

Влияние экстракта шафрана на концентрацию тиолов при действии рентгеновского облучения в дозах 2 Гр и 4 Гр

У.Ф. Гашимова^{1*} И.А. Рзаева^{2†}

¹Институт Физиологии имени А.Караева НАН Азербайджана
Азербайджан AZ 1148, Баку, ул. А.Шарифзаде, 2

²Бакинский Государственный Университет, биологический факультет,
кафедра физиологии. Азербайджан AZ 1148, Баку, ул. З.Халилова, 23

(Статья поступила 23.06.2017; Подписана в печать 12.07.2017)

Действие рентгеновского облучения в дозах 2 Гр и 4 Гр приводит к подавлению активности исследуемых тиоловых групп в различных структурах мозга. Также было установлено, что рентгеновское облучение на фоне предварительного введения экстракта шафрана в большинстве случаев приводит к повышению активности тиоловых групп в исследованных нами структурах мозга.

PACS: 82.39.Pj; 82.39.Wj

УДК: 577.346

Ключевые слова: рентгеновское облучение, антиоксидант, тиоловые группы, головной мозг, радиопротектор.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все большее количество людей подвергаются влиянию ионизирующей радиации. По этой причине особую актуальность приобретает поиск новых средств защиты организма от его действия и, что особенно важно, терапии лучевой болезни. Получены результаты, подтверждающие позитивное влияние малых доз ионизирующего излучения на иммунитет (повышается пролиферативный ответ лимфоцитов на митогены, естественная цитотоксичность и др.). Иммунодефицитные состояния, обусловленные более высокими дозами ионизирующего излучения, играют существенную роль в развитии как ранних (воспаление), так и отдаленных (фиброз, канцерогенез) реакций тканей на облучение.

Биологическое действие ионизирующих излучений является совокупностью первоначальных процессов возбуждения и ионизации атомов или молекул с последующим образованием высокоактивных радикалов и перекисей, которые оказывают повреждающее влияние на клеточные структуры [1]. В этой связи мы решили изучить влияние рентгеновского облучения на состояние тиолового обмена в различных структурах головного мозга. В данной серии опытов в качестве объекта исследования брали ткани продолговатого мозга и мозжечка. Известно, что устойчивость животных к рентгеновскому облучению зависит от содержания SH-групп, которые занимают особое место в регуляции перекисного окисления липидов. О состоянии тиолового обмена в данных структурах судили по содержанию в них глутатиона (GSH), поверхностно-расположенных белковых SH-групп (PP-SH групп) и структурно-замаскированных белковых SH-групп (СЗБ-SH групп). Анализы проводились через 1 час, 3 и 6 суток.

1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования были проведены на крысах-самцах весом 180 ± 20 г. Исследование проводилось по следующей схеме: I группа — контроль, II группа — рентгеновское облучение, III группа — экстракт шафрана+рентгеновское облучение. В течение 21 дня до облучения в организм животных предварительно был введен экстракт шафрана *per os* в дозе 120 мг/кг. При облучении показатели были зафиксированы после 1 часа, 3 и 6 дней.

Рентгеновское облучение проводили на аппарате «РУМ-17», дозы облучения 2 Гр, 4 Гр. Содержание различных типов SH-групп в гомогенате определяли по Ellman G.L. в модификации Sedlack J., Lindsay R.N. (1968) [2, 3]. Метод основан на реакции 5,5-дитиобис(2-тетро-бензой кислоты) с алифатическими тиоловыми соединениями при pH-8,0 с образованием 1 моля 2-нитро-5-меркаптобензойной кислоты на моль тиола. Анион этой кислоты имеет интенсивную желтую окраску, которая используется для спектрофотометрического определения концентрации тиоловых соединений. Результаты исследований обрабатывали вариационно-статистическим методом Стьюдента.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований (табл. I) показывают, что метаболические активные формы сульфгидрильных групп неравномерно распределены в разных структурах головного мозга крыс. Различные структуры мозга в нормальных условиях содержат достаточно высокую концентрацию восстановленного глутатиона (GSH). Эксперименты свидетельствуют, что в тканях мозга уровень количества поверхностно-расположенных SH-групп (PP-SH) высокий, тогда как структурно-замаскированные белковые SH-группы (СЗБ-SH) представлены в сравнительно меньших количествах. Наличие в мозге высоких концентраций

*E-mail: ulduz.hashimova@science.az

†E-mail: rzayja@yahoo.com

различных тиолов способствует защите от структурных деформаций и обеспечивает функциональную активность белков нервных клеток [4].

Через час после рентгеновского облучения содержание глутатиона почти одинаково понижается в структурах головного мозга. В это время содержание глутатиона составляло в продолговатом мозге $12,26 \pm 0,05$ нмоль SH/мг белка, в мозжечке — $15,46 \pm 0,04$ нмоль SH/мг белка. При дальнейшем облучении в течение последующих трех дней концентрация глутатиона в продолговатом мозге составляла $13,44 \pm 0,05$ нмоль SH/мг белка, что соответственно на 4,8% меньше по сравнению с контролем. В мозжечке $16,13 \pm 0,06$ нмоль SH/мг белка (на 6,6% меньше по сравнению с контролем). На 6-й день рентгеновского облучения наблюдается снижение уровня глутатиона по сравнению с контролем; в продолговатом мозге на 3%, в мозжечке на 6,9%.

По результатам экспериментов видно, что при рентгеновском облучении в дозе 2 Гр в различных структурах головного мозга наблюдается снижение уровня глутатиона.

Таким образом, мы видим, что рентгеновское облучение в тканях мозга вызывает снижение содержания глутатиона — одного из наиболее функционально важных продуктов тиолового обмена.

Исследования показали, что после 1 часа облучения в дозе 2 Гр в продолговатом мозге уровень ПР-SH групп снижается на 6,5% по сравнению с контролем ($30,12 \pm 0,14$ нмоль SH/мг белка), а показатель составляет $28,14 \pm 0,12$ нмоль SH/мг белка. На 3-й день после облучения этот же показатель равен $27,84 \pm 0,09$ нмоль SH/мг белка, соответственно на 7,5% меньше. А на 6-й день, напротив, наблюдается повышение этого показателя до $29,44 \pm 0,11$ нмоль SH/мг белка. Начиная с первого часа после рентгеновского облучения, в продолговатом мозге наблюдается интенсивное снижение концентрации СЗБ-SH групп.

Анализ полученных данных показал, что после рентгеновского облучения в дозе 2 Гр уровень ПР-SH групп в мозжечке снижается на 6% по сравнению с контролем ($34,18 \pm 0,16$ нмоль SH/мг белка) и показатель составляет $32,07 \pm 0,12$ нмоль SH/мг белка. После 3 дней облучения этот показатель равняется $32,46 \pm 0,14$ нмоль SH/мг белка, что ниже на 8% контрольного значения. К концу 6-дневного облучения этот показатель, напротив, увеличивается и составляет $33,48 \pm 0,11$ нмоль SH/мг белка, ниже на 2% (табл. I). Предполагается, что в зависимости от продолжительности действия наблюдаемый процесс является результатом репродукции эндогенных антиоксидантных систем организма.

После действия рентгеновского облучения в дозе 2 Гр на мозжечок изменение в содержании СЗБ-SH групп происходит следующим образом: снижение уровня СЗБ-SH групп в первый час облучения, в дальнейшем (на 3-й день) сменяется возрастанием концентрации, а на 6-й день облучения вновь происходит более выраженное уменьшение уровня (табл. I).

Целью настоящих исследований является изучение влияния экстракта рыльцев шафрана посевного (*Crocus sativus* L.) на динамику изменения содержания различных типов поверхностно-расположенных SH-групп (ПР-SH группы), структурно-замаскированных белковых SH-групп (СЗБ-SH группы) и глутатиона (GSH) при рентгеновском облучении в дозах 2 Гр, 4 Гр в различных отделах мозга.

Полученные данные показали, что через час после облучения животных рентгеновскими лучами в дозе 2 Гр наблюдается достоверное снижение содержания различных типов SH-групп во всех исследуемых областях мозга.

Проведенные эксперименты свидетельствуют о том, что в продолговатом мозге после 1 часа облучения уровень ПР-SH групп под действием экстракта шафрана равняется $29,12 \pm 0,13$ нмоль SH/мг белка. При анализе результатов, полученных после 3 дней облучения для животных, получивших экстракт шафрана, становится ясно, что, если не учитывать незначительные различия, они равняются контрольному показателю. Показатели равны: контрольный — $30,12 \pm 0,14$ нмоль SH/мг белка, на 3-й день — $30,18 \pm 0,15$ нмоль SH/мг белка (табл. I). Это в свою очередь означает, что на 3-й день экспериментов показатель ПР-SH групп животных, получивших экстракт шафрана, выше на 8% показателя облученных животных. После 6 дней облучения концентрация ПР-SH групп у животных с введенным экстрактом шафрана, ниже на 0,2% контрольного значения, но на 2% выше, чем у облученных животных. Несмотря на то, что в показателях, полученных на 6-й день, наблюдается незначительное понижение, статистически достоверных различий не наблюдается (табл. I). Анализ полученных результатов показал, что в течение определенного времени экстракт шафрана замедляет снижение уровня ПР-SH групп у животных, облученных в дозе 2 Гр.

Из табл. I видно, что в мозжечке животных, получивших экстракт шафрана, после 1 часа облучения уровень ПР-SH групп выше на 5,5%, на 3-й день на 8% и на 6-й день на 2%, по сравнению с облученными животными. Обращает на себя внимание тот факт, что в мозжечке животных, которым ввели экстракт шафрана, наблюдается восстановление ПР-SH групп с наименьшей разницей (табл. I). Ясно, что в результате стабилизирующего действия экстракта шафрана изменение концентрации СЗБ-SH групп во всех сроках тестирования характеризуется колебаниями около контрольных значений, и статистически достоверных различий не наблюдается. Анализ экспериментальных данных указывает на то, что в сравнении с величинами, полученными для облученных животных, все результаты схожи между собой.

Облучение животных, получивших экстракт шафрана, приводит к падению уровня глутатиона в продолговатом мозге до $12,48 \pm 0,09$ нмоль SH/мг белка (ниже на 11,6% контроля — $14,12 \pm 0,03$ нмоль SH/мг белка), в мозжечке до $16,21 \pm 0,02$ нмоль SH/мг белка (ниже

Таблица I: Влияние рентгеновского облучения в дозе 2Гр на фоне введения экстракта шафрана на определение количества SH-групп (в нмоль SH/мг белка) в продолговатом мозге и мозжечке ($M \pm m$, $n=10$)

			Контроль	ПП-SH	СЗБ-SH	Глутатион
				30.12±0.14	20.82±0.11	14.12±0.03
Продолговатый мозг	Рентгеновское облучение	1 час		28.14±0.12	19.46±0.09	12.26±0.05
		P2-1		<0.02	<0.01	<0.001
		3-й день		27.84±0.09	20.18±0.07	13.44±0.03
		P3-1		<0.001	<0.001	<0.001
		6-й день		29.44±0.11	21.08±0.06	13.66±0.07
		P4-1		<0.001	<0.01	<0.001
		1 час		29.12±0.13	19.44±0.04	12.48±0.09
		P5-1		<0.001	<0.01	<0.001
	Шафран + Рентгеновское облучение	3-й день		30.18±0.15	19.86±0.14	13.34±0.11
		P6-1		<0.02	<0.01	<0.001
		6-й день		30.04±0.12	19.81±0.14	13.94±0.08
		P7-1		<0.001	<0.001	<0.001
Мозжечок	Рентгеновское облучение	1 час		32.07±0.12	25.81±0.13	15.46±0.04
		P2-1		<0.02	<0.001	<0.01
		3-й день		32.46±0.14	26.04±0.08	16.13±0.06
		P3-1		<0.01	<0.001	<0.001
		6-й день		33.48±0.11	25.36±0.11	15.11±0.03
		P4-1		<0.001	<0.01	<0.001
		1 час		33.86±0.17	26.31±0.12	16.21±0.02
		P5-1		<0.001	<0.001	<0.02
	Шафран + Рентгеновское облучение	3-й день		34.00±0.21	26.40±0.07	16.18±0.07
		P6-1		<0.05	<0.001	<0.001
		6-й день		34.15±0.18	26.34±0.08	16.20±0.09
		P7-1		<0.001	<0.01	<0.001

на 0,18% контроля — $16,24 \pm 0,08$ нмоль SH/мг белка) (табл. I). Аналогичные изменения наблюдаются на 3-й и 6-й дни опытов. Предварительное введение животным экстракта шафрана (до рентгеновского облучения) оказывает стабилизирующее действие на все исследуемые показатели. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что экстракт шафрана, обладающий уникальным химическим составом, в определенной мере способствует предотвращению спада содержания сульфгидрильных групп и глутатиона в различных отделах мозга в ответ на рентгеновское облучение.

При анализе вышеуказанных результатов экспериментов видно, что после действия рентгеновского облучения изменение интенсивности изучаемых тиолов неодинаково. Так, по сравнению с СЗБ-SH группами, содержание ПП-SH групп подвергается более значительному влиянию свободнорадикальных соединений, которые активируются при действии радиации. Благодаря биологическим механизмам защиты, СЗБ-SH группы более устойчивы в сравнении с ПП-SH группами. Таким образом, проведенные нами исследова-

ния по изучению количественно-качественных сдвигов в тиоловом обмене мозга при рентгеновском облучении показали, что эти сдвиги характеризуются нарушениями в метаболизме тиолов. Как отмечалось ранее, наиболее высокая радиочувствительность свойственна тиоловым группам, которые содержат легко окисляемые SH-группы. Одним из основных свойств тиолов является регулирование свободнорадикальных процессов [5].

Процесс действия ионизирующего излучения на живой организм сопровождается взаимодействием свободных радикалов с молекулами белков, нуклеиновых кислот и липидов. Свободные радикалы возникают вследствие возбуждения и ионизации молекул. Помимо всего этого ионизирующая радиация становится причиной накопления в тканях организма токсических продуктов (радиотоксинов), которые усиливают лучевой эффект [6, 7].

В отличие от летальной дозы, при облучении средними дозами жизнь возможна, но при этом во всех функциональных системах развиваются патологические изменения. Выраженность этих изменений зависит от

радиочувствительности тканей. Не является исключением и нервная система. Нервные клетки обладают сравнительно высокой радиоустойчивостью. При более высоких дозах облучения наблюдаются значительные структурные изменения и гибель нервных клеток.

Одно из самых значительных мест среди эндогенных антиоксидантов занимает глутатион [8]. Принимая это во внимание, мы в своих исследованиях изучили обмен глутатиона, а также других тиолов при влиянии рентгеновского облучения в дозе 4 Гр. Исследования показали, что в продолговатом мозге животных, получивших рентгеновское облучение в дозе 4 Гр после 1 часа облучения, концентрация глутатиона составляет $12,11 \pm 0,05$ нмоль SH/мг белка, на 14% ниже по сравнению с контролем ($14,12 \pm 0,03$ нмоль SH/мг белка), в мозжечке $14,17 \pm 0,09$ нмоль SH/мг белка, на 12,7% ниже по сравнению с контролем ($16,24 \pm 0,08$ нмоль SH/мг белка). На 3-й день облучения ускоряется снижение концентрации глутатиона. При сравнении данных, полученных после 3-х и 6 дней облучения, видно, что во всех исследованных структурах мозга наблюдается снижение уровня глутатиона. В продолговатом мозге при влиянии облучения в дозе 4 Гр, уровень ПР-SH групп после 1 часа действия составляет $26,44 \pm 0,13$ нмоль SH/мг белка, а на 3-й и 6-й день экспериментов $24,17 \pm 0,16$ нмоль SH/мг белка и $25,14 \pm 0,18$ нмоль SH/мг белка соответственно. Если выразить эти показатели в процентах, то получатся следующие данные: 12%, 20% и 16,5% ниже контроля. Эта закономерность наблюдается также в мозжечке. Так, после 1 часа облучения уровень ПР-SH групп ниже по сравнению с контролем на 11%, после 3 и 6 дней на 25% и 20% соответственно (табл. II). При исследовании СЗБ-SH групп у животных, облученных в дозе 4 Гр, становится ясно, что их концентрация резко снижается во всех исследованных структурах мозга в 1-й час исследования. После 3-х дней облучения наблюдается более активное снижение концентрации. На 6-й день в результате облучения в дозе 4 Гр содержание СЗБ-SH групп повышается, но, несмотря на это, не достигает контрольного значения (табл. II).

При действии радиации эндогенная антиоксидантная система организма (тиолы, каталаза, ГПО, СОД и др.) не справляется с последствиями радиации и регуляцией метаболических процессов, которые устраняют возникающие при этом свободные радикалы, и в результате требуется поступление извне дополнительных антиоксидантов. Принимая это во внимание, мы решили использовать антиоксидант растительного происхождения – экстракт шафрана, так как шафран имеет терапевтический эффект при патологических процессах, течение которых протекает интенсификацией СРО процессов. Поэтому нами исследовалось влияние экстракта шафрана на изменения тиолов в тканях при действии радиации.

Во всех исследованных структурах экспериментальных животных, которым предварительно введен экстракт шафрана, изменение концентрации ПР-SH групп

отличается несколькими закономерностями от остальных тиолов. Прежде всего, надо отметить, что у животных, подвергавшихся облучению, на фоне введения экстракта шафрана, ПР-SH группы отличаются неустойчивостью. Анализ полученных данных показал, что после 1 часа, 3 и 6 дней их концентрация увеличивается.

Уровень ПР-SH групп в продолговатом мозге после 1 часа облучения составил $28,44 \pm 0,07$ нмоль SH/мг белка, на 5,5% ниже по сравнению с контролем ($30,12 \pm 0,14$ нмоль SH/мг белка), в мозжечке $32,48 \pm 0,07$ нмоль SH/мг белка, на 5% ниже по сравнению с контролем ($34,18 \pm 0,16$ нмоль SH/мг белка). На 3-й и 6-й день экспериментов эта закономерность изменяется аналогичным образом (табл. II). Это указывает на то, что экстракт шафрана имеет радиопротекторные свойства.

В исследованных структурах мозга животных, которым был введен экстракт шафрана до облучения, уровень СЗБ-SH групп характеризуется резкими изменениями. В продолговатом мозге облученных животных на фоне введения экстракта шафрана наблюдается повышение уровня СЗБ-SH групп до $18,48 \pm 0,14$ нмоль SH/мг белка по сравнению с облученными животными ($16,41 \pm 0,09$ нмоль SH/мг белка) на первый час экспериментов.

Фазы восстановления содержания глутатиона в различных структурах головного мозга животных, облученных в дозе 4 Гр на фоне предварительного введения экстракта шафрана, отличается в зависимости от времени действия. В продолговатом мозге животных, получивших экстракт шафрана, после 1 часа облучения концентрация глутатиона составила $13,28 \pm 0,09$ нмоль SH/мг белка, т.е. на 6% ниже контрольной величины ($14,12 \pm 0,03$ нмоль SH/мг белка), на 1% выше от показателя животных, получивших рентгеновское облучение. На 3-й день экспериментов этот показатель равен $12,97 \pm 0,11$ нмоль SH/мг белка, соответственно на 8% ниже контроля, на 28% выше облученных животных. На 6-й день содержание глутатиона составило $13,64 \pm 0,12$ нмоль SH/мг белка, что на 3% ниже контрольного значения и на 22% выше показателя облученных животных (табл. II).

Как видно из (табл. 2), в мозжечке животных, предварительно получивших экстракт шафрана, на 1-й час, 3-й и 6-й день после облучения содержание глутатиона составило $13,04 \pm 0,03$ нмоль SH/мг белка, $13,00 \pm 0,08$ нмоль SH/мг белка и $14,96 \pm 0,06$ нмоль SH/мг белка соответственно. Контрольный показатель составил $16,24 \pm 0,08$ нмоль SH/мг белка. Несмотря на то, что эти показатели ниже контрольного значения, по отдельности значительно выше по сравнению с показателями облученных животных.

Таблица II: Влияние рентгеновского облучения в средней дозе (4Гр) на фоне введения экстракта шафрана на определение количества SH-групп (внмоль SH/мг белка) в продолговатом мозге и мозжечке ($M \pm m$, $n=10$)

Контроль		ПР-SH	СЗБ-SH	Глутатион
		30.12±0.14	20.82±0.11	14.12±0.03
Продолговатый мозг	Рентгеновское облучение	1 час	26.44±0.13	16.41±0.09
		P2-1	<0.001	<0.01
		3-й день	24.17±0.16	15.24±0.11
		P3-1	<0.001	<0.01
		6-й день	25.14±0.18	16.18±0.12
		P4-1	<0.5	<0.01
		1 час	28.44±0.07	18.48±0.14
	Шафран + Рентгеновское облучение	P5-1	<0.02	<0.01
		3-й день	28.07±0.12	17.26±0.12
		P6-1	<0.01	<0.5
		6-й день	29.00±0.16	19.03±0.08
		P7-1	<0.02	<0.01
		Контроль	34.18±0.16	26.42±0.18
		1 час	30.44±0.18	22.18±0.11
		P2-1	<0.05	<0.001
Мозжечок	Рентгеновское облучение	3-й день	26.28±0.14	20.14±0.09
		P3-1	<0.01	<0.05
		6-й день	27.42±0.14	21.94±0.13
		P4-1	<0.001	<0.01
		1 час	32.48±0.07	24.84±0.14
		P5-1	<0.01	<0.01
	Шафран + Рентгеновское облучение	3-й день	30.41±0.18	23.71±0.11
		P6-1	<0.1	<0.05
		6-й день	32.61±0.18	24.82±0.17
		P7-1	<0.05	<0.02
		Контроль	34.18±0.16	26.42±0.18
		1 час	30.44±0.18	22.18±0.11
		P2-1	<0.05	<0.001
		3-й день	26.28±0.14	20.14±0.09
		P3-1	<0.01	<0.05
		6-й день	27.42±0.14	21.94±0.13
		P4-1	<0.001	<0.01
		1 час	32.48±0.07	24.84±0.14
		P5-1	<0.01	<0.01
		3-й день	30.41±0.18	23.71±0.11
		P6-1	<0.1	<0.05
		6-й день	32.61±0.18	24.82±0.17
		P7-1	<0.05	<0.02

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в исследованных нами структурах мозга вследствие действия рентгеновского облучения (4Гр) содержание различных тиоловых групп понижается в зависимости от сроков исследования. Введение экстракта шафрана стабилизирует концентрацию тиоловых групп и защищает от окислительного действия свободнорадикальных соединений, которые интенсифицируются в результате влияния облучения.

Установлено, что усиление перекисного окисления

липидов при рентгеновском облучении сопровождается уменьшением содержания различных типов SH-групп, что может быть основной причиной подавления активности защитной системы организма. Введение же в организм экстракта шафрана, повышая устойчивость к рентгеновскому облучению, приводит к торможению свободнорадикальных процессов, и таким образом, защищает многочисленные микросоединения, в том числе соединения, которые входят в состав защитной системы организма.

- [1] Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика. М.: Физматлит, 2004.
- [2] Бурлакова Е.Б., Иваненко Р.Ф., Шишкина Л.Н. Изв. АН СССР. Сер. биол. 1985. № 4. С. 588.
- [3] Ellman C.L. Arch. Biochem. Biophys. 1959. **82**. Р. 70.
- [4] Калинина Е.В., Чернов Н.Н., Алеид Р. и др. Вестник РАМН. 2010. № 3. С. 46.

- [5] Sedlack J., Lindsay R. Analit. Biochem. 1968. **25**. Р. 192.
- [6] Акеев А.В. Радиационная биология. Радиоэкология. 2009. **49**. № 1. С. 5.
- [7] Бычковская И.Б., Комаров Е.И., Федорцева Р.Ф. Мед. радиол. и радиац. безопасность. 2005. **50**, № 5. С. 5.
- [8] Dringen R. Progr. Neurobiol. 2000. **62**, № 6. Р. 649.

The effect of saffron extract on the thiol group in the organism exposed to 2Gy and 4Gy X-ray irradiation

U. F. Hashimova^{1,a}, I. A. Rzayeva^{2,b}

¹*A. Karayev Institute of Physiology NAS of Azerbaijan
Sharifzade str., 23, AZ 1148, Baku, Azerbaijan*

²*Department of Physiology, Faculty of Biology, Baku State University
Z. Khalilov str., 23, AZ 1148, Baku, Azerbaijan*

E-mail: ^aulduz.hashimova@science.az, ^brzayja@yahoo.com

It was shown that X-ray irradiation of 4Gy and 2Gy dose leads to the studied thiol groups activity suppression in various brain structures. Also it has been established that, with the preset of saffron extract, X-ray irradiation in most cases doesn't lead to the studied thiol group activity suppression. Contrary to that, the antioxidant promotes their activity increase in the brain structures we have studied.

PACS: 82.39.Pj; 82.39.Wj

Keywords: X-ray irradiation, antioxidant, thiol groups, brain, radioprotector.

Received 23 June 2017.

Сведения об авторах

1. Гашимова Улдуз Фаизи гызы — доктор биол. наук, профессор, директор Института Физиологии Национальной Академии Наук Азербайджана; тел.: (+994 12) 4321520, e-mail: ulduz.hashimova@science.az.
2. Рзаева Илаха Адиль гызы — канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник, доцент; тел.: (+994 50) 2227223, e-mail: rzayja@yahoo.com.