

depression came to 12.9 %, whereas in healthy probands it was 2.25 %. After exposure of peripheral blood lymphocytes to the mutagen impact the frequency of chromosome abnormalities in patients increased by 1.6 times (21.1 %) and in healthy children by 6.7 times (15.1 %), indicating a decreased adaptive response in children with depression. **Conclusions.** Single fragments prevailed among chromatid-type aberrations in patients; among chromosome-type they were elongation and breaks on the centromere and chromatid-isochromatid exchanges; among genome type – premature centromere divergence, as compared with the frequency of those disorders in healthy children.

Key words: patients, depression, healthy persons, chromosomes, mutagenesis.

УДК 613.26:633.13:614.876 (477)

БАНДАЖЕВСКИЙ Ю.И.¹, ДУБОВАЯ Н.Ф.², ШВАРТАУ В.В.¹, МИХАЛЬСКАЯ Л.Н.¹

¹ *Институт физиологии растений и генетики НАН Украины,*

Украина, 03022, г. Киев, ул. Васильковская, 31/17, e-mail: Yuri.by375@gmail.com, Schwartau@mail.ru

² *Национальная медицинская академия последипломного образования им. П.Л. Шупика,*

Украина, 04112, г. Киев, ул. Дорогожицкая, 9, e-mail: n_dubova@i.ua

ТЕРАТОГЕННЫЙ ЭФФЕКТ ЗЕРНА ОВСА ИЗ РАЙОНА, ПОСТРАДАВШЕГО ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

За годы, прошедшие после аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), площадь территории, отнесенной к зонам загрязнения радиоактивными элементами, составляет только в Украине 53,5 тыс. км² [1]. В связи с этим, остается открытым вопрос о возможности проживания на ней людей, а также получения сельскохозяйственной продукции, безопасной для здоровья человека. Для оценки безопасности продуктов питания, производимых на данной территории, могут быть использованы лабораторные животные, с последующей экстраполяцией полученных результатов на человека.

Цель. Целью настоящей работы явилось изучение влияния пищевого фактора – зерна овса, полученного с территории, загрязненной радиоактивными элементами вследствие аварии на ЧАЭС, на течение беременности и развитие зародышей лабораторных животных – сирийских хомячков.

Материалы и методы

В экспериментах были использованы половозрелые самки сирийского хомячка с массой тела 70–100 граммов. Данные животные были выбраны в связи с коротким периодом беременности (16 суток) и четко выраженным эстральным циклом. Диплоидный набор данных животных составляет 44 хромосомы [2].

Самок сирийского хомячка, с целью оплодотворения, подсаживали к самцам в период охоты (наличие характерной стойки). Срок оплодотворения определялся по наличию влажной пробки.

Животные, входящие в основную группу (30 животных), получали после оплодотворения, на протяжении всего периода беременности, в составе стандартного рациона питания [3], зерно овса (20 граммов в сутки на каждое животное), выращенное на территории Иванковского района Киевской области Украины в 2011 году, официально признанного пострадавшим от аварии на ЧАЭС в 1986 году (зерно № 1).

Животные, составившие контрольную группу (21 животное), после оплодотворения содержались на стандартном рационе питания [3], в состав которого входило зерно овса (20 граммов в сутки на каждое животное), выращенное в 2011 году на радиоактивно незагрязненной территории (зерно № 2).

Зерно овса № 1 и № 2 было подвергнуто анализу на содержание радиоактивных элементов Cs-137 и Sr-90 с помощью спектрометра энергий бета-излучения СЕБ 01-150 «АКП-С». Состав химических элементов в зерне определялся методом ИСП-спектрометрии на эмиссионном спектрометре ICAP6300 Duo МЕС (США) после предварительного измельчения зерен на мельнице, с последующим их сжиганием в азотной кислоте с помощью микроволновой подготовки проб Multiwave 3000 фирмы Anton Paar (Австрия).

Изучение состояния репродуктивных органов животных обеих групп производилось на 15-й день беременности, за день до предполагаемых родов. При этом, подсчитывалось число желтых тел в яичниках, мест имплантации в матке, количество живых и

погибших зародышей. Рассчитывались показатели предимплантационной и постимплантационной гибели зародышей. Определялась масса зародышей и плацент. Массу плаценты оценивали по отношению к массе плода в виде плацентарно-плодового коэффициента. После внешнего осмотра под бинокулярной лупой, с целью выявления видимых врожденных пороков развития, одна часть зародышей помещалась в смесь Буэна, другая – в 96° этиловый спирт.

Зародыши, фиксированные в смеси Буэна, подвергались исследованию по методу Вильсона-Дыбана с целью выявления врожденных пороков развития внутренних органов и головного мозга [4].

Зародыши, фиксированные в 96° этиловом спирте, обрабатывались по методу Даусона с окраской костных скелетов ализарином красным [4], для выявления врожденных дефектов костной системы. Всего вышеуказанными методами было исследовано 88 сформированных зародышей подопытной и 87 сформированных зародышей контрольной групп.

Содержание химических элементов в организме беременных самок сирийских хомячков подопытной и контрольной групп определялось с помощью спектрометрического метода на вышеуказанном оборудовании. Для этого был осуществлен забор ткани печени у 8 самок подопытной и 7 самок контрольной групп на 10-й день после их оплодотворения. Самки подопытной и контрольной групп в течение всего периода после оплодотворения и до взятия материала содержались в условиях эксперимента.

Математическая обработка и статистический анализ результатов исследования

проведены с использованием таблиц Microsoft Excel 2010 и пакета прикладных программ STATGRAPHICS 8.0.

Результаты и обсуждение

Радиометрическое исследование показало повышенное содержание радионуклидов Cs-137 и Sr-90 в пробе зерна овса, включенного в рацион питания животных основной группы, в сравнении с пробой зерна овса, потребляемого животными контрольной группы (для Cs-137 соответственно 49,8 Бк/кг и 12,6 Бк/кг, для Sr-90 соответственно 17,2 Бк/кг и 13,5 Бк/кг). В пробе зерна овса из подопытной группы было также существенно увеличено, по сравнению с зерном из контрольной группы, содержание элементов бария (Ba), марганца (Mn), стронция (Sr) (табл.). В основной группе обнаружено 13 самок, из числа 30 оплодотворенных, у которых к концу предполагаемой беременности отсутствовали зародыши в матке (43,3 %). В контрольной группе, составляющей 21 оплодотворенное животное, выявлено 5 самок, у которых к концу предполагаемой беременности отсутствовали зародыши в матке (23,8 %).

В подопытной и контрольной группах, значения показателей предимплантационной и постимплантационной гибели зародышей, средней массы тела сформированных плодов, плацентарно-плодового коэффициента, не имели достоверных различий.

Однако, в подопытной группе, в 7 из 17 случаев беременности ($41,2 \pm 12,3$ %), у 19 зародышей были выявлены врожденные пороки развития, тогда как, в контрольной группе врожденные пороки развития зарегистрированы у 2-х зародышей в 2-х из 16 случаев беременности ($12,5 \pm 8,5$ %, $p < 0,05$).

Таблица. Содержание химических элементов в зерне овса (мг/кг)

Химический элемент	Содержание химических элементов в исследуемой пробе овса, мг/кг		Химический элемент	Содержание химических элементов в исследуемой пробе овса, мг/кг	
	зерно № 1	зерно № 2		зерно № 1	зерно № 2
Al	24,75	48,90	Mn	96,63	46,94
B	0,00	0,00	Na	141,3	127,5
Ba	3,597	1,867	Ni	3,989	4,254
Ca	829,6	831,1	P	1495	1419
Cd	0,078	0,078	Pb	0,994	1,417
Co	0,397	0,357	S	9752	7452
Cr	0,6536	0,6932	Si	0,038	0,0472
Cu	4,616	3,361	Sr	2,889	1,473
Fe	133,0	102,6	V	1,327	1,097
K	3154	3026	Zn	35,94	29,19
Mg	1328	1135			

Врожденные пороки развития были представлены расщелиной верхней губы и твердого неба, черепно-мозговой грыжей, экзенцефалией.

Со стороны внутренних органов и головного мозга зародышей обеих групп не было выявлено значимых патологических изменений. Патология костной системы в виде сращения ребер была обнаружена у 2-х из 38 исследованных зародышей основной группы (5,26 %), при отсутствии в контрольной группе (36 исследованных зародышей).

В ткани печени самок, получавших зерно овса, выращенное на территории, пострадавшей от аварии на ЧАЭС, содержание селена (Se) составило $0,06 \pm 0,02$ мг/кг (в контроле – $0,12 \pm 0,02$ мг/кг, $p < 0,05$), бора (В) – $2,12 \pm 0,63$ мг/кг (в контроле – $3,68 \pm 0,72$ мг/кг, $p < 0,05$), фосфора (Р) – $2658,43 \pm 292,92$ мг/кг (в контроле – $3822,43 \pm 347,9$ мг/кг, $p < 0,05$), бария (Ba) – $1,08 \pm 0,41$ мг/кг (в контроле – $1,24 \pm 0,87$ мг/кг, $p > 0,05$).

Проведенное исследование выявило наличие выраженного тератогенного эффекта от употребления беременными животными в пищу зерна овса, выращенного на радиоактивно загрязненной территории. Обнаруженные в ходе данного экспериментального исследования, врожденные пороки развития относятся к группе мультифакториальных врожденных пороков, возникающих в популяции человека и животных при наличии генетической предрасположенности и воздействия внешнесредового фактора [5]. В настоящее время пороки данной группы преобладают в структуре врожденной патологии человека [6]. В популяции сирийских хомячков, использованных в работе, существует предрасположенность к возникновению врожденных пороков развития, о чем свидетельствуют 2 случая возникновения указанных пороков в контрольной группе.

Исходя из полученных результатов, в качестве внешнесредового фактора, оказывающего эмбриотропное действие и провоцирующего реализацию генетических дефектов в виде врожденных пороков развития, можно рассматривать, прежде всего, радионуклиды Cs-137 [7], а также химический элемент Ba [8], содержащиеся, в сравнении с контролем, в повышенном количестве в зерне, потребляемом в пищу беременными животными. Однако, определение Ba в печени самок подопытной группы не выявило достоверных различий по сравнению с контролем. В тоже время, были выявлены достоверные различия, между подопыт-

ной и контрольной группами, в содержании Se, В, Р – элементов, принимающих участие, прямо или косвенно, в репродуктивных процессах.

Не исключая негативного влияния радионуклидов Cs-137 на процессы внутриутробной регуляции, можно предположить, что именно дефицит указанных выше эссенциальных элементов, и прежде всего Se, негативно сказывается на процессах развития зародышей, способствуя проявлению генетически детерминированных состояний, какими являются врожденные пороки развития мультифакториальной группы.

Врожденные пороки развития, а именно, расщелина верхней губы и/или неба, обнаруженные у лабораторных животных в ходе данного эксперимента, с определенным постоянством встречаются в популяции человека [9]. В литературе имеются сведения об увеличении риска рождения детей с расщелиной твердого неба у женщин, которые проживали на радиоактивно загрязненной вследствие аварии на ЧАЭС территории и получили дозу суммарного радиоактивного облучения больше 5 мЗв [9]. В Баварии (Германия) зарегистрировано увеличение числа рождений детей с расщелинами верхней губы и/или неба в период с октября 1986 г. до декабря 1990 г. на 9,5 % [10]. Плоды человека с гестационным сроком 15–25 недель, абортированные в г. Гомеле по медико-генетическим показаниям, в связи с врожденными пороками развития центральной нервной системы, в том числе, анэнцефалией, экзенцефалией, черепно-мозговой грыжей, в сочетании с расщелиной верхней губы, содержали в своем организме большие количества радионуклидов Cs-137 [11].

Проведенное исследование свидетельствует о реальной опасности для здоровья людей продуктов питания, выращенных спустя 25 лет на территории, пострадавшей от аварии на ЧАЭС. Овес, как и другие сельскохозяйственные культуры, является составным компонентом пищевой цепочки, по которой, неблагоприятные для здоровья агенты, поступают из почвы в организм человека и животных. Полученные результаты указывают на необходимость проведения углубленных исследований влияния радиационно-химического фактора, присутствующего на радиоактивно загрязненной в результате аварии на ЧАЭС территории и поступающего в организм с продуктами питания, на процессы репродукции человека.

Выводы

1. Зерно овса, выращенное в 2011 году на территории, пострадавшей от аварии на ЧАЭС, содержало, в сравнении с контролем, повышенные количества радионуклидов Cs-137 и Sr-90, а также ряда химических элементов.
2. Употребление в пищу указанного зерна овса лабораторными животными – сирийскими

хотячками в период беременности, вызывало у их потомства врожденные пороки развития.

3. Полученные результаты обращают внимание на необходимость оценки роли радиационно-химического фактора, присутствующего на территории, пострадавшей от аварии на ЧАЭС, в репродуктивных потерях человека.

Литература

1. Atlas. Ukraine. Radioactive Contamination // Developed by Intelligence Systems GEO, Ltd. on the order of the Ministry of Emergencies of Ukraine. – К., 2011. – 52 p.
2. Шмидт Е.Ф., Серов А.В. Тайны семейства CRICETIDAE // Биомедицина. – 2005. – № 1. – С. 52–66.
3. Лоскутова З.Ф. Виварий. – М.: Медицина, 1980. – 93 с.
4. Дыбан А.П., Баранов В.С., Акимова И.М. Основные методические подходы к тестированию тератогенной активности химических веществ // Архив анатомии. – 1970. – 59, № 10. – С. 89–100.
5. Лазюк Г.И., Толарова М., Цейзель Э. Генетика врожденных пороков развития // Перспективы медицинской генетики; под ред. И.П. Бочкова. – М.: Медицина, 1982. – С. 187–240.
6. Бочков Н.П., Рослова Т.А., Якушина И.И. Медико-генетическое консультирование по поводу мутагенных и тератогенных воздействий // Мед. генетика. – 2009. – 8, № 1 (79). – С. 3–8.
7. Bandajevski Y.I., Dubovaya N.F. Les consequences de Tchernobyl sur la natalite. Cesium radioactif et processus de reproduction. – Gap.: Ed. Yves Michel; 2012. – 127 p.
8. Tarasenko N.Yu., Pronin O.A., Silayev A.A. Barium compounds as industrial poisons (an experimental study) // Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology. – 1977. – 21, N 4. – P. 361–373.
9. Тимченко О.І., Приходько Т.А., Линчак О.В. та інші. Генофонд і здоров'я: поширеність і чинники ризику виникнення щілини губи і/або піднебіння. – К.: Медінформ, 2008. – 156 с.
10. Scherb H., Weigelt E. Prevalence of cleft lip and palate in Bavaria, Gemany, before and after the Chernobyl nuclear power plant accident // Mund Kiefer Gesichts Chir. – 2004. – 8. – P. 107–110.
11. Бандажевский Ю.И., Переплетчиков А.М., Мишин А.В. Морфологическая и радиометрическая характеристика плодов, абортированных по медико-генетическим показаниям // Морфофункциональные аспекты действия радионуклидов на процессы антенатального и постнатального развития. – Гомель, 1998. – С. 28–31.

BANDAZHEUSKI Y.I.¹, DUBOVA N.F.², SCHWARTAU V.V.¹, MIKHALSKAYA L.N.¹

¹ Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylykivskaya str., 31/17, e-mail: Yuri.by375@gmail.com, Schwartau@mail.ru

² National Medical Academy of Postgraduate Education named after P.L. Shupyk, Ukraine, 04112, Kyiv, Dorogozhytska str., 9, e-mail: n_dubova@i.ua

TERATOGENIC EFFECT OF OATS GROWN IN AN AREA AFFECTED BY THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT

Aim. The aim of this paper was to study the influence of a food factor – oats obtained from an area contaminated with radioactive elements as a result of the Chernobyl accident on the course of pregnancy and development of embryos of laboratory animals – Syrian hamsters. **Methods.** Physiological, morphological (embryological), radiometric, physico-chemical, mathematical and statistical. **Results.** Oats grown in the area affected by the Chernobyl accident were found to contain increased amounts of radionuclides Cs-137 and Sr-90, as well as chemical elements Ba, Sr, Mn in comparison with the control (two times and more). Female Syrian hamsters in the experimental and control groups received the relevant oats as part of their diet from the moment of fertilization. The termination of pregnancy at the preimplantation stage was stated in 43.3 % of all cases of fertilization (in the control group – in 23.8 % of cases). The physiological course of pregnancy was recorded in 35.3 % of all pregnancies (in the control group – in 68.7 % of all pregnancies). Birth defects were detected in 41.2 % of all pregnancies (in the control group – in 12.5 % of all pregnancies, $p < 0.05$).

Conclusions. This study shows a real danger to human health foods grown after 25 years on the area affected by the Chernobyl nuclear power plant. Needed to evaluate the role of radiation-chemical factors in the contaminated areas in the human reproductive losses.

Key words: radiation-chemical factor, Syrian hamsters, antenatal development, birth defects, radiation-contaminated areas, Chernobyl accident.