

УДК 577 : 796.91
ББК 28.902.3 : 75.719.6

Буторина Н. А., Львовская Е. И.*

СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ «ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ – АНТИОКИСИДАНТНАЯ ЗАЩИТА» У ЖЕНЩИН-КОНЬКОБЕЖЕК В ТЕЧЕНИЕ ГОДИЧНОГО ТРЕНИРОВОЧНОГО ЦИКЛА

Статья посвящена изучению изменения содержания гептан- и изопропанолрастворимых липопероксидов, окисляемости липидов, антиокислительной активности в слюне конькобежек – многоборков и спринтеров в течение годичного тренировочного цикла.

Ключевые слова: *перекисное окисление липидов, первичные и вторичные продукты ПОЛ, окисляемость липидов, антиокислительная активность, конькобежки – многоборки, конькобежки – спринтеры.*

Butorina N. A., Lvovskaya Ye. I.*

«LIPID PEROXIDATION - ANTIOXIDANT DEFENSE» SYSTEM STATUS OF WOMEN SPEEDSKATERS DURING A CIRCANNIAN TRAINING CYCLE

The article is devoted to studying changes in heptane – and isopropylalcohol soluble lipid peroxyl content, lipid oxidizability and antioxidative activity in all-round and sprinters women speedskaters' saliva during a circannian training cycle.

Keywords: *lipid peroxidation, primary and secondary products of lipid peroxidation, lipid oxidizability, antioxidative activity, all-round women speedskaters, sprinters women speedskaters.*

* E-mail: lvovskayaE@mail.ru

Давно известно, что систематические занятия физическими упражнениями повышают тренированность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, способствуют развитию опорно-двигательного аппарата, вызывают определенные сдвиги в протекании физиологических и биохимических процессов (в том числе перекисного окисления липидов). Поэтому общество привыкло к мысли, спортсмен – это человек здоровый во всех отношениях. Однако в настоящее время все чаще можно услышать высказывание: «Где начинается спорт, там кончается здоровье». И это не случайно. Слишком усердные занятия физической культурой и спортом подчас приводят к отрицательным результатам. Неадекватные, чрезмерные физические нагрузки, которые чаще всех испытывают профессиональные спортсмены, могут привести к нарушению физиологического равновесия в системе перекисное окисление липидов (ПОЛ) – антиокислительная система (АОС) через чрезмерную активацию процессов липопероксидации. Это в свою очередь приведет к по-

вреждению структурных элементов клеток и последующему нарушению функций органов и систем, возникновению заболевания или, как минимум, нарушению процессов восстановления и адаптации организма спортсмена к физической нагрузке, ухудшению спортивных результатов [1; 5; 6; 7; 8; 10]. Поэтому контроль за содержанием продуктов ПОЛ и показателями АОС может помочь тренерам и спортсменам грамотно спланировать тренировочную деятельность, избежав нежелательных последствий [2; 6].

Организация и методы исследования. В исследовании участвовали женщины-конькобежки 18-23 лет, специализирующиеся в многоборье и спринте, имеющие спортивную квалификацию кандидата мастера спорта, мастера спорта, заслуженного мастера спорта, мастера спорта международного класса. Обследования проводились в состоянии высокой тренированности (октябрь-март). Определение продуктов ПОЛ в гептан-изопропанольных экстрактах слюны производилось спектрофотометрическим методом по И. А. Волчегорскому с соавт.

(1989, 2000) [3]. Результаты рассчитывались в виде индексов окисления – E₂₃₂/E₂₂₀ и E₂₇₈/E₂₂₀, которые отражают относительный уровень первичных (диеновые конъюгаты) и вторичных (кетодиены и сопряженные триены) продуктов ПОЛ соответственно. Определение интенсивности индуцированного ПОЛ проводили по Е. И. Львовской (1998) [4; 5]. Определение антиокислительной активности анализируемых биологических жидкостей по [3].

Результаты исследования и их обсуждение. При сопоставлении показателей ПОЛ в группе женщин конькобежек-спринтеров и значений контрольной группы в базовый общеподготовительный период было установлено, что первичные гептанофильные продукты составляют 220,968 %, вторичные гептанофильные продукты – 1110,811 %, первичные изопропанолраствори-

мые продукты – 163,729% и вторичные изопропанолрастворимые продукты составляют 305,755 % от соответствующих значений контрольной группы (табл. 1).

В базовый специально подготовительный период содержание первичных гептанофильных продуктов ПОЛ у спортсменок уменьшилось на 15,937 %, вторичных гептанофильных продуктов – на 35,766 %, увеличилось содержание первичных и вторичных изопропанолрастворимых продуктов на 22,567 % и 24,471 % соответственно. Так, от значений контрольной группы гептанофильные диеновые конъюгаты составили 185,753 %, гептанофильные кетодиены и сопряженные триены – 713,514 %, изопропанолрастворимые диеновые конъюгаты – 200,678 % и изопропанолрастворимые кетодиены и сопряженные триены – 380,576 % (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание продуктов ПОЛ в группе женщин-спринтеров и их процентное содержание от значений контроля

Период	Продукты ПОЛ							
	Первичные гептанофильные		Вторичные гептанофильные		Первичные изопропанолрастворимые		Вторичные изопропанолрастворимые	
	женщины-спринтеры	значения контроля	женщины-спринтеры	значения контроля	женщины-спринтеры	значения контроля	женщины-спринтеры	значения контроля
Базовый общеподготовительный	0,822 ± 0,061 (0,761 - 0,883) 220,968 %	0,372 ± 0,011 (0,361 - 0,383)	0,411 ± 0,086 (0,325 - 0,497) 1110,811 %	0,037 ± 0,013 (0,024 - 0,050)	0,483 ± 0,044 (0,439 - 0,527) 163,729 %	0,295 ± 0,022 (0,273 - 0,317)	0,425 ± 0,054 (0,371 - 0,479) 305,755 %	0,139 ± 0,019 (0,120 - 0,158)
Базовый специальноподготовительный	0,691 ± 0,073 (0,618 - 0,764) 185,753 %		0,264 ± 0,064 (0,200 - 0,328) 713,514 %		0,592 ± 0,078 (0,514 - 0,670) 200,678 %		0,529 ± 0,024 (0,505 - 0,553) 380,576 %	
Соревновательный	0,820 ± 0,055 (0,765 - 0,875) 220,430 %		0,408 ± 0,087 (0,321 - 0,495) 1102,703 %		0,455 ± 0,049 (0,406 - 0,504) 154,237 %		0,680 ± 0,051 (0,629 - 0,731) 489,209 %	

Примечание: Диеновые конъюгаты – первичные продукты ПОЛ (E 232/220).

Кетодиены и сопряженные триены – вторичные продукты ПОЛ (E 278/220).

Значения доверительных интервалов вычислены с вероятностью 95 % (P = 0,05).

Все различия достоверны по отношению к контролю (P<0,05).

В соревновательный период в группе женщин конькобежек-спринтеров наблюдалось увеличение содержания первичных и вторичных гептанофильных продуктов ПОЛ и уменьшение содержания первичных изопропанолрастворимых продуктов. В процентном отношении от значений контрольной группы гептанофильные диеновые конъюгаты составили 220,430 %, гептано-

фильные кетодиены и сопряженные триены – 1102,703 %, изопропанолрастворимые диеновые конъюгаты – 154,237 % и изопропанолрастворимые кетодиены и сопряженные триены составили 489,209 % (табл. 1).

При сопоставлении процентного отношения показателей состояния АОС группы женщин конькобежцев-спринтеров от соответствующих значений контрольной

группы в базовый общеподготовительный период окисляемость липидов составила 71,479 %, а антиокислительная активность – 27,678 %. В базовый специальноподготовительный период данные показатели уменьшились на 36,594 % и 37,313 %, в результате окисляемость липидов составила 45,322 %, антиокислительная активность

составила 17,350 %. В соревновательный период было отмечено увеличение показателей окисляемости липидов до 74,706 % и антиокислительной активности до 74,231 % от значений базового общеподготовительного периода, что от значений контрольной группы составило 53,399 % и 20,545 % соответственно (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели АОС в группе женщин-спринтеров и их процентное содержание от значений контроля

Периоды	Окисляемость липидов		Антиоксидантная активность	
	женщины-спринтеры	значения контроля	женщины-спринтеры	значения контроля
Базовый общеподготовительный	382,300 ± 31,825 (350,475 - 700,549) 71,479 %	534,842 ± 21,976 (512,866 - 556,818)	328,300 ± 34,139 (294,161 - 362,439) 27,678 %	1186,155 ± 127,157 (1058,998 - 1313,312)
Базовый специальноподготовительный	242,400 ± 68,853 (173,547 - 311,253) 45,322 %		205,800 ± 41,000 (164,800 - 246,800) 17,350 %	
Соревновательный	285,600 ± 62,380 (223,220 - 347,980) 53,399 %		243,700 ± 25,116 (218,584 - 268,816) 20,545 %	

Значения доверительных интервалов вычислены с вероятностью 95 % (P = 0,05).

Все различия достоверны по отношению к контролю (P<0,05).

При сопоставлении показателей ПОЛ в группе женщин конькобежек–многоборок и значений контрольной группы в базовый общеподготовительный период было установлено, что первичные гептанофильные продукты составляют 190,591 %, вторичные гептанофильные продукты – 540,541 %, первичные изопропанолрастворимые продукты – 197,627 % и вторичные изопропанолрастворимые продукты составляют 415,827 % от соответствующих значений контрольной группы (табл. 3).

В базовый период спортивной подготовки содержание гептанофильных и первичных изопропанолрастворимых продуктов ПОЛ у спортсменок увеличилось на 56,276 %, 385 % и 108,062 % соответственно. Так, гептанофильные диеновые конъюгаты составили 297,849 % от значений контроля, гептанофильные кетодиены и сопряженные триены – 2621,622 %, изопропанолрастворимые диеновые конъюгаты – 411,186 % и изопропанолрастворимые кетодиены и сопряженные триены – 415,108 % от соответствующих значений контрольной группы (табл. 3).

В соревновательный период содержание продуктов ПОЛ уменьшилось: первичных гептанофильных до 116,784 %, вторичных гептанофильных до 192 %, первичных изо-

пропанолрастворимых до 79,245 % и вторичных изопропанолрастворимых до 35,294 % от значений базового общеподготовительного периода. В процентном отношении от значений контрольной группы гептанофильные диеновые конъюгаты составили 222,581 %, гептанофильные кетодиены и сопряженные триены – 1037,838 %, изопропанолрастворимые диеновые конъюгаты – 156,610 %, изопропанолрастворимые кетодиены и сопряженные триены – 146,763 % (табл. 3).

При сопоставлении показателей АОС группы женщин конькобежек–многоборок от соответствующих значений контрольной группы в базовый общеподготовительный период окисляемость липидов составила 73,339 %, антиокислительная активность – 18,259 %. В базовый специальноподготовительный период данные показатели уменьшились на 72,692 % и 65,157 % соответственно, в результате окисляемость липидов составила 20,028 %, антиокислительная активность составила 6,363 %. В соревновательный период было отмечено увеличение показателей АОС до 70,342 % и 598,462 % от значений базового общеподготовительного периода, при этом окисляемость липидов составила 51,589 %, антиокислительная активность – 109,275 % от значений контрольной группы (табл. 4).

Таблица 3 – Содержание продуктов ПОЛ в группе женщин-многоборков и их процентное содержание от значений контроля

Период	Продукты ПОЛ							
	Первичные гептанофильные		Вторичные гептанофильные		Первичные изопропанолрастворимые		Вторичные изопропанолрастворимые	
	женщины-многоборки	значения контроля	женщины-многоборки	значения контроля	женщины-многоборки	значения контроля	женщины-многоборки	значения контроля
Базовый общеподготовительный	0,709 ± 0,070 (0,639 - 0,779) 190,591 %	0,372 ± 0,011 (0,361 - 0,383)	0,200 ± 0,020 (0,180 - 0,220) 540,541 %	0,037 ± 0,013 (0,024 - 0,050)	0,583 ± 0,077 (0,506 - 0,660) 197,627 %	0,295 ± 0,022 (0,273 - 0,317)	0,578 ± 0,087 (0,491 - 0,665) 415,827 %	0,139 ± 0,019 (0,120 - 0,158)
Базовый специальноподготовительный	1,108 ± 0,063 (1,045 - 1,171) 297,849 %		0,970 ± 0,025 (0,945 - 0,995) 2621,622 %		1,213 ± 0,071 (1,142 - 1,284) 411,186 %		0,577 ± 0,087 (0,490 - 0,664) 415,108 %	
Соревновательный	0,828 ± 0,062 (0,766 - 0,890) 222,581 %		0,384 ± 0,025 (0,359 - 0,409) 1037,838 %		0,462 ± 0,079 (0,383 - 0,541) 156,610 %		0,204 ± 0,026 (0,178 - 0,230) 146,763 %	

Примечание: Диеновые конъюгаты – первичные продукты ПОЛ (Е 232/220).

Кетодиены и сопряженные триены – вторичные продукты ПОЛ (Е 278/220).

Значения доверительных интервалов вычислены с вероятностью 95 % (P = 0,05).

Все различия достоверны по отношению к контролю (P < 0,05).

Таблица 4 – Показатели АОС в группе женщин-многоборков и их процентное содержание от значений контроля

Периоды	Окисляемость липидов		Антиоксидантная активность	
	женщины-многоборки	значения контроля	женщины-многоборки	значения контроля
Базовый общеподготовительный	392,250 ± 35,086 (357,164 - 427,336) 73,339 %	534,842 ± 21,976 (512,866 - 556,818)	216,583 ± 64,252 (152,331 - 280,835) 18,259 %	1186,155 ± 127,157 (1058,998 - 1313,312)
Базовый специальноподготовительный	107,117 ± 39,243 (67,874 - 146,360) 20,028 %		75,475 ± 31,018 (44,457 - 106,493) 6,363 %	
Соревновательный	275,917 ± 61,228 (214,689 - 337,145) 51,589 %		1296,167 ± 83,236 (1212,931 - 1379,403) 109,275 %	

Значения доверительных интервалов вычислены с вероятностью 95 % (P = 0,05).

Все различия достоверны по отношению к контролю (P < 0,05).

При сравнении показателей процентного отношения продуктов ПОЛ групп женщин конькобежек-спринтеров и женщин конькобежек-многоборков от значений контрольной группы было выявлено, что в базовый общеподготовительный период содержание первичных и вторичных гептанрастворимых продуктов было выше у конькобежек-спринтеров на 30,377 % и 570,270 % соответственно, у конькобежек-многоборков была выше концентрация изопропанолрастворимых диеновых конъюгатов на 33,898 % и

изопропанолрастворимых кетодиенов и сопряженных триенов на 110,072 % (табл. 5).

В базовый период подготовки содержание продуктов ПОЛ было выше у конькобежек-многоборков: гептанофильных диеновых конъюгатов – на 112,096 %, гептанофильных кетодиенов и сопряженных триенов – на 1908,108 %, изопропанолрастворимых диеновых конъюгатов – на 210,508 %, изопропанолрастворимых кетодиенов и сопряженных триенов – на 34,532 % (табл. 5).

В соревновательный период содержание первичных продуктов ПОЛ было несколько выше у многоборков, а вторичных – у спринтеров. Так, разница в концентрациях первичных гептаногликофильных продуктов составила 2,151 %, вторичных гептаногликофильных продуктов – 64,865 %, первичных изопропанолрастворимых продуктов – 2,373 %, вторичных изопропанолрастворимых продуктов – 342,446 % (табл. 5).

При сравнении показателей АОС групп женщин конькобежек–спринтеров и жен-

щин конькобежек-многоборков было выявлено, что в базовый период окисляемость липидов была выше у многоборков на 1,860 %, антиокислительная активность на 9,419 % была выше у спринтеров; в базовый период оба показателя были выше у спринтеров на 25,294 % и 10,987 % соответственно; в соревновательный период окисляемость липидов на 1,810 % была выше у спринтеров, у многоборков же показатели антиокислительной активности преобладали на 88,730 % (табл. 6).

Таблица 5 – Содержание продуктов ПОЛ в группе женщин-спринтеров и женщин-многоборков и их процентное содержание от значений контроля

Период	Продукты ПОЛ							
	Первичные гептаногликофильные		Вторичные гептаногликофильные		Первичные изопропанолрастворимые		Вторичные изопропанолрастворимые	
	женщины-спринтеры	женщины-многоборки	женщины-спринтеры	женщины-многоборки	женщины-спринтеры	женщины-многоборки	женщины-спринтеры	женщины-многоборки
Базовый общеподготовительный	0,822 ± 0,061 (0,761 - 0,883) 220,968 %	0,709 ± 0,070 (0,639 - 0,779) 190,591 %	0,411 ± 0,086 (0,325 - 0,497) 1110,811 %	0,200 ± 0,020 (0,180 - 0,220) 540,541 %	0,483 ± 0,044 (0,439 - 0,527) 163,729 %	0,583 ± 0,077 (0,506 - 0,660) 197,627 %	0,425 ± 0,054 (0,371 - 0,479) 305,755 %	0,578 ± 0,087 (0,491 - 0,665) 415,827 %
Базовый специально-подготовительный	0,691 ± 0,073 (0,618 - 0,764) 185,753 %	1,108 ± 0,063 (1,045 - 1,171) 297,849 %	0,264 ± 0,064 (0,200 - 0,328) 713,514 %	0,970 ± 0,025 (0,945 - 0,995) 2621,622 %	0,592 ± 0,078 (0,514 - 0,670) 200,678 %	1,213 ± 0,071 (1,142 - 1,284) 411,186 %	0,529 ± 0,024 (0,505 - 0,553) 380,576 %	0,577 ± 0,087 (0,490 - 0,664) 415,108 %
Соревновательный	0,820 ± 0,055 (0,765 - 0,875) 220,430 %	0,828 ± 0,062 (0,766 - 0,890) 222,581 %	0,408 ± 0,087 (0,321 - 0,495) 1102,703 %	0,384 ± 0,025 (0,359 - 0,409) 1037,838 %	0,455 ± 0,049 (0,406 - 0,504) 154,237 %	0,462 ± 0,079 (0,383 - 0,541) 156,610 %	0,680 ± 0,051 (0,629 - 0,731) 489,209 %	0,204 ± 0,026 (0,178 - 0,230) 146,763 %

Примечание: Диеновые конъюгаты – первичные продукты ПОЛ (E 232/220).

Кетодиены и сопряженные триены – вторичные продукты ПОЛ (E 278/220).

Значения доверительных интервалов вычислены с вероятностью 95 % (P = 0,05).

Все различия достоверны по отношению к контролю (P < 0,05).

Поскольку увеличение содержания гептаногликофильных продуктов ПОЛ может свидетельствовать о возрастании использования жирных кислот в процессах энергообеспечения, а увеличение содержания изопропанолрастворимых продуктов ПОЛ часто указывает на активацию процессов липопероксидации с возможным повреждением клеточных мембран. Можно предположить, что в группе конькобежек-спринтеров к окончанию годового тренировочного цикла физические нагрузки способствовали не только повышению функциональных воз-

можностей системы энергообеспечения характерной для долговременной адаптации, но могли вызвать утомление, нарушение процессов восстановления через повреждение клеточных структур организма спортсменов; а в группе конькобежек-многоборков физические нагрузки способствовали повышению тренированности через адаптацию процессов энергообеспечения к нагрузкам (особенно в специальноподготовительный период) и не вызвали повреждение клеточных структур.

Таблица 6 – Показатели АОС в группе женщин-спринтеров и женщин-многоборков и их процентное содержание от значений контроля

Периоды	Окисляемость липидов		Антиоксидантная активность	
	женщины-спринтеры	женщины-многоборки	женщины-спринтеры	женщины-многоборки
Базовый общеподготовительный	382,300 ± 31,825 (350,475 - 700,549) 71,479 %	392,250 ± 35,086 (357,164 - 427,336) 73,339 %	328,300 ± 34,139 (294,161 - 362,439) 27,678 %	216,583 ± 64,252 (152,331 - 280,835) 18,259 %
Базовый специальноподготовительный	242,400 ± 68,853 (173,547 - 311,253) 45,322 %	107,117 ± 39,243 (67,874 - 146,360) 20,028 %	205,800 ± 41,000 (164,800 - 246,800) 17,350 %	75,475 ± 31,018 (44,457 - 106,493) 6,363 %
Соревновательный	285,600 ± 62,380 (223,220 - 347,980) 53,399 %	275,917 ± 61,228 (214,689 - 337,145) 51,589 %	243,700 ± 25,116 (218,584 - 268,816) 20,545 %	1296,167 ± 83,236 (1212,931 - 1379,403) 109,275 %

Значения доверительных интервалов вычислены с вероятностью 95 % ($P = 0,05$).

Все различия достоверны по отношению к контролю ($P < 0,05$).

Выводы

1. В группах женщин конькобежек-многоборков и спринтеров содержание продуктов ПОЛ в слюне превышает их содержание в контрольной группе, а показатели АОС в большинстве случаев ниже значений контрольной группы, что подтверждает влияние физических нагрузок большой и субмаксимальной интенсивности на активацию процессов ПОЛ и состояние АОС.

2. Содержание продуктов ПОЛ и показатели АОС в группах женщин конькобежек-многоборков и спринтеров изменялось по тренировочным периодам:

– у спринтеров содержание первичных и вторичных гептанофильных продуктов снижалось в базовый период, затем повышалось в соревновательный период. Концентрация первичных изопробанолрастворимых продуктов, наоборот, повышалась в базовый период, затем снижалась в соревновательный период. При этом содержание вторичных изопробанолрастворимых продуктов увеличивалось на протяжении всего тренировочного цикла спортивной подготовки;

– у многоборков наблюдалось повышение содержания гептанофильных и первичных изопробанолрастворимых продуктов ПОЛ в базовый период и последующее его уменьшение в соревновательный период. Концентрация вторичных изопробанолрастворимых продуктов снижалась в течение всего тренировочного цикла;

– значения показателей АОС в группах женщин конькобежек-спринтеров и много-

борков и имели одинаковую динамику – показатели антиокислительной активности и окисляемости липидов с уровня общеподготовительного периода уменьшались в специальноподготовительный период, а затем увеличивались в соревновательный период.

3. Содержание продуктов ПОЛ и показатели АОС у спринтеров и многоборков было различным, что может быть связано с различиями в механизмах энергообеспечения. Содержание продуктов ПОЛ было значительно выше у многоборков, а показатели АОС – у спринтеров.

Список литературы

1. Барабой, В. А. Биоантиоксиданты / В. А. Барабой. – Киев: Книга плюс, 2006.
2. Буторина, Н. А. Динамика содержания продуктов перекисного окисления липидов у конькобежцев-спринтеров / Н. А. Буторина // Научно-спортивный Вестник Урала и Сибири. – 2014. – №1(1). – С. 7-12.
3. Волчегорский, И. А. Сопоставление различных подходов к определению продуктов перекисного окисления липидов в гептан-изопробанольных экстрактах крови / И. А. Волчегорский, А. Г. Налимов, Б. Г. Яровинский, Р. И. Лифшиц // Вопросы медицинской химии. – 1989. – №1. – С. 127-129.
4. Львовская, Е. И. Нарушение процессов липидной пероксидации при термической травме и патогенетическое обоснование лечения антиоксидантами из плазмы крови: дис. докт. мед. наук / Е. И. Львовская. – Челябинск, 1998. – 260 с.

5. Львовская, Е. И. Процессы перекисного окисления липидов в острый период тяжелой черепно-мозговой травмы / Е. И. Львовская, Н. В. Держинский, В. А. Садова, Д. Б. Сумная // Вестник международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. – 2011. – Т.16, № 3. – С. 145-147.

6. Львовская, Е. И. Процессы перекисного окисления липидов и особенности липопероксидации при физических нагрузках : учеб. пособие / Е. И. Львовская, Н. М. Григорьева; УралГУФК. – Челябинск, 2014. – 88 с.

7. Львовская, Е. И. Соотношение уровней липидной пероксидации и окислительной модификации белков у студентов 17-23 лет / Е. И. Львовская, Е. Н. Саханкова // Вестник ЮУрГУ Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2012. – № 21. – С. 112-116.

8. Львовская, Е. И. Влияние экзаменационного стресса на интенсивность процессов липопероксидации и карбонилирования белков / Е. И. Львовская, Е. Н. Саханкова // Вестник ЮУрГУ Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2012. – № 28. – С. 111-114.

9. Львовская, Е. И. Влияние препарата БИТО и некоторых сывороточных антиоксидантов на интенсивность процессов ПОЛ при термической травме / Е. И. Львовская, Г. П. Ефименко, Р. И. Лифшиц // Вопросы медицинской химии. – 1995. – № 5. – С. 31-34.

10. Меньщикова, Е. Б. Окислительный стресс. Патологические состояния и заболевания / Е. Б. Меньщикова, Н. К. Зенков–Новосибирск: АРТА, 2008. – 289 с.