

СУБМИКРОСКОПИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НАДПОЧЕЧНИКОВ КРЫС ПРИ ВВЕДЕНИИ В ПИЩЕВОЙ РАЦИОН ОБЫЧНОЙ СОИ

Н.Д.Жукова, к.б.н., А.А.Емельянова

Институт физиологии НАН Беларуси, г. Минск

С помощью электронной микроскопии установлены структурно-функциональные изменения в корковом и мозговом слоях надпочечников крыс, 30% пищевого рациона которых составляла обычная соя.

Ключевые слова: надпочечники, корковый слой, мозговой слой, соя.

The structural and functional changes were revealed by electron microscopy in adrenal cortical and medullar layers of rats, which were fed by a diet with 30 % contamination of soya beans.

Key words: adrenals, cortical layer, medulla, soya bean.

Введение. Надпочечники как по происхождению и структуре, так и по своим функциональным свойствам являются сложной железой, играющей жизненно важную роль в процессах метаболизма и физиологической адаптации организма к условиям окружающей среды. Оба компонента железы – корковая и мозговая (медуллярная) части – представляют собой анатомически и эмбриологически отдельные структуры [7].

Само существование организма невозможно без коры надпочечников (или заместительной терапии кортикостероидами) вследствие жизненной необходимости ее гормонов, регулирующих метаболические процессы во всем организме. Из коры надпочечников выделено около 50 кортикостероидов, однако только 8 из них являются физиологически активными [10]. Гормоны, образуемые мозговым веществом, в отличие от гормонов коры надпочечников, не относятся к жизненно необходимым, однако их роль в поддержании гомеостазиса в организме не менее существенна.

При старении приспособительные возможности организма значительно понижаются. Важную роль в этом играют возрастные изменения в системе гипоталамус – гипофиз – надпочечники. В пожилом возрасте изменяется реакция организма на различные виды стресса [9] и ослабляется защитное действие общего адаптационного синдрома, реализующегося через эту систему [2]. Как в клинических, так и в экспериментальных исследованиях показана важная роль гормонов надпочечников в процессах становления и развития многочисленных заболеваний [4, 11, 12]. Например, представляет определенный интерес ультраструктурная реорганизация надпочечников экспериментальных животных при гипоксических состояниях. С одной стороны, надпочечники опосредуют развитие неспецифической реакции на стрессорное воздействие, каким является гипоксия [5], с другой – как все органные и тканевые системы организма, испытывают на себе непосредственное влияние гипоксии [6]. Действие подобных факторов приводит к значительным перестройкам как коркового слоя, так и структурно-функционального аппарата хромаффинных клеток надпочечников. Глубина таких перестроек зависит от многих причин, в том числе от вида и длительности воздействия [1]. Активизация симпатико-адреналовой системы, в частности, мозгового вещества надпочечников, как реакция организма на различные виды воздействий, всегда являлась, и до настоящего времени служит предметом активного изучения [8].

Вещества, подобные вырабатываемым организмом человека гормонам, образуются и в растениях. Таковыми являются фитоэстрогены – соединения изофлавоноидного ряда, структура и отдельные биологические свойства которых подобны эстрогенам (эстрадиолу) –

стероидным гормонам животных и человека, образующимся в клетках половых желез и надпочечников. Одной из таких культур является соя, содержащая, наряду с большим количеством белка, витаминов и минералов, высокие концентрации фитоэстрогенов [13], в основном генестеина, дайдзеина, глицетина, которые быстро всасываются в кишечнике и, по данным ряда авторов [16, 17, 19], предотвращают или снижают риск развития многих заболеваний. Однако, при продолжительном употреблении соевых продуктов можно наблюдать и нежелательные эффекты [14, 15, 18].

Задача настоящего исследования – изучить ультраструктуру коркового и мозгового вещества надпочечников крыс, 30% пищевого рациона которых составляла обычная соя.

Материалы и методы исследования. Опыты поставлены на половозрелых крысах весом 220 – 240 г. Вначале изучался материал, взятый от контрольной группы крыс, находившихся на обычном пищевом рационе вивария. Экспериментальная группа животных в течение 8 месяцев потребляла пищу, в которой 30% от всего пищевого рациона составляла обычная соя.

Исследуемые объекты (корковый и мозговой слои надпочечников) обрабатывались по общепринятой в электронной микроскопии методике [3] в нашей модификации.

Крысам под тиопенталовым наркозом прижизненную перфузию через левый желудочек сердца производили вначале раствором Рингер-Локка, а затем 4% раствором глютаральдегида на фосфатном буфере (рН 7.2). Исследуемые объекты фиксировали в глютаральдегиде еще сутки. После промывки в буфере ткани измельчали на льду и заливали на 3 часа в 2% раствор четырехоксида осмия. Далее материал помещали в спирты возрастающей крепости от 30° до 70° и на ночь оставляли в растворе уранилацетата. Утром ткани проводили по спиртам 96° и 100°, ацетону и помещали в смесь аралдитов с ацетоном на 3 часа, а затем на сутки – в аралдиты, взятые в равных объемах. После этого кусочки тканей раскладывали в капсулы с аралдитами и ускорителем для полимеризации и ставили в термостат при температуре 37°С на сутки, а затем на 5 суток при температуре 56°С. Полученный материал резали на ультратоме фирмы LKB. Срезы контрастировали по методу Рейнольдса цитратом свинца и просматривали под электронным микроскопом JEM-100CX.

Результаты исследования и их обсуждение. Под электронным микроскопом как в контрольном, так и экспериментальном материале в корковом слое надпочечников цитоплазма клеток содержит все известные для этой структуры органеллы. Последние представлены в основном митохондриями с трубчатыми, а не плоскими кристами (рис. 1). Выявляется большое количество липидных капель, в которых содержится достаточно большой запас эфиров холестерина – предшественников стероидных гормонов. Хорошо развит гладкий эндоплазматический ретикулум, ферменты которого, наряду с ферментами митохондрий, принимают участие в синтезе стероидных гормонов [10].

Особенностью хромаффинных клеток мозгового слоя надпочечников является наличие секреторных гранул, окруженных мембраной и содержащих катехоламины (рис. 2). Число гранул в клетке меняется в зависимости от цикла ее секреторной активности.

Замена 30% пищевого рациона крыс соей вызывает определенные ультраструктурные перестройки в адренокортикоцитах и мозговом слое надпочечников экспериментальной группы животных. В клетках коркового слоя заметно выражен полиморфизм митохондрий. Часть митохондрий имеет крупные размеры, достаточно плотно упакованные энергезированные кристы. Другие митохондрии просветлены вследствие частичного нарушения структуры крист и менее плотного их расположения в пространстве митохондрий.

Контур ядра может изменяться, так как его наружная извилистая мембрана способна образовывать углубления и выпячивания. Ядрышко гипертрофируется (рис. 3), возможно открытие ядерных пор. Цитоплазма клетки значительно вакуолизирована (рис. 4). В адренокортикоцитах заметно появление очагов деструкции, а также включения в виде вторичных лизосом (рис. 5).

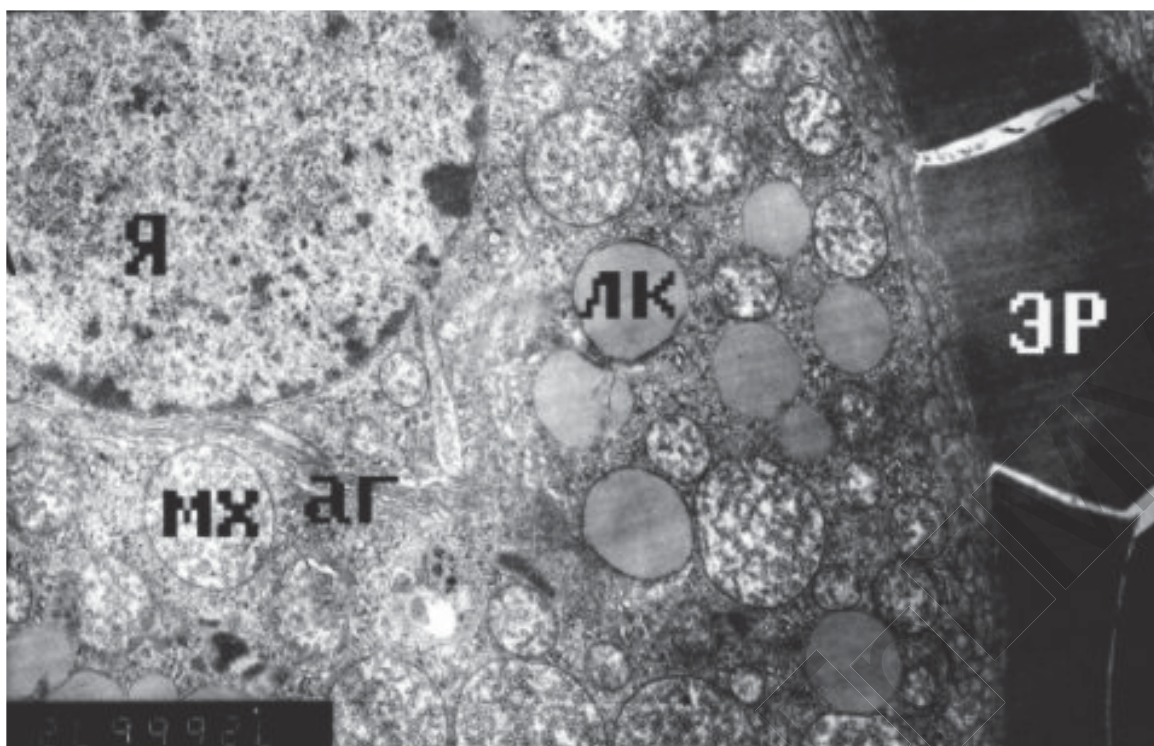


Рисунок 1 – Адренокортикоцит интактной крысы. Я – ядро, МХ – митохондрия, АГ – аппарат Гольджи, ЛК – липидная капля, ЭР – эритроцит. Начальное увеличение – 7200.

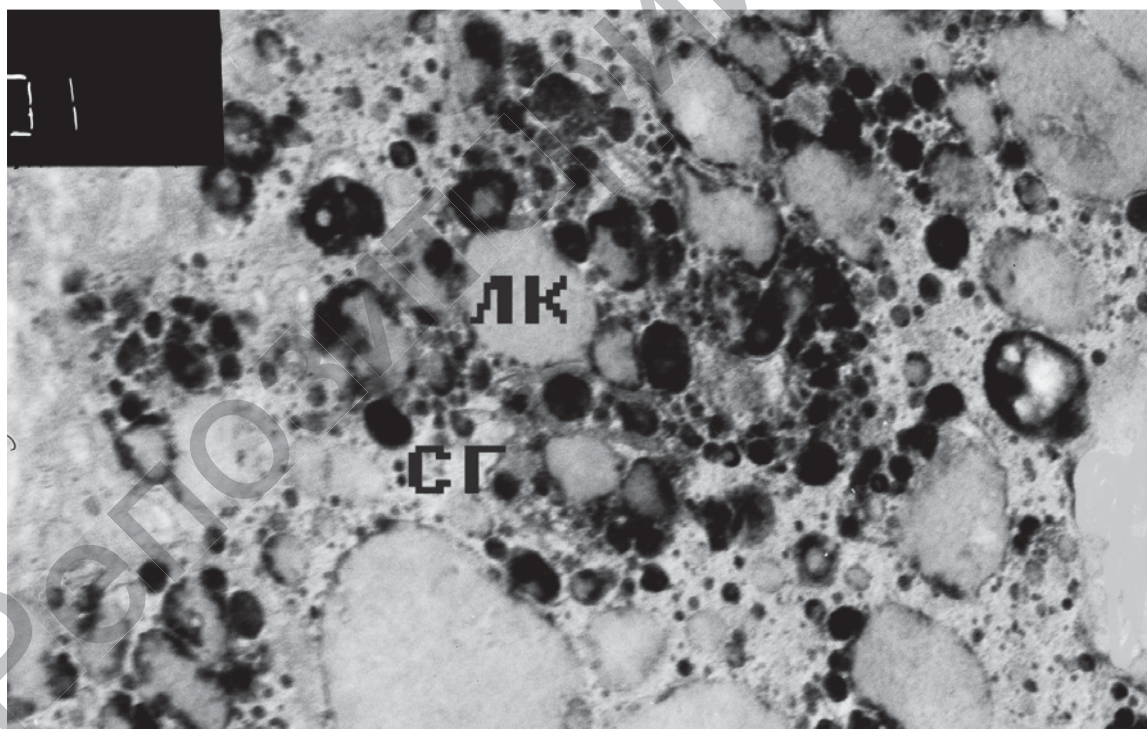
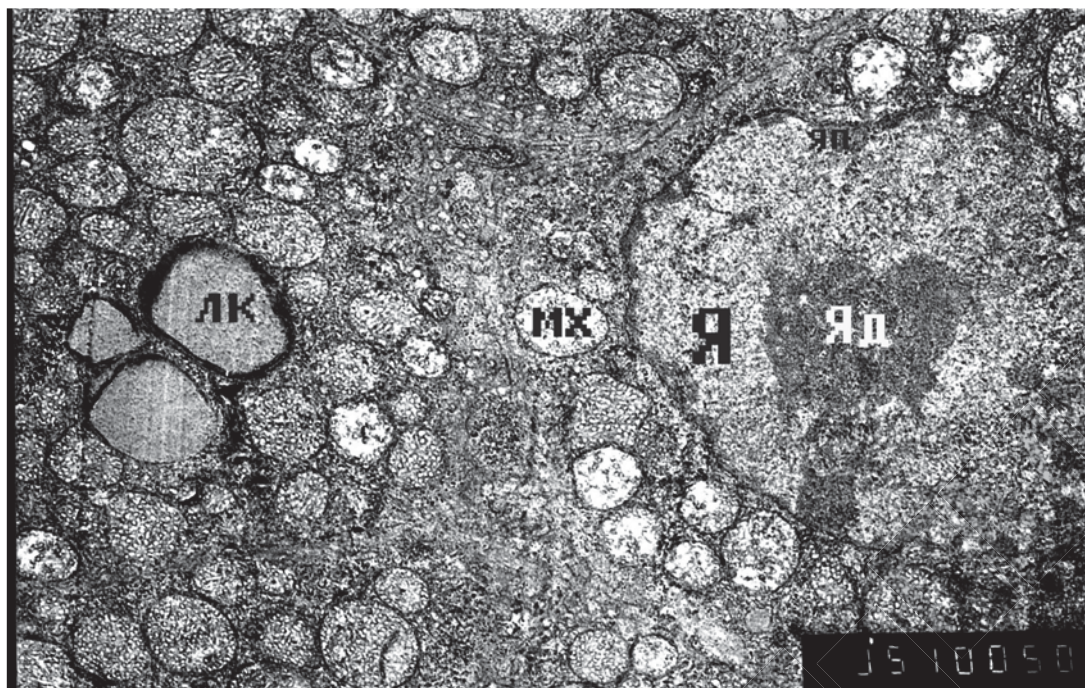


Рисунок 2 – Хромаффинная клетка надпочечника интактной крысы. СГ – секреторные гранулы, ЛК – липидная капля. Начальное увеличение – 10000.



*Рисунок 3 – Структурные изменения адренокортикоцита крысы при введении в рацион 30% сои. Разрушение крист в митохондриях (МХ), измененная конфигурация липидных капель (ЛК), изменение контуров ядра (Я), гипертрофия ядрышка (ЯД).
Начальное увеличение – 7200.*

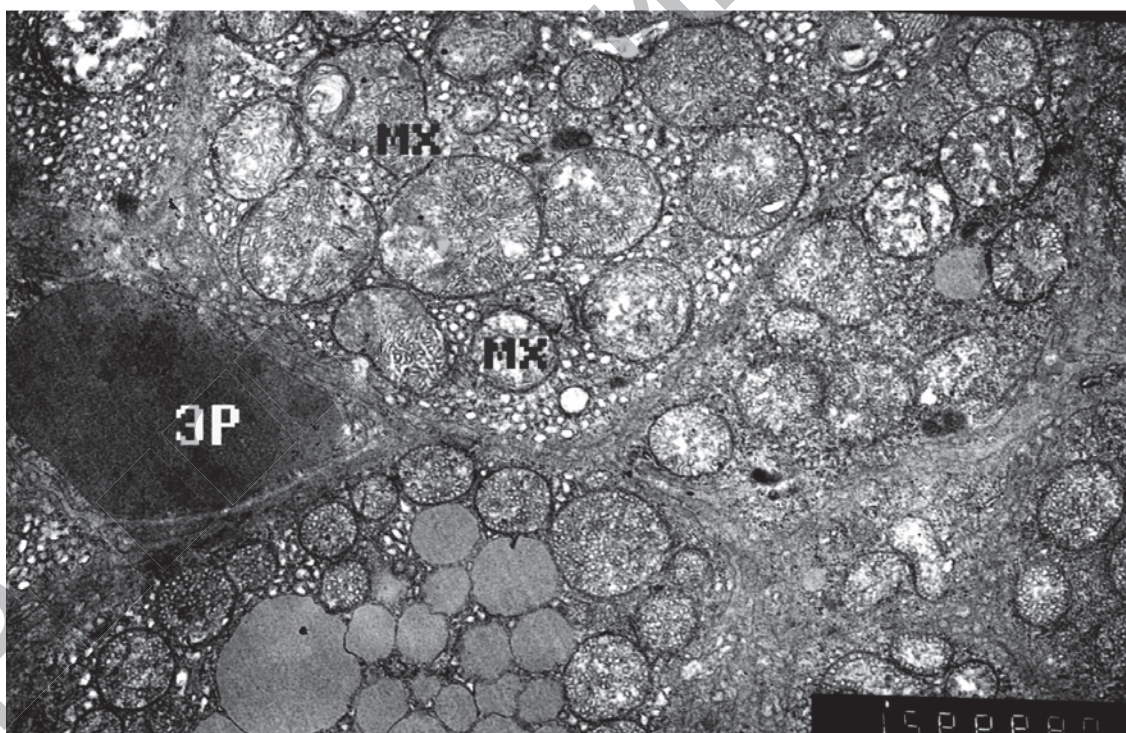


Рисунок 4 – Полиморфизм митохондрий (МХ) в корковом слое надпочечника крысы при добавлении в пищу 30% обычной сои. Цитоплазма клетки сильно вакуолизирована. ЭР – эритроцит. Начальное увеличение – 7200.

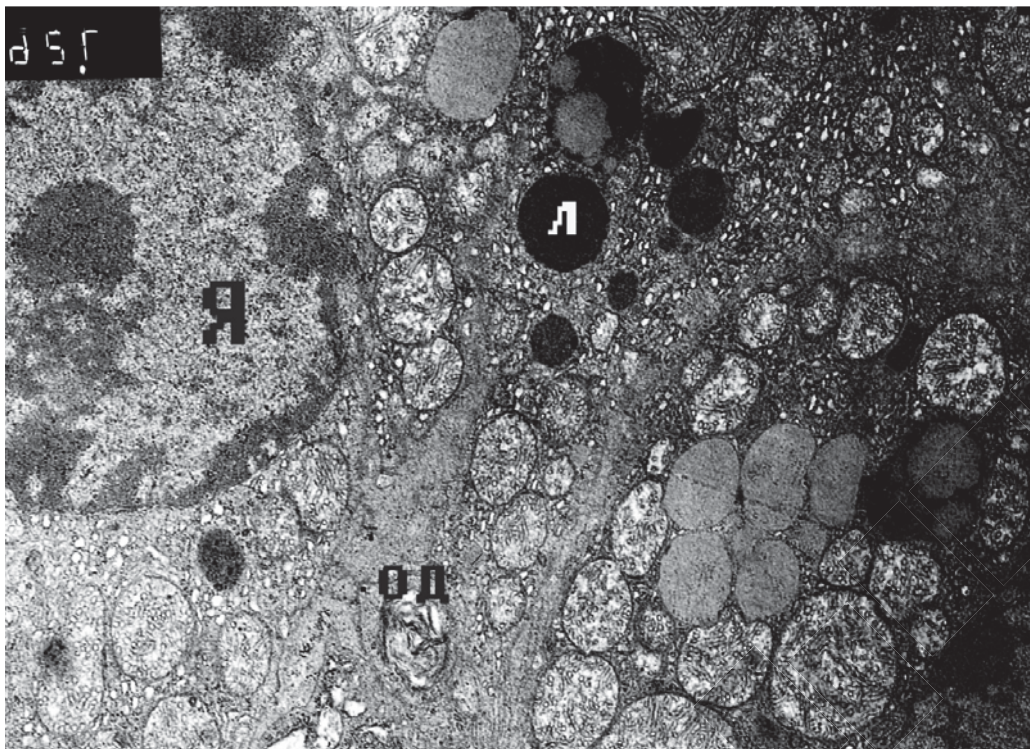


Рисунок 5 – Появление очагов деструкции (ОД), а также вторичных лизосом (Л) в адренокортикоците крысы при добавлении в пищу 30% обычной сои. Цитоплазма клетки сильно вакуолизирована. Я – ядро. Начальное увеличение – 7200.

Ультраструктурные перестройки в хромаффинных клетках мозгового слоя надпочечников крыс, 30% пищевого рациона которых заменены обычной соей, проявляются, в первую очередь, частичным опустошением секреторных гранул, а также появлением вторичных лизосом и единичных аутофагосом (рис. 6).

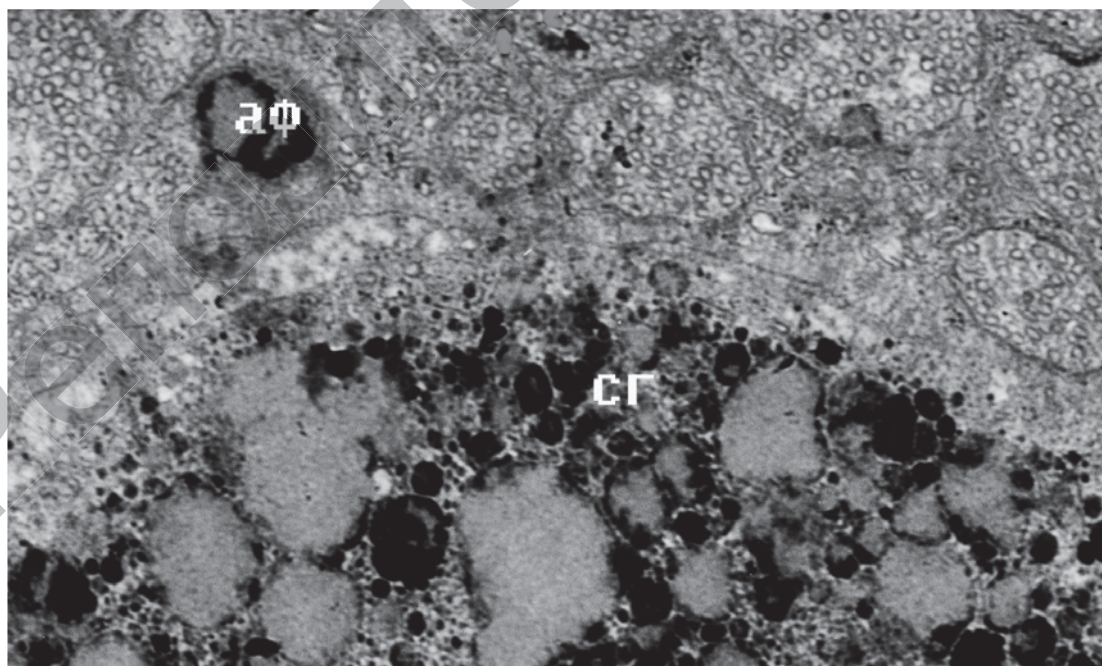


Рисунок 6 – Хромаффинная клетка надпочечника крысы при добавлении в пищу 30% обычной сои. Частичное опустошение секреторных гранул (СГ), единичные аутофагосомы (АФ). Начальное увеличение – 10000.

Выводы. Установлено, что потребление крысами пищевого рациона с заменой 30% его обычной соей приводит к видимым реактивным изменениям структурно-функциональной активности клеточных органелл коркового и мозгового слоя надпочечников. В первую очередь следует отметить полиморфизм митохондрий адренокортикоцитов, в частности, изменение количества и тонкой организации их крист. В одних митохондриях достаточно велико количество энергезированных крист, а в других – матрикс просветлен из-за частичного разрушения последних. Уменьшается число гомогенных липидных капель, а на их месте появляются вторичные лизосомы и аутофагосомы. Вакуолизация цитоплазмы, изменения в структуре ядра и ядрышка, появление очагов деструкции дополняют картину структурных перестроек. Нарушения структуры выявляются и в мозговом слое надпочечников крыс. Особенностью реакции хромаффинных клеток в указанных экспериментальных условиях является хорошо заметное опустошение секреторных гранул, а также появление в цитоплазме аутофагосом.

Заключение. Итак, употребление крысами в пищу добавки в виде 30% обычной сои определенным образом отражается на структурно-функциональных показателях клеток коркового и мозгового слоев надпочечников. Изменение структуры митохондрий говорит о снижении энергетического уровня клеток, а в совокупности с изменением липидного обмена и структурой гладкого эндоплазматического ретикулума свидетельствует о нарушении синтеза стероидных гормонов. Учитывая значительную степень дегрануляции секреторных структур хромаффинных клеток мозгового слоя надпочечников, можно говорить об изменении активности симпато-адреналовой системы. Нарушение клеточного метаболизма проявляется накоплением продуктов обмена в изучаемых объектах.

Исходя из анализа результатов наших исследований и того факта, что надпочечник является органом, участвующим в выработке жизненно необходимых гормонов, можно полагать, что реактивные процессы, выражающиеся снижением его структурно-функциональных резервов при замене 30% пищевого рациона животных обычной соей, могут привести к срыву адаптационно-компенсаторных механизмов и дать толчок к развитию или усугублению уже имеющихся в организме патологических процессов.

Литература

1. Арефолов В.А., Маликова Л.А., Вальдман А.В. Морфометрическое ультраструктурное изучение адрено- и норадреноцитов надпочечника крысы в условиях иммобилизационного стресса различной длительности // Бюлл. экспер. биол. и мед. – 1987. – С. 743-746.
2. Безруков В.В., Шапошников В.М. Морфофункциональные особенности реактивности надпочечников крыс разного возраста // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1987. №11. – С. 76-83.
3. Боголепов Н.Н. Методы электронно-микроскопического исследования. – М.: 1976. – 156 с.
4. Бузуева И.И., Шмерлинг М.Д., Филюшина Е.Е. и др. Структурная характеристика коры надпочечника крыс с наследственной индуцированной стрессом артериальной гипертензией в позднем периоде постнатального онтогенеза // Морфология. – 2000. – Т. 118, №6. – С. 61-65.
5. Виноградов В.В. Гормоны, адаптация и системные реакции организма. – Мн.: Беларусь, 1989. – 216 с.
6. Колдышева Е.В., Лушникова Е.Л., Проскурякова И.С. Ультраструктурная реорганизация коры надпочечников крыс при гипоксических воздействиях и их коррекции нероботилом // Бюлл. экспер. биол. и мед. – 1999. Т. 127, №8. – С. 588-592.
7. Мицкевич М.С. Гормональные регуляции в онтогенезе животных. – М.: Наука, 1978. – 224 с.

8. Розанов А.Я., Трещинский А.И., Хмелевский Ю.В. Ферментные процессы и их коррекция при экстремальных состояниях. – Киев.: 1985. – 54 с.
9. Фролькис В.В. Регуляция, приспособление и старение. – Л.: Наука, 1970. – 164 с.
10. Хэм А., Кормак Д. Гистология. – М.: Мир, 1983. – 362 с.
11. Хмельницкий О.К., Ступина А.С. Функциональная морфология эндокринной системы при атеросклерозе и старении. – Л.: Медицина, 1989. – 156 с.
12. Цыбенко В.А. Гипоталамические механизмы артериальной гипертензии // Успехи физиол. наук. – 1992. – Т. 23, №2. – С. 89-108.
13. Barnes S. Evolution of the health benefits of soy isoflavones // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. – 1998. – Vol. 217. – P. 386-392.
14. Calemine J., Zalenka J., Karpuzoglu-Sahin E., Ward D.L, Lengi A., Ahmed S.A. The immune system of geriatric mice is modulated by estrogenic endocrine disruptors (diethylstilbestrol, alpha-zearalanol, and genistein): effects on interferon-gamma) // Toxicology. – 2003. – Vol. 194, №1-2. – P. 115 - 128.
15. Greim H.A. The Endocrine and Reproductive System: Adverse Effects of Hormonally Active Substances? // Pediatrics. – 2004. – Vol.113. – P. 1070-1075.
16. Habito R.C., Montalto J., Leslie E., Ball M.J. Effects of replacing meat with soyabean in the diet on sex hormone concentrations in healthy adult males // Br. J. Nutr. – 2000. – Vol. 84, №4. – P. 557-563.
17. Knight D.C., Eden J.A. A review of the clinical effects of phytoestrogens // Obstet.Gynec. – 1996. – Vol. 87. – P. 897-904.
18. Nagata C., Inaba S., Kawakami N., Kakizoe T., Shimizu H. Inverse association of soy product intake with serum androgen and estrogen concentrations in Japanese men // Nutr Cancer – 2000. – Vol. 36, №1. – P. 14-18.
19. Setchell K.D.R. Phytoestrogens: biochemistry, physiology and implications for human health of soy isoflavones // Am. J. Clin. Nutr. – 1998. – Vol.129. – P. 1333-1346.