biotoxins Associated with Bivalve Molluscs, FAO/WHO, 2016). Недостаточность сведений о биологических свойствах и токсичности фиксотоксинов, входящих в эту группу, неспецифичность клинической картины отравления при поступлении малых доз токсинов снижает эффективность мероприятий по управлению рисками, связанными с использованием в рационе морепродуктов.

Цель – определение биомаркеров токсичности окадаиковой кислоты и йессотоксина в экспериментах *in vivo* и *ex vivo*.

Материал и методы. Окадаиковая кислота – проведен эксперимент на 74 крысах самцах линии Wistar с исходной массой тела 100 ± 10 г. В работе использовали препарат окадаиковой кислоты производства фирмы Fermentec Ltd. (Израиль). Токсин вводился крысам однократно внутрибрюшинно (контроль – физиологический раствор NaCl) в виде физиологического раствора в концентрациях 50, 100 и 150 мкг/мл. Выведение животных из эксперимента осуществляли через 6, 24 и 168 ч после введения препаратов окадаиковой кислоты путем декапитации под эфирной анестезией. Определяли массу внутренних органов, биохимические и гематологические показатели крови, активность глутатионпероксидазы, небелковых тиолов в печени, уровни цитокинов IFN- γ , IL-10, IL-17A в плазме крови и в лизатах клеток печени, апоптоз клеток печени, уровень малонового диальдегида в печени.

Йессотоксин – проведен эксперимент на 72 крысах-самцах линии Wistar с исходной массой тела (м.т.) 100 ± 10 г. В работе использовали препарат йессотоксина производства National Research Council Canada (Канада). Растворы,

содержащие йессотоксин в концентрациях 2 мкг/кг, 8 мкг/кг и 12 мкг/кг (1 моль УТХ = 1187,32 г), вводили крысам указанных групп однократно внутрибрюшинно. Выведение животных из эксперимента осуществляли через 6, 24 и 168 ч после введения йессотоксина путем декапитации под эфирной анестезией. Определяли массу внутренних органов, биохимические и гематологические показатели крови, апоптоз клеток головного мозга, уровень малонового диальдегида в головном мозге и восстановленного глутатиона в печени.

Результаты. *Окадаиковая кислота* – проведенные исследования показали, что минимальные проявления токсического действия окадаиковой кислоты при ее внутрибрюшинном введении (сдвиги в соотношении нейтрофилов и лимфоцитов, повышение активности АСТ, изменения активности глутатионпероксидазы) наблюдаются уже при дозе 50 мкг/кг м.т. С учетом коэффициента безопасности, равного 3, безопасный уровень острого воздействия окадаиковой кислоты (ARfD=0,33 мкг/кг м.т.) должен быть пересмотрен и составлять 0,27 мкг/кг м.т. Впервые показана возможность использования в качестве маркеров токсического действия окадаиковой кислоты в эксперименте следующих показателей окислительного метаболизма: тиоловых соединений, активности глутатионпероксидазы, содержания малонового диальдегида в печени.

Йессотоксин – проведенные исследования показали наличие токсических эффектов йессотоксина при его внутрибрюшинном введении всех испытуемых доз (2; 8 и 12 мкг/кг). Установленное значение безопасного уровня острого воздействия йессотоксина (ARfD) 25 мкг/кг м.т. Данное действие проявлялось в достоверном снижении массы селезенки, легких, тимуса (в % от м.т.) на протяжении всего времени проведения эксперимента; в усилении процессов катаболизма белков и липидов во всех экспериментальных группах после 6 и 24 ч введения токсина; в динамике показателей содержания малонового диальдегида через 168 ч после введения токсина; в усилении процессов раннего апоптоза и снижении показателей позднего апоптоза в тканях головного мозга. Впервые было показано, что доза йессотоксина 2 мкг/кг может оказать токсическое воздействие на теплокровный организм, это соответствует допустимому уровню содержания токсина в моллюсках 2,37 мг/кг и свидетельствует о необходимости пересмотра максимально допустимого уровня содержания йессотоксинов в моллюсках, установленного в Европейском союзе в настоящее время = 3,75 мг/кг [Regulation (EC) No 853/2004].

Заключение. Проведенные оценки рисков липотропных фикотоксинов (окадаиковой кислоты, йессотоксинов) позволят разработать более эффективные механизмы управления рисками возникновения возможных негативных эффектов, оказываемыми данными токсинами, а именно уточнить их максимально допустимые уровни в морепродуктах.

Работа выполнена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы фундаментальных исследований (тема ФАНО России № 0529-2014-0044).

Чалый З.А., Седова И.Б., Киселева М.Г.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ЧАЯ МИКОТОКСИНАМИ

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва

Контаминация микотоксинами (МТ) пищевых продуктов является следствием повсеместного распространения микроскопических плесневых грибов. Все МТ обладают характерным токсическим действием. Постоянное поступление малых доз МТ вызывает хронические дисфункции. Комитет экспертов JECFA ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам установил величины условно переносимого суточного поступления для человека. Поэтому мониторинг уровня контаминации часто потребляемых продуктов является насущной задачей обеспечения пищевой безопасности.

Актуальность. Чай относится к напиткам, наиболее часто потребляемым в мире. Имеются сведения об обнаружении афлатоксинов (АФЛ) В1, В2, G1 и G2 в корейском чае с орехами, чае из Египта, из Турции, зеленом чае с мятой, травяных чаях. Охратоксин А (ОТА) присутствовал в зеленом и травяном чаях из Германии, в чае Пуэр из Юго-Западного Китая, фумонизин В1 (ФВ1) – в черном чае из Португалии и цейлонском чае, 15-ацетилдезоксиниваленол – в зеленом чае с мятой, энниатин В (ЭНН В) – в зеленом чае.

Цель – изучение частоты и уровня контаминации МТ в различных видах чая.

Материал и методы. Для определения МТ в образцах чая нами была разработана следующая методика. Экстракцию МТ из сухого измельченного чая осуществляют смесью ацетонитрил : вода : уксусная кислота (79:20:1). Количественное определение 21 МТ [Т-2, НТ-2, ОТА, АФЛ В1, В2, G1, G2 и М1, дезоксиниваленол, зеараленол и его метаболиты (зеранол, талеранол, альфа- и бета- зеараленол), стеригматоцистин, диацетоксискирпенол, фузаренон Х, цитринин, ниваленол, 15-ацетилдезоксиниваленол, 3-ацетилдезоксиниваленол] проводят методом ВЭЖХ с тандемной масс-спектрометрией.

Условия хроматографического разделения: колонка Agilent ZorbaxSB-C18 150x4,6 мм, 3,5 мкм; элюирование – градиент ацетонитрила (Б) в 0,1% водном растворе муравьиной кислоты (А). Схема градиента: 0 мин – 5% (Б), с 30 по 33 мин – 95% (Б) и с 34 по 40 мин – 5% (Б), скорость потока – 0,4 мл/мин, объем ввода – 5–10 мкл. Температура термостата – 25 °С. Условия детектирования: тип детектора Agilent 6410 TripleQuadrupoleLC/MS; источник ионов: электроспрей; скорость газа-распылителя (азот): 12 л/мин; давление небулайзера: 60 psi; температура газа-осушителя (азот): 350 °С; полярность: положительная; тип детектирования: MRM (режим определения перехода исходный ион – дочерний ион); напряжение на капилляре: 4000 В. Для каждого МТ были подобраны напряжение фрагментатора, энергия разрушения, время удерживания (t уд.).