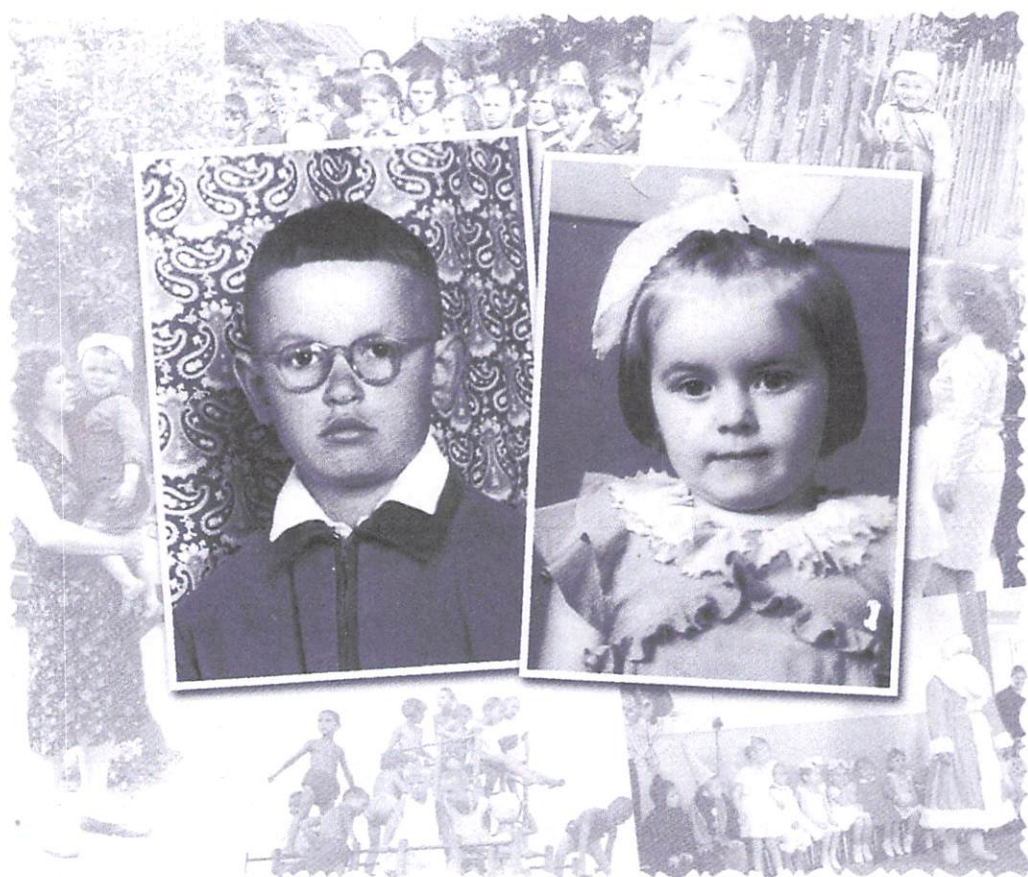


МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# Педиатрия

Восточная Европа

№ 3 (07) 2014



ISSN 2307-4345



9 772307 434000



Бандажевский Ю.И.<sup>1</sup>, Дубовая Н.Ф.<sup>2</sup>, Швартау В.В.<sup>3</sup>, Козырин И.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Координационный аналитический центр «Экология и здоровье», Иванков, Украина;

<sup>2</sup> Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика, Киев, Украина;

<sup>3</sup> Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, Киев, Украина

Bandazheuski Y.<sup>1</sup>, Dubovaya N.<sup>2</sup>, Schwartz V.<sup>3</sup>, Kozyarin I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> "Ecology and Health" Coordination Analytical Centre, Kyiv, Ukraine;

<sup>2</sup> P.L. Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv, Ukraine;

<sup>3</sup> Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine

## Тератогенное действие зерна овса из района, пострадавшего от аварии на Чернобыльской атомной электростанции

Teratogenicity of oats grown in an area affected by the Chernobyl nuclear power plant accident

### Резюме

В настоящее время остается открытым вопрос о возможности получения на радиоактивно загрязненных территориях вследствие аварии на ЧАЭС сельскохозяйственной продукции, безопасной для здоровья людей. В связи с этим целесообразным является проведение экспериментальных исследований на лабораторных животных с последующей экстраполяцией полученных результатов на человека.

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.

Методы исследования: физиологический, морфологический (эмбриологический), радиометрический, физико-химический, математико-статистический.

Установлено, что зерно овса, выращенное на пострадавшей от аварии на ЧАЭС территории, содержало в сравнении с контролем, повышенные количества радионуклидов Cs-137 и Sr-90, а также химических элементов Ba, Sr, Mn (в 2,0 и более раз). Самки сирийских хомячков подопытной и контрольной групп получали в составе рациона питания соответствующее зерно овса с момента оплодотворения. Констатируется прерывание течения беременности на доимплантационной стадии в 43,3% всех случаев оплодотворения (в контрольной группе – в 23,8% случаев). Физиологическое течение беременности зарегистрировано в 35,3% всех случаев беременности (в контроле – в 68,7% всех случаев беременности). Врожденные пороки развития выявлены в 41,2% всех случаев беременности (в контрольной группе – в 12,5% всех случаев беременности,  $p < 0,05$ ).

**Ключевые слова:** радиационно-химический фактор, сирийские хомячки, антенатальное развитие, врожденные пороки развития, радиоактивно загрязненные территории, Чернобыльская авария.

### Resume

Currently the question of possibility to receive farm products safe for human health within the areas affected by the Chernobyl nuclear power plant accident remains open. In this respect, it is advisable to carry out experimental studies using laboratory animals and extrapolate findings to humans.

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.

Research methods: physiological, morphological (embryological), radiometric, physico-chemical, mathematical and statistical.

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,  $p < 0.05$ ).

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

Спустя 25 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) площадь территории, отнесенной к зонам загрязнения радиоактивными элементами, составляет только в Украине 53,5 тыс. км<sup>2</sup> [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 качества продуктов питания, производимых на данной территории, могут быть использованы лабораторные животные, с последующей экстраполяцией полученных результатов на человека.

### ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

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 г. Данные животные были выбраны в связи с коротким периодом беременности (16 сут.), 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 подопытную группу (30 животных), получали после оплодотворения, на протяжении всего периода беременности, в составе стандартного рациона питания [3], зерно овса (20 г в сутки на каждое животное), выращенное на территории Иванковского района Киевской области Украины в 2011 г., официально признанного пострадавшим от аварии на ЧАЭС в 1986 г. (зерно № 1).

Животные, составившие контрольную группу (21 животное), после оплодотворения содержались на стандартном рационе питания [3], в состав которого входило зерно овса (20 г в сутки на каждое животное), выращенное в 2011 г. 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 ИСР-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 биноклярной лупой, с целью выявления видимых врожденных пороков развития, одна часть зародышей помещалась в смесь Буэна, другая – в 96%-й этиловый спирт.

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

Зародыши, фиксированные в 96%-м 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.

Математическая обработка и статистический анализ результатов исследования проведены с использованием таблиц Microsoft Excel 2010 и пакета прикладных программ STATGRAPHICS 8.0.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В пробе зерна № 1, по сравнению с пробой зерна № 2 овса, регистрировалась повышенная удельная активность радионуклидов (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), а также было увеличено содержание ряда элементов, в наибольшей степени бария (Ba), марганца (Mn), стронция (Sr) (таблица).

В подопытной 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±12,3%), у 19 зародышей были выявлены врожденные пороки развития, тогда как в контрольной группе врожденные пороки развития зарегистрированы у 2 зародышей в двух из 16 случаев беременности (12,5±8,5%, p<0,05).

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

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 из 38 исследованных зародышей подопытной группы (5,26%), при отсутствии в контрольной группе (36 исследованных зародышей).

Проведенное исследование выявило наличие выраженного тератогенного эффекта от употребления беременными животными в пищу зерна овса, выращенного на территории, пострадавшей от аварии на ЧАЭС. 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].

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	–	–	–



**Рисунок. Врожденные пороки развития у зародышей сирийских хомячков основной группы на 15-й день внутриутробного развития. Фиксация в смеси Буэна. Слева направо: экзенцефалия и расщелина верхней губы и твердого неба; двухсторонняя расщелина верхней губы; черепно-мозговая грыжа**

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, можно сделать заключение о том, что зерно овса, выращенное на территории, пострадавшей от аварии на ЧАЭС, содержит в своем составе комбинацию радиоактивных элементов и минералов, опасную для процессов внутриутробного развития лабораторных животных. Этот злак, как и другие сельскохозяйственные культуры, является составным компонентом пищевой цепочки, по которой неблагоприятные для здоровья агенты поступают из почвы в организм человека и животных. В связи с этим он, в определенной мере, может отражать содержание радионуклидов и минералов в почве.

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. Не следует исключать и эмбриотропное действие Mn и Sr, в т.ч. Sr-90, как и других элементов, входящих в состав данного злака. Каждый из указанных агентов обладает способностью оказывать неблагоприятное воздействие на процессы антенатального развития, не исключен и кумулятивный эффект от их совместного воздействия.

В литературе имеются сведения об увеличении риска рождения детей с расщелиной твердого неба, женщинами, которые проживали на территории, загрязненной радиоактивными элементами вследствие аварии на ЧАЭС, и получили дозу общего 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 до декабря 1990 г. на 9,5% [10]. Плоды человека, с гестационным сроком 15–25 недель, абортировавшиеся в г. Гомеле по медико-генетическим

нервной системы, в т.ч., анэнцефалией, экзенцефалией, черепно-мозговой грыжей, в сочетании с расщелиной верхней губы, содержали в своем организме большие количества радионуклидов Cs-137 [11].

Результаты настоящей работы указывают на необходимость проведения углубленных клинико-лабораторных и экспериментальных исследований влияния радиационно-химического фактора, присутствующего в почве пострадавших территорий спустя 25 лет после аварии на ЧАЭС, на процессы репродукции человека.

## ■ ВЫВОДЫ

Зерно овса, выращенное в 2011 г. на территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, содержало, в сравнении с контролем, повышенные количества радионуклидов Cs-137 и Sr-90, а также ряда химических элементов.

Употребление в пищу указанного зерна овса лабораторными животными – сирийскими хомячками в период беременности вызывало у их потомства врожденные пороки развития.

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

## ■ ЛИТЕРАТУРА

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

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].