



УДК 616.61-091.8-008.9-092.9:613.26:604.6:582.736.3

МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ И ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧЕК КРЫС-САМОК И ПОТОМКОВ 1-ГО ПОКОЛЕНИЯ ПРИ УПОТРЕБЛЕНИИ В ПИЩУ ГЕННОМОДИФИЦИРОВАННОЙ СОИ

Г.И. ГУБИНА-ВАКУЛИК
Т.В. ГОРБАЧ
В.В. МЯСОЕДОВ
Н.Г. КОЛОУСОВА
В.Г. ГОПКАЛОВ

*Харьковский национальный
медицинский университет*

e-mail:gvqipatology@yandex.ru

В эксперименте на крысах-самках линии Вистар и их потомках изучено влияние 6-месячного и 2-месячного добавления к стандартному рациону питания генномодифицированной сои (ГМ-сои) на показатели метаболических процессов и гистологическое состояние почек. Установлено, что употребление самками ГМ-сои в течение 2 месяцев не вызывает нарушений в метаболизме почек, а в течение 6 месяцев – обуславливает появление метаболических (снижение содержания альбумина и общего белка и повышениемочевинны и креатинина в сыворотке крови, выявление трансаминазы в сыворотке крови, снижение содержания АТФ и гликогена в клетках почек) и гистологических признаков повреждения почки (развитие хронических гломерулонефрита и тубулоинтерстициального нефрита с существенным повреждением канальцев). У потомков крыс имеются признаки внутриутробного влияния характера питания на закладку почки, патологические изменения в почке развиваются быстрее.

Ключевые слова: генномодифицированная соя, крысы, почки, сыворотка крови, показатели метаболизма.

Введение. Нарастание объема производства пищевых продуктов с наличием ГМО является свершившимся фактом, несмотря на законодательные запреты во многих странах. Громко высказывается мнение о том, что ГМ-продукты спасут мир от голода, а негативные последствия для здоровья отрицаются. Эта точка зрения исходит из лабораторий, принадлежащих концернам, производящим ГМО [1]. Имеющиеся в научной литературе сведения о влиянии ГМ-продуктов на обмен веществ немногочисленны, неоднозначны [2,3,4]. Наиболее существенным методическим дефектом при постановке эксперимента по изучению последствий для здоровья при питании ГМ-продуктами является короткий период наблюдения за животными – всего 3 месяца, вероятно, поэтому метаболические и гистологические изменения в органах не удавалось обнаружить. С другой стороны, независимые исследователи сообщали о нефротоксическом и гепатотоксическом эффектах при употреблении в пищу ГМ-кукурузы [5]. Повреждение гистоструктуры печени выявили авторы настоящей статьи, используя для питания крыс ГМ-сою; результаты опубликованы ранее [6]. Еще одним моментом, которого редко касаются исследователи, является особенность реакции на ГМ-продукт особей-потомков.

Целью настоящего экспериментального исследования явилось изучение показатели метаболических процессов в сыворотке крови и ткани почек, а также гистологические изменения почек крыс-матерей и их взрослых потомков в связи с продолжительным введением в пищу ГМ-сои.

Материалы и методы. Эксперименты проведены на крысах-самках линии Вистар, содержащихся в стандартных условиях вивария. Для проведения эксперимента было сформировано 3 группы животных в возрасте 3 мес., по 6 особей в каждой: группа Инт – интактные животные, получавшие стандартный рацион; группа Соя – группа крыс, которым в пищевой рацион добавляли обычную, немодифицированную сою сорта «Рядова» в количестве, составляющем 50% суточной потребности в белках; группа ГМ-соя – животные, которым в пищевой рацион добавляли генномодифицированную сою (сорт «Roundup Ready» линии 40-3-2, которая содержит трансгены *scd6psps* и регуляторные элементы – промотор *E35S* и терминатор *NOS*) в количестве, составляющем 50% суточной потребности в белках.

Продолжительность эксперимента – 6 месяцев. Через 2 месяца с момента начала эксперимента самок подсадили к самцам, получили потомство: гр.Инт – 20 крысят, гр. Соя – 19 крысят, гр. ГМ-соя – 25 крысят. После перехода на самостоятельное питание крысята получали такой же рацион, как и их матери. То есть были сформированы следующие группы животных-потомков, которые принимали участие в «пищевом» эксперименте: гр.Инт, гр.Соя, гр.ГМ-соя. Содержание животных и манипуляции над ними проводили в соответствии с положениями Ев-



ропейской конвенции «О защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 1986).

Животных выводили из эксперимента путем декапитации: самок-матерей в возрасте 5 мес. и 9 мес. (потребляли особый рацион в течение 2мес. и 6мес.), крыс-потомков – в возрасте 3 мес. Почки извлекали, перфузировали охлажденным физраствором. Измеряли массу почек, считали относительную массу почек.

Для биохимических исследований использовали сыворотку крови и гомогенат ткани почек. Приготовление гомогената почек и выделение митохондрий производилось по методу, описанному Н.П. Мешковой, С.Е. Севериным [7]. Определение активностей ферментов – АсАТ, АлАТ, содержание общего белка, альбумина, мочевины, креатинина, мочевой кислоты в сыворотке крови проводилось с помощью наборов реактивов фирмы «Филисит-Диагностика» (Украина, Днепропетровск). Определение фосфофруктокиназной (ФФК) активности проводилось спектрофотометрическим методом [7], определение содержания АТФ и гликогена в гомогенатах почек проводилось спектрофотометрическими методами [8]. Определение активности НАД-изоцитратдегидрогеназы (Изо-ДГ) в митохондриях клеток почек проводилось спектрофотометрическим методом [8]. Определение активности трансаминазы в сыворотке крови проводили спектрофотометрическим методом по цветной реакции Саккагучи в модификации Сакате и Люка [9].

Гистологическое исследование почек проводили по общепринятой методике с окрашиванием микропрепаратов гематоксилином-эозином, пикрофуксином и Ван Гизону, галлоцианинов по Эйнарсону, ставилась ШИК-реакция.

Статистический анализ проведен методом вариационной статистики по методу Стьюдента [10].

Результаты и их обсуждение. Относительная масса почек у самок-матерей при употреблении немодифицированной сои в течение 6 мес. оказалась несколько уменьшенной (по сравнению с интактными животными), а при употреблении ГМ-соя в течение 6 месяцев – уменьшенной еще в большей степени. У животных же, получавших в питании сою в течение 2 месяцев (ГМ-сою и немодифицированную сою), относительная масса почек не отличалась от таковой в группе интактных животных.

Показателями, характеризующими функцию почек, являются содержание в сыворотке крови мочевины, креатинина, мочевой кислоты, альбумина и общего белка. Как видно из данных, приведенных в табл. 1, у самок, получавших сою и ГМ-сою в течение 2 месяцев, а также сою в течение 6 месяцев, изменений в изучаемых показателях не отмечалось. У самок же, получавших ГМ-сою в течение 6 месяцев, уменьшается содержание альбумина в сыворотке крови, что может быть связано либо со снижением его синтеза в печени, либо с потерей через почки. Учитывая, что содержание общего белка в сыворотке крови у самок этой группы достоверно ниже, а мочевины и креатинина – достоверно выше, чем у интактных самок такого же возраста, находившихся на стандартном рационе питания, можно предположить, что снижение содержания альбумина связано с потерей альбумина через поврежденный почечный фильтр. Содержание мочевой кислоты, характеризующее состояние процессов секреции в почках у животных, получавших в питании сою, не отличается от ее концентрации в сыворотке крови у интактных животных соответствующего возраста.

Как видно из полученных нами данных (табл. 1), в сыворотке крови 9-месячных крыс гр.ГМ-соя достоверно снижено содержание кальция и магния. Известно, что содержание Са и Mg в сыворотке крови в значительной мере определяется функцией почек (т.е. состоянием канальцевой реабсорбции). Возможно, выявленные нами изменения в содержании биогенных элементов связаны с особенностями состояния мембран эпителия почечных канальцев. О наличии нарушений в состоянии мембран почечных клеток свидетельствует появление трансаминазы в сыворотке крови самок гр.ГМ-соя 9 месяцев.

Трансаминаза – это органоспецифический фермент, активность которого указывает на функциональное состояние почек. Этот фермент локализован в цитоплазме нефроцитов, катализирует перенос амидиновой группы с L-аргинина на глицин с образованием L-орнитина и гликоциаминина (начальный этап синтеза креатина). Фермент появляется в сыворотке крови только при поражении почек. Как видно из полученных результатов (табл. 1), появление трансаминазы отмечается у самок-матерей только в группе, получавшей в питании ГМ-сою в течение 6 месяцев.

Нами установлено, что в гомогенатах почечной ткани самок группы ГМ-соя в возрасте 9 мес. достоверно снижено содержание АТФ (табл. 2), что объясняется установленными нами изменениями активностей ключевого фермента гликолиза – фосфофруктокиназы и митохондриального фермента – изоцитратдегидрогеназы. Достоверное снижение в митохондриях почечной ткани активности изоцитратдегидрогеназы и повышение фосфофруктокиназной ак-



тивности (табл.2) в гомогенатах почечной ткани отмечается только у самок, получавших ГМ-сою в течение 6 месяцев. Следовательно, у животных этой группы снижен синтез АТФ аэробным путем и активирован гликолитический (анаэробный низкоэнергетический) путь, что приводит к снижению содержания АТФ в ткани. Известно, что в корковом слое почки ярко выражен аэробный тип обмена веществ, а в мозговом слое анаэробный, поэтому выявленные нами изменения существенным образом могут отразиться на структурных и метаболических процессах в корковом слое почек.

Таблица 1

Биохимические показатели сыворотки крови крыс-матерей

Группы животных	Белок общий, г/л	Альбумины, г/л	Са, ммоль/л	Mg, ммоль/л	Мочевая кислота, мкмоль/л	Мочевина, ммоль/л	Креатинин, мкмоль/л	Трансаминаза, ммоль/с.л
Гр.Инт в возрасте 5 мес.	70,81± 3,14	30,16± 1,82	2,34± 0,18	1,13± 0,12	8,51± 0,64	8,71± 0,56	61,52± 4,14	0
Гр.Сою в возрасте 5 мес.	72,26± 4,11 p>0,05	29,84± 2,11 p>0,05	2,29± 0,21 p>0,05	1,24± 0,21 p>0,05	9,00± 0,81 p>0,05	8,42± 0,61 P>0,05	62,00± 5,33 p>0,05	0
ГрГМ-сою в возрасте 5 мес.	69,45± 5,33 p>0,05	31,11± 2,41 p>0,05	2,45± 0,16 p>0,05	0,99± 0,16 p>0,05	8,33± 0,67 p>0,05	9,05± 0,78 p>0,05	60,32± 5,00 p>0,05	0
Гр.Инт в возрасте 9 мес.	79,23± 4,42	33,05± 2,64	2,38± 0,12	1,28± 0,14	9,88± 0,71	9,31± 0,82	58,47±3,55	0
Гр.Сою в возрасте 9 мес.	76,29± 5,33 p>0,05	34,82± 3,58 p>0,05	2,40± 0,19 p>0,05	1,26± 0,13 P>0,05	9,91± 0,97 p>0,05	9,34± 0,87 p>0,05	62,34±2,71 p>0,05	0
ГрГМ-сою в возрасте 9 мес.	74,23± 3,11 p<0,05	27,64± 1,42 P<0,05	2,05± 0,10 p<0,05	0,72±0,1 5 p<0,05	9,23± 0,62 P>0,05	9,55± 0,68 P>0,05	57,28± 4,12 P>0,05	8,89± 0,22

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что активность аминотрансфераз в гомогенатах почек самок гр.ГМ-сою в возрасте 9 месяцев достоверно увеличена, что свидетельствует об активации катаболизма белков. Однако содержание белка в гомогенатах почечной ткани самок группы ГМ-сою в возрасте 9 месяцев соответствует норме (т.е. нет достоверных отличий по сравнению с животными аналогичного возраста, получавшими стандартный рацион).

Таблица 2

Биохимические показатели в гомогенатах почек крыс-самок

Группы крыс	Общий белок, мг/г ткани	Гликоген, мг/гткани	АсАТ, ммоль/с · г белка	АЛАТ, ммоль / с · г белка	Изо-ДГ, мкмоль/с · г белка	ФФК, мкмоль/с · г белка	АТФ, мкмоль/г ткани
Гр. Инт в возрасте 5 мес.	128,67± 10,39	6,45± 0,37	2,32± 0,16	3,09± 0,27	34,68±2. 27	4,28± 0,41	1,29± 0,08
Гр. Сою в возрасте 5 мес	116,49± 9,22 p>0,05	6,08± 0,43 p>0,05	2,09± 0,13 p>0,05	2,92± 0,14 p>0,05	35,48±2, 66 p>0,05	3,97± 0,24 P>0,05	1,32± 0,11 p>0,05
Гр. ГМ-сою в возрасте 5 мес	132,15± 11,73 p>0,05	6,78± 0,53 p>0,05	2,41± 0,21 p>0,05	3,11± 0,18 p>0,05	36,18±2, 27 p>0,05	4,52± 0,27 P>0,05	1,18± 0,11 p>0,05
Гр. Инт в возрасте 9 мес.	111,33± 9,62	5,93± 0,45	1,89± 0,16	2,00± 0,15	37,16± 1,88	4,51± 0,38	1,08± 0,09
Гр. Сою в возрасте 9 мес	112,18± 7,64 p>0,05	5,95± 0,65 p>0,05	1,91±0,17 P>0,05	2,90± 0,21 p<0,05	34,72± 2,58 p>0,05	4,68± 0,65 p>0,05	1,21± 0,15 p>0,05
Гр. ГМ-сою в возрасте 9 мес.	117,22± 10,48 p>0,05	6,01± 0,51 p>0,05	3,04± 0,29 p<0,01	3,27± 0,21 p<0,001	30,25± 2,37 p<0,05	6,33± 0,42 P<0,001	0,88± 0,03 p<0,001



Следовательно, в почечной ткани активирован обмен белка. Количество гликогена у животных групп ГМ-соя в обоих изучаемых возрастах практически не отличается от уровня животных контрольной группы и группы Соя, т.е. обмен гликогена у животных всех экспериментальных групп не нарушен.

Таким образом, в группе Соя и группе ГМ-соя крыс-матерей, получавших особенное питание в течение 2 мес., достоверных изменений в изучаемых показателях в гомогенатах почечной ткани (так же как и в сыворотке) не выявлено. Тогда как длительное применение в питании ГМ-сои (6 мес.) оказывает негативное влияние на метаболические процессы в почках. Немодифицированная соя даже при длительном применении не влияет на функциональное состояние почек. Относительная масса почек животных-потомков в возрасте 3 мес. в данном эксперименте при употреблении немодифицированной сои и, особенно, ГМ-сои оказалась увеличенной.

Проведенные нами исследования показали, что у крыс-потомков, получавших в питании немодифицированную сою, изучаемые нами биохимические показатели крови (содержание общего белка, альбуминов, глобулинов, мочевины и креатинина, активность индикаторного фермента) не отличаются от показателей у животных интактной группы, получавших стандартный рацион (табл.3). Также не отмечено изменений в изучаемых показателях в гомогенатах тканей и митохондриях (табл.4). Следовательно, применение немодифицированной сои в питании двух поколений здоровых животных не вызывает метаболических нарушений в почках животных. В сыворотке крыс-потомков, так же как и самок-матерей в возрасте 9 мес., достоверные отличия выявлены только в гр. ГМ-соя: снижение содержания альбумина, кальция, магния, увеличение содержания мочевины, мочевой кислоты, появление трансаминазы, т.е. характер выявленных изменений аналогичен таковому у самок, однако нарушения более выражены.

В митохондриях почечной ткани крыс-потомков группы ГМ-соя в возрасте 3 месяца, как и у самок-матерей, выявлено снижение активности изоцитратдегидрогеназы, в гомогенатах почечной ткани отмечается увеличение активности фосфофруктокиназы и снижение АТФ, что свидетельствует о низкоэнергетическом сдвиге в адениловой системе. Как видно из табл.3, активность АсАТ, АлАТ и содержание белка в гомогенатах почек крыс, получавших в питании сою и ГМ-сою, не отличается от уровня этих показателей у животных контрольной группы.

Таблица 3

Биохимические показатели сыворотки крови крыс-потомков в возрасте 3 мес.

Группы животных	Белок общий, г/л	Альбумины, г/л	Са, ммоль/л	Mg, ммоль/л	Мочевая кислота, мкмоль/л	Мочевина, ммоль/л	Креатинин, мкмоль/л	Трансаминаза, ммоль/с·л
Гр. Инт	75,32±4,11	35,08±2,66	2,69±0,11	1,47±0,09	7,93±0,66	8,03±0,55	68,72±3,45	0
Гр. Соя	74,05±5,12 P>0,05	34,76±3,01 P>0,05	2,57±0,18 P>0,05	1,53±0,14 P>0,05	8,00±0,71 P>0,05	7,91±0,63 P>0,05	69,02±4,62 P>0,05	0
Гр. ГМ-соя	70,02±5,13 p<0,05	29,61±2,03 p<0,05	2,08±0,12 p<0,05	0,88±0,16 p<0,05	9,28±0,48 p<0,02	9,11±0,63 p<0,05	73,24±5,21 p>0,05	14,34±1,08

Таблица 4

Биохимические показатели в гомогенатах почек крыс-потомков

Группы крыс	Белок, мг/г тк.	Гликоген, мг/г тк.	АсАТ, ммоль/г белка	АлАТ, ммоль/г белка	АТФ, мкмоль/г ткани	ФФК, мкмоль г белка	Изоцитрат ДГ, мкмоль/с×г белка
Гр. Инт	145,23 ±10,21	8,79 ±0,62	2,75 ±0,22	6,41 ±0,47	1,32 ±0,11	5,43±0,42	5,33±0,32
Гр. Соя	139,55 ±12,1 p> 0,05	9,03 ±0,72 p> 0,05	3,02 ±0,29 p> 0,05	5,97 ±0,52 p> 0,05	1,24 ±0,12 p> 0,05	5,61±0,52 p> 0,05	5,17±0,51 p> 0,05
Гр. ГМ-соя	150,06 ±14,38 p> 0,05	6,89 ±0,51 p<0,02	2,51 ±0,14 p> 0,05	6,0 ±0,44 p> 0,05	0,79 ±0,05 p<0,02	7,08±0,49 p<0,02	3,89±0,34 p<0,02



Следовательно, обмен белка не изменен. Содержание гликогена у животных гр. Соя не отличается от его уровня у крыс контрольной группы, а у животных гр. ГМ-соя достоверно снижено, что может свидетельствовать об усилении использования глюкозы в качестве энергетического субстрата и, по-видимому, о снижении использования для энергетических целей жирных кислот.

Обобщая полученные результаты биохимических исследований почек лабораторных крыс Вистар, можно утверждать, что введение в пищу немодифицированной сои (50% покрытие потребностей в белке) у крыс-самок не вызывает изменения изученных метаболических показателей. При этом параллельно проведенное гистологическое исследование почек выявило признаки повышения морфофункциональной активности почек для адаптации к повышенной нагрузке. Введение в пищу ГМ-продуктов (50% покрытие потребностей в белке) приводит к развитию метаболических негативных изменений в почках крыс-самок при продолжительном эксперименте (6 мес.), тогда как 2-месячное кормление не показало достоверных метаболических изменений. При продолжительном эксперименте в крови животных, которые в течение 6 мес. употребляли в пищу ГМ-сою, наблюдается снижение содержания альбуминов, кальция и магния, появляется органоспецифический (почечный) фермент трансаминаза; в гомогенате почечной ткани увеличивается активность трансаминаз и фосфофруктокиназы, снижается активность митохондриальной изоцитратдегидрогеназы и содержание АТФ. Направленность метаболических изменений свидетельствует о дестабилизации почечных мембран, о снижении интенсивности окислительного фосфорилирования и, в связи с этим, о развитии энергодефицита. Один из вероятных механизмов потери организмом кальция, магния – это повреждение канальцевого эпителия, а потери альбумина – повреждение гломерулярного фильтра.

Гистологическое исследование подтвердило этот вывод, сделанный на основе биохимического анализа. Почки здоровых животных, которые в течение 6 месяцев употребляли в пищу ГМ-сою, имеют признаки хронического повреждения, видимо, иммунной и токсической природы, поскольку имеет место формирование хронического гломерулонефрита со склерозом значительной части клубочков и хронического тубуло-интерстициального нефрита с существенным повреждением канальцевого эпителия.

У взрослых животных-потомков особенности питания матери в период вынашивания могли сформировать эпигеномные изменения, на которые наложилось влияние особенного молочного питания и затем собственного постнатального особенного питания. При этом в гр. Соя никаких достоверных метаболических сдвигов как по биохимическим показателям сыворотки крови, так и по биохимическим показателям гомогената ткани почек не было обнаружено. А гистологически, включая морфометрию канальцевого эпителия, выявлены признаки адаптационной морфофункциональной активации почек.

В группе ГМ-соя у животных-потомков наблюдаются изменения биохимических показателей сыворотки крови и гомогенатов ткани почек, аналогичные изменениям животных-матерей группы ГМ-соя. Гистологически, в т.ч. с использованием морфометрической методики, обнаружено развитие у животных хронического гломерулонефрита и хронического интерстициального нефрита на фоне гиперпластичной и неравномерной внутриутробной закладки клубочков в коре почек.

Обращает внимание факт, что у крыс-потомков при употреблении в пищу ГМ-сои отрицательные изменения в почках развиваются быстрее, чем у самок-матерей. По-видимому, изменения в состоянии нефронов в группе ГМ-соя у потомков более выражены, чем у самок. Существенное снижение уровня общего белка, абсолютного и относительного содержания альбумина может свидетельствовать о возможном нарушении процессов фильтрации и частичной потере белков с мочой. Увеличение содержания мочевой кислоты в сыворотке крови свидетельствует о нарушении процессов секреции в большей степени, чем у самок-матерей. Более глубокие изменения в энергообеспеченности нефроцитов у потомков, вероятно, связаны со значительным дефицитом биогенных элементов (особенно Mg), и как следствие, с выраженным изменением активности металлзависимых ферментов митохондрий (изоцитратдегидрогеназа).

Вопрос о механизме повреждающего действия ГМ-сои остается открытым. Ранее проведенное ПЦР-исследование в рамках НИР «Изучение отдаленных последствий регулярного употребления пищевых продуктов, содержащих генномодифицированные организмы, в условиях повреждения эпителиального барьера желудочно-кишечного тракта» подтвердило отсутствие в тканях животных «чужой» ДНК. Однако другие исследования в рамках той же темы обнаружили появление в сыворотке крови особых белков, отсутствующих в группе Инт и в группе Соя, а также морфофункциональную активацию органов иммуногенеза, увеличенное накопление гемосидерина в селезенке, что указывает на наличие гемолиза (неопубликованные данные). В обобщающей статье о риске ГМО [11] предполагается, что белковый продукт вводимого гена мо-



жет обладать токсичностью. Изучение механизмов повреждающего действия ГМ-сои в при использовании ее в пищу необходимо продолжить.

Выводы.

1. Кормление животных ГМ-соей (50% покрытие потребности в белке) в течение 6 мес. обуславливает появление метаболических и гистологических признаков повреждения почки.
2. Потомки крыс гр.ГМ-соя имеют признаки внутриутробного влияния характера пищи на закладку почки, а патологические изменения развиваются быстрее, чем у самок-матерей.
3. Кормление животных немодифицированной соей (50% покрытие потребности в белке) дает картину морфофункциональной активации почек с сохранением нормального метаболизма.

Результаты, изложенные в данной статье, получены при выполнении НИР в Харьковском национальном медицинском университете «Изучение отдаленных последствий регулярного употребления пищевых продуктов, содержащих генномодифицированные организмы, в условиях повреждения эпителиального барьера желудочно-кишечного тракта», финансируемой МЗ Украины в 2010-2011 гг.

Литература

1. Mascia, P.N. Safe and acceptable strategies for producing foreign molecules in plants /P.N.Mascia, R.B. Flavelt //Current Opinion in Plant Biology. – 2004.– Vol. 7. –P. 169-195.
2. Key, S. Genetically modified plants and human health / S.Key, J.K.S. Ma, M.W. Pascal [etal.] //Med.– 2008. - № 101(6). – P. 290-298
3. Ермакова, И.В. Трансгенерация – новый виток эволюции или генная бомба? /И.В. Ермакова // Эволюция. – 2005. –С. 34-39.
4. Утембаева, Н.Т. Оценка влияния генноинженерно-модифицированных источников пищи на репродуктивную систему крыс и их потомство: автореф. дис.... канд. мед. наук: 14.02.01// Н.Т. Утембаева, Науч.-исслед. ин-т питания РАМН. – М., 2010. –25 с.
5. Vendomoris, G.S. A comparison of the effects of three GM Corn varieties on mammalian health / G.S. Vendomoris, F. Roullier, D. Cellier [et. al.] // Int. Jour. Biol. Sci. – 2009.– № 5(7). – P. 706-726.
6. Губіна-Вакулік, Г.І. Гістологічні зміни печінки під впливом 4-місячного вживання в їжу ГМО-вмісної сої на фоні моделювання ентериту /Г.І. Губіна-Вакулік, Т.В. Горбач, Н.Г. Колоусова // Здобутки клінічної і експериментальної медицини.– 2011. –№ 2(13). – С. 39-41.
7. Практикум по биохимии /под ред. проф. П.П. Мешковой, С.Е.Северина.–М.: МГУ, 1979.– 230 с.
8. Методы биохимических исследований / под ред.проф. М.И. Прохоровой. –Л. : Ленингр. ун-т, 1982. –270 с.
9. Клінічна біохімія /за ред. проф. О.П. Тимошенко.– Київ: Професіонал, 200. – С. 261-262.
10. Насяедов, А.Д. SPSS: профессиональный статистический анализ данных. – СПб.: Интер, 2008.– 116 с.
11. Bergman, S.H. Identification of potentially hazardous human gene products in GMO risk assesment / S.H. Bergman, C.Logic, Van Maelen K. [et. al.] // Environ. Biosafety. Res.– 2008. – Vol. 7(1). – P. 1-9.

THE METABOLIC AND HISTOLOGICAL CHANGES OF KIDNEYS IN FEMALE RATS AND THE FIRST GENERATION AFTER CONSUMPTION OF GENETICALLY MODIFIED SOYBEANS

**G.I. GUBINA-VAKULIK
T.V. GORBATCH
V.V. MYASOEDOV
N.G. KALOUSOVA
V.G. GOPKALOV**

*Kharkiv National
Medical University*

e-mail:gvqipatologiy@yandex.ru

The influence of addition of genetically modified (GM) soybeans during 2 and 6 months to the standard diet of Wistar female rats on metabolic processes and histological condition of kidney was studied. It was established that the consumption of GM-soybeans during 2 months didn't cause changes in metabolism of kidney. The consumption of GM-soybeans during 6 months led to the development of metabolic changes such as decreased albumin and total proteins level and elevated urea and creatinine levels in blood serum, decreased concentration of ATP and glycogen in kidney. Intake of GM-soybeans causes histological changes in kidney: development of glomerulonephritis and tubulointerstitial nephritis. The descendents of rats have signs of intrauterine influence on kidney genesis and pathological changes are developed faster.

Keywords: genetically modified soybeans, rats, kidneys, blood serum, metabolism indices.