

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК 591.1

DOI: 10.34655/bgsha.2020.58.1.005

Ю.А. Вишнеvский, Н.А. Пудовкин, В.В. Салаутин, Д.А. Пыриков

ВЛИЯНИЕ СЕЗОНОВ ГОДА НА ПРОЦЕССЫ ПРООКСИДАЦИИ В ОРГАНИЗМЕ УТОК В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Ключевые слова: перекисное окисление липидов, антиоксидантная система, утки, сезоны года, онтогенез.

В статье изложены результаты исследований по влиянию сезонов года на процессы перекисного окисления липидов и активность антиоксидантной системы уток, в зависимости от сезона года и возраста. Целью работы явилось изучение состояния процессов свободнорадикального окисления липидов и активности антиоксидантной системы организма в различные сезоны года у уток. Для проведения исследований были сформированы 4 группы животных по 6 птиц в каждой. Декапитацию животных проводили на 10-, 30- и 60-е сутки каждого сезона года после выведения из яиц, в соответствии с Европейской директивой по защите животных, используемых в научных целях. Для изучения состояния процессов свободнорадикального окисления липидов изучали содержание малонового диальдегида, диеновых и оксидиеновых конъюгатов, супероксиданион-радикала, в сыворотке крови и тканях внутренних органов. Для оценки состояния антиоксидантной обеспеченности организма определяли активность ферментов каталазы в гомогенатах тканей, супероксидисмутазы и содержание глутатиона в сыворотке крови. Установлено, что состояние процессов перекисного окисления липидов и активность антиоксидантной системы зависят от возраста птиц и сезонов года. Так происходит увеличение активности процессов перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы защиты организма от 10 до 60 суток. Наибольшему накоплению продуктов перекисного окисления липидов подвержены сыворотка крови, печень и сердце, также в этих тканях установлена и самая высокая активность антиоксидантной системы, это является закономерным процессом с точки зрения функциональных свойств данных тканей. Интенсивность процессов перекисного окисления липид и активности антиоксидантной системы также обусловлено сезонами года. Наибольшее накопление продуктов вторичного накопления липидов определено в осенне-зимний период.

Y. Vishnevsky, N. Pudovkin, V. Salautin, D. Pyrikov

INFLUENCE OF SEASONS OF THE YEAR ON PROOXIDATION PROCESSES IN THE DUCK ORGANISM IN POSTNATAL ONTOGENESIS

Keywords: lipid peroxidation, antioxidant system, ducks, seasons, ontogenesis.

The article presents the results of studies on the influence of the seasons on lipid peroxidation processes and the activity of the antioxidant system of ducks depending on the season of the year and age. The aim of the work was to study the state of the processes of free radical oxidation of lipids and the activity of the antioxidant system of the body in different seasons of the year in

ducks. For research, 4 groups of animals of 6 birds each were formed. Animals were decapitated on the 10th, 30th and 60th days of each season of the year after hatching from eggs, in accordance with the European Directive for the protection of animals used for scientific purposes. To study the state of free radical lipid oxidation processes, we studied the contents of malondialdehyde, diene and oxydienic conjugates, radical superoxide anion, in blood serum and tissues of internal organs. To assess the state of the antioxidant supply of the body, we determined the activity of catalase enzymes in tissue homogenates, superoxide dismutase and the content of glutathione in blood serum. It was found that the state of lipid peroxidation processes and the activity of the antioxidant system depend on the age of the birds and the seasons of the year. So there is an increase in the activity of lipid peroxidation processes and the antioxidant defense system of the body from 10 to 60 days. Blood serum, liver and heart are subject to the greatest accumulation of lipid peroxidation products, and the highest activity of the antioxidant system is also established in these tissues, this is a natural process from the point of view of the functional properties of these tissues. The intensity of lipid peroxidation processes and the activity of the antioxidant system are also determined by the seasons of the year. The greatest accumulation of products of the secondary accumulation of lipids was determined in the autumn-winter period.

Вишневский Юрий Алексеевич, аспирант кафедры «Морфология, патология животных и биология»; e-mail: iury.vishnewsy@yandex.ru

Yuri A. Vishnevsky, graduate student of Morphology, Animal Pathology and Biology Chair; e-mail: iury.vishnewsy@yandex.ru

Пудовкин Николай Александрович, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры «Морфология, патология животных и биология»; e-mail: niko-pudovkin@yandex.ru

Nikolai A. Pudovkin, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of Morphology, Animal Pathology and Biology Chair; e-mail: niko-pudovkin@yandex.ru

Салаутин Владимир Васильевич, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой «Морфология, патология животных и биология»; e-mail: salautin60@mail.ru

Vladimir V. Salautin, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Chair of Morphology, Animal Pathology and Biology; e-mail: salautin60@mail.ru

Пыриков Денис Антонович, студент 5 курса факультета ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий; e-mail: sir_denisko@list.ru

Denis A. Pyrikov, 5th year student of the Faculty of Veterinary Medicine, Food and Biotechnology; e-mail: sir_denisko@list.ru

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», Саратов, Россия

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

Введение. Окислительно-восстановительные процессы - это генерация активных форм кислорода и большого количества радикальных соединений, обладающих высокой реакционной способностью и активно включающихся в процессы жизнедеятельности клеток на любой стадии ее развития - от созревания до гибели.

С каждым годом появляются новые сведения о роли активных форм кислорода, что позволяет ученым более углубленно анализировать особенности метаболических процессов в клетках. В результате многочисленных исследований выкристаллизовывается новый

подход к оценке ряда метаболических процессов в тканях. Так, еще совсем недавно активные формы кислорода и реакционно-способные радикальные соединения, образующиеся в организме, рассматривались с позиций побочных продуктов метаболизма, проявляющих токсическое действие. В настоящее время показано, что они являются нормальными продуктами метаболизма в клетке, выполняя определенную функциональную нагрузку в организме.

Метаболический фон любой клетки зависит от характера информации, поступающей из окружающей внешней и внутренней среды организма. Носи-

телями этой информации являются первичные мессенджеры - гормоны, цитокины, нейротрансмиттеры. Этот процесс осуществляется за счет клеточной сигнализации или сигнальной трансдукции, которая приводит к активации функциональной активности клеток. В передачу сигнала через клеточную мембрану включаются вторичные мессенджеры. В качестве вторичных посредников принимают участие активные формы кислорода (АФК) и продукты их метаболизма, в частности продукты пероксида-циилипидов [3].

Образование АФК в тканях в малых количествах связано с нормально протекающими метаболическими процессами. В настоящее время известно, что АФК выполняют роль сигнальных молекул клеток для большинства биологических систем тканей человека, животных и растений. Многочисленные биологические ключевые процессы, определяющие функциональную активность клеток, обеспечиваются, в основном, за счет мультিকаталитических комплексов, и АФК активно включаются в их регуляцию.

Действие АФК на функциональную активность клеток многогранно. АФК участвуют в регуляции запрограммированной смерти клеток (апоптоз), индуцируют или подавляют экспрессию многих генов, осуществляют регулируемую роль в процессах роста клеток и их дифференциации, клеточной адгезии, свертывания крови и т. д. [5].

Цель работы – изучить состояние процессов свободнорадикального окисления липидов и активности антиоксидантной системы организма в различные сезоны года у уток.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2019 году на базе ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет имени Н.И. Вавилова», г. Саратов.

Для проведения исследований были сформированы 4 группы животных по 6 птиц в каждой. Декапитацию животных проводили на 10-, 30- и 60-е сутки каждого сезона года после выведения из яиц, в соответствии с Европейской директивой по защите животных, используемых в научных целях [10].

Для изучения состояния процессов свободнорадикального окисления липидов изучали содержание малонового диальдегида (МДА) [6], диеновых и оксидиеновых конъюгатов [7], супероксиданион-радикала [9] в сыворотке крови и тканях внутренних органов.

Для оценки состояния антиоксидантной обеспеченности организма определяли активность ферментов каталазы в гомогенатах тканей [4], супероксиддисмутазы (СОД) [8] и содержание глутатиона в сыворотке крови [11].

Цифровой материал подвергался статистической обработке с вычислением критерия Стьюдента на персональном компьютере с использованием стандартной программы вариационной статистики Microsoft Excel.

Результаты исследований. Результаты исследований по особенностям содержания продуктов прооксидации и активности антиоксидантной системы в сыворотке крови представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели состояния про- и антиоксидантной системы уток в различные сезоны года

Показатель	Возраст декапитации		
	10 суток	30 суток	60 суток
Весна			
Окисленный глутатион, мг/%	1,99±0,04	2,89±0,05*	3,15±0,04
Восстановленный глутатион, мг/%	35,99±1,09	37,92±2,33	38,92±1,66
Общий глутатион, мг/%	37,98±2,43	40,81±2,66	42,07±2,01
Глутатионпероксидаза, НАДФН/мин	390,32±6,94	276,74±7,00*	170,02±1,99
Супероксиданион-радикал, ед/мин	900,73±9,03	1099,93±93*	1256,63±10,04
Диеновые конъюгаты, мкмоль/мл	11,95±0,54	12,99±0,54*	14,59±0,79
Оксидиеновые конъюгаты, ед/пл	0,12±0,006	0,09±0,004*	0,06±0,003
Лето			
Окисленный глутатион, мг/%	2,15±0,04	3,00±0,33	4,02±0,21
Восстановленный глутатион, мг/%	34,97±1,33	38,03±1,73	39,04±0,77
Общий глутатион, мг/%	38,14±0,45	39,82±1,23	40,52±1,83
Глутатионпероксидаза, НАДФН/мин	280,74±7,03	200,52±3,05	265,93±4,93
Супероксиданион-радикал, ед/мин	890,42±9,62	1015,51±10,72	1206,53±12,05
Диеновые конъюгаты, мкмоль/мл	12,53±0,42	12,99±0,66	13,04±0,52
Оксидиеновые конъюгаты, ед/пл	0,15±0,003	0,15±0,002	0,14±0,002
Осень			
Окисленный глутатион, мг/%	3,00±0,09	4,53±0,23	4,99±0,33
Восстановленный глутатион, мг/%	40,42±0,83	43,05±1,53	44,19±1,29
Общий глутатион, мг/%	43,03±1,59	45,66±2,00	46,81±2,03
Глутатионпероксидаза, НАДФН/мин	300,41±8,91	290,18±5,23	300,13±3,01
Супероксиданион-радикал, ед/мин	1100,78±16,33	1264,66±14,94	1373,05±10,21
Диеновые конъюгаты, мкмоль/мл	14,63±0,27	14,99±0,42	15,87±1,04
Оксидиеновые конъюгаты, ед/пл	0,21±0,002	0,20±0,003	0,22±0,004
Зима			
Окисленный глутатион, мг/%	3,99±0,52	4,72±0,33	5,15±0,66
Восстановленный глутатион, мг/%	37,62±2,00	38,86±0,41	39,04±1,03
Общий глутатион, мг/%	46,83±3,04	47,00±1,13	46,99±2,05
Глутатионпероксидаза, НАДФН/мин	303,12±7,66	305,82±3,68	306,03±3,33
Супероксиданион-радикал, ед/мин	1204,83±15,33	1299,45±2,84	1300,31±8,92
Диеновые конъюгаты, мкмоль/мл	13,65±0,66	14,78±0,41	14,63±0,21
Оксидиеновые конъюгаты, ед/пл	0,23±0,003	0,22±0,001	0,23±0,001

Примечание: (*) $P \leq 0,050$

Анализируя результаты исследований, представленные в таблице 1, установлено, что в весенний период уровень окисленного глутатиона к 30-м и 60-м суткам повысился на 45,2 и 58,3 %, восстановленного глутатиона – на 5,4 и 8,1 %, общего глутатиона – на 7,5 и 10,8 %, диеновых конъюгатов на 8,7 и 22,1 % соответственно, относительно 10 суток. Активность глутатионпероксидазы на 10-е сутки составила 390,32 ±6,94 НАДФ/мин, к 30-м суткам этот по-

казатель понизился на 22,1%, а к 60-м суткам в 2,3 раза. Концентрация оксидиеновых конъюгатов в сыворотке крови также снижалась на 25% (30 сутки) и в 2 раза (60-е сутки).

В летний период также наблюдаются изменения изучаемых показателей. Установлено достоверное повышение содержания окисленного глутатиона на 39,5 % (30-е сутки) и 87,0 % (60-е сутки) относительно 10 суток. Концентрация супероксиданион-радикала также до-

стоверно повысилась к 30-м суткам на 14,1%, 60-м суткам – на 35,5% относительно первоначального показателя. Однако установлено снижение активности глутатионпероксидазы на 28, 5% к 30 – суткам и 5,3% – к 60-м суткам. Остальные изучаемые показатели достоверно не отличаются.

В осенне-зимний период достоверные различия установлены в содержании окисленного глутатиона, так его концентрация в сыворотке крови уток

осенью повысилась на 51% (30-е сутки) и 66,3% (60-е сутки), зимой – на 18,3% (30-е сутки) и 29,1% (60-е сутки) относительно 10 суток. В осенний период также установлено повышение концентрации в сыворотке крови супероксиданаон-радикала в осенний период на 15,0 и 24,8% на 30-е и 60-е сутки соответственно, относительно первоначального уровня. В значении остальных изучаемых показателей достоверных различий не обнаружено.

Таблица 2 – Содержание малонового диальдегида, нмоль/г, в тканях уток

Исследуемая ткань	10	30	60
Весна			
Сыворотка крови	8,95±0,73	10,21±0,96	13,00±0,04
Печень	10,85±1,00	13,52±0,42	18,03±0,63
Сердце	7,05±0,43	8,13±0,73	10,42±0,43
Легкие	6,93±0,23	9,65±0,74	11,43±0,32
Мышечная ткань	7,63±0,42	8,94±0,66	13,63±0,14
Мышечный желудок	6,99±0,05	10,99±0,41	12,63±0,41
Железистый желудок	8,83±0,13	11,00±0,08	11,26±0,52
Кишечник	9,94±0,62	12,03±0,41	13,82±0,50
Лето			
Сыворотка крови	8,99±0,43	10,64±0,47	13,99±0,53
Печень	12,04±0,99	13,71±1,01	18,43±0,31
Сердце	7,52±0,42	8,51±0,63	8,77±1,04
Легкие	5,93±0,52	8,74±0,52	9,01±0,66
Мышечная ткань	7,82±0,69	8,06±0,58	9,33±0,40
Мышечный желудок	7,16±0,66	10,00±1,00	12,31±0,92
Железистый желудок	8,51±0,33	11,31±0,63	12,83±0,41
Кишечник	9,52±0,37	10,42±0,33	14,00±0,49
Осень			
Сыворотка крови	9,69±0,62	11,94±0,86	13,05±0,50
Печень	14,94±0,84	15,17±0,27	18,95±0,73
Сердце	8,51±0,51	9,37±0,81	10,74±0,61
Легкие	6,77±0,33	8,93±0,37	8,93±0,38
Мышечная ткань	8,93±0,45	8,19±0,33	9,00±0,58
Мышечный желудок	8,00±0,21	9,94±0,51	9,25±0,61
Железистый желудок	9,56±0,09	9,03±0,66	9,24±0,81
Кишечник	10,75±0,21	11,32±0,62	12,03±0,69
Зима			
Сыворотка крови	10,99±0,51	12,03±0,16	13,98±0,03
Печень	15,85±0,99	15,99±0,28	16,97±0,15
Сердце	9,63±0,51	10,64±0,59	11,77±0,52
Легкие	8,66±0,12	9,41±0,18	10,52±0,19
Мышечная ткань	9,83±0,92	10,63±0,71	11,63±0,33
Мышечный желудок	10,62±0,71	11,33±0,10	13,04±0,81
Железистый желудок	11,83±0,66	12,74±0,09	13,45±0,03
Кишечник	12,62±0,33	12,59±0,16	13,96±0,42

Примечание: (*) $P \leq 0,050$

Установлено, что наивысшее повышение содержания малонового диальдегида зафиксировано в печени, легких и сыворотке крови (табл. 2). Так, концентрация МДА в сыворотке крови повысилась, относительно 10 суток, весной на 14,0 и 45,3%, летом – на 18,4 и 55,6 %, осенью – на 23,3 и 65,3 % и зимой – на 9,5 и 27,2%, соответственно на 30-е и 60-е сутки.

В печени концентрация МДА на 10-е сутки составила от 8,95 до 10,99 нмоль/г, к 30-м суткам этот показатель повысился весной на 24,6 %, летом, осенью и зимой достоверных различий не обнаружено, к 60-м суткам: весной – на 66,2 %, летом – 53,1 %, осенью – на 26,8 %, зимой – 7,1 % относительно 10 суток.

В сердечной мышце изучаемый показатель повысился весной на 15,3...47,8 %, летом - на 13,2...16,6 %, осенью - на 10,1...26,2 %, зимой – на 10,5...22,2 % относительно 10 суток.

В ткани легких весной произошло значительное повышение содержания МДА на 39,2 % (30-е сутки), 64,9 % (60-е сутки), летом – на 47,4 % (30-е сутки) и 51,9 % (60-е сутки), осенью – на 31,9 %, независимо от периода наблюдения, зимой – на 8,7 % (30-е сутки) и 21,6% (60-е сутки).

В мышечной ткани достоверное повышение концентрации МДА зафиксировано весной (+17,2% - 30-е сутки, +78,6% - 60-е сутки), весной (+19,3% - 30-е сутки) и зимой (+18,3% - 60-е сут-

ки) относительно 10 суток. В остальные сроки наблюдения достоверный различий не обнаружено.

Также значительное повышение МДА установлено в желудке птицы. Весной концентрация МДА в мышечном желудке повысилась к 30-м и 60 суткам на 57,2% и 80,1%, в железистом желудке – на 24,6 и 27,5%; летом – на 39,7 и 71,9% (мышечный желудок) и 32,9 и 50,8% (железистый желудок); осенью в мышечном желудке концентрация МДА повысилась на 39,7 и 71,9 %, в железистом желудке достоверных различий не обнаружено. В зимний период к 60-м суткам изучаемый показатель повысился на 22,8 % (мышечный желудок) и 13,7 (железистый желудок), на 30-е сутки в мышечном и железистом отделах желудка достоверных различий не обнаружено.

В весенне-зимний период установлены достоверные различия в содержании МДА в кишечнике. Так, уровень МДА повысился весной, на 30-е и 60-е сутки – на 21,0 и 39,0 %, летом – на 9,5 и 47,1% соответственно, относительно 10 суток. В осенний период достоверные различия установлены только на 60-е сутки (+11,9%), в зимний период изучаемый показатель практически не изменялся.

Результаты исследований по активности фермента каталазы в тканях внутренних органов уток представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Активность каталазы, ммоль/л, в тканях и внутренних органов уток

Исследуемая ткань	Возраст декапитации		
	10 суток	30 суток	60 суток
Весна			
Сыворотка крови	89,02±0,94	110,62±1,00	113,47±0,78
Печень	100,94±0,63	118,00±1,63	120,52±1,00
Сердце	70,52±0,62	80,93±0,52	89,02±0,63
Легкие	73,04±0,89	76,12±0,88	76,03±0,62
Мышечная ткань	65,04±0,77	68,05±0,33	68,99±0,84
Мышечный желудок	66,94±0,33	68,94±0,64	69,21±0,74
Железистый желудок	59,23±0,64	62,00±0,58	62,00±1,01
Кишечник	67,76±0,54	69,32±0,84	71,23±0,69
Лето			

Сыворотка крови	89,03±0,04	105,93±7,00	113,94±3,02
Печень	104,72±4,11	121,93±5,03	120,99±2,01
Сердце	73,82±2,06	83,51±1,99	88,20±0,99
Легкие	76,92±1,98	82,72±3,11	84,01±1,11
Мышечная ткань	67,82±2,04	66,99±1,33	71,21±2,03
Мышечный желудок	65,83±1,02	67,02±2,93	69,18±1,93
Железистый желудок	62,82±1,11	63,41±1,05	65,81±2,94
Кишечник	65,03±2,04	67,01±2,15	69,33±2,13
Осень			
Сыворотка крови	90,42±2,96	104,98±6,00	114,00±2,07
Печень	107,93±4,11	118,62±3,96	120,44±1,95
Сердце	75,00±3,94	78,41±2,02	85,82±2,05
Легкие	77,01±2,06	83,51±1,94	88,01±3,05
Мышечная ткань	66,94±1,66	70,62±2,02	72,01±2,74
Мышечный желудок	66,33±2,96	68,02±3,05	69,23±1,84
Железистый желудок	63,01±1,04	67,31±1,04	68,43±2,28
Кишечник	64,99±2,85	66,10±2,05	68,02±2,06
Зима			
Сыворотка крови	93,03±0,63	94,22±3,06	93,99±3,09
Печень	108,48±3,99	119,00±3,96	120,26±2,84
Сердце	76,03±2,05	78,93±2,05	83,51±1,94
Легкие	78,92±0,62	85,72±2,05	87,03±2,05
Мышечная ткань	68,03±3,06	69,97±2,06	72,61±1,33
Мышечный желудок	67,33±1,95	70,42±1,85	72,02±3,03
Железистый желудок	67,00±2,05	68,03±2,13	68,93±2,64
Кишечник	65,01±1,95	66,99±0,97	89,03±1,25

Примечание: (*) $P \leq 0,050$

Установлено, что достоверное повышение активности каталазы, на 30-е и 60-е сутки произошло в сыворотке крови на 24,3 и 27,5 % весной, на 19,0 и 28,0 % летом, на 16,1 и 26,1 % осенью; в печени весной - 16,9 и 19,4 %, летом – на 16,4 и 15,5 %, осенью – на 9,9 и 11,6 %, зимой – на 9,7 и 10,9 % , относительно 10 суток. В весенний период исходная активность каталазы составила 70,52 ммоль/л, к 30 и 60 суткам она повысилась на 14,8% и 26,2%. В летний период активность фермента возросла на 13,1% (30 сутки) и 19,8 (60 сутки) относительно первоначального уровня (76,92±1,98 ммоль/л). В осенне-зимний период достоверное повышение каталазы установлено только на 60 сутки. В остальных тканях достоверного повышения каталазы не установлено.

Обсуждение результатов. Со-

гласно свободно-радикальной теории в процессе постнатального онтогенеза происходит нарастание молекулярных повреждений мембран и генетического аппарата клетки, вызванных АФК, ослабление функции защитных механизмов организма. Причиной этого является интенсивная генерация АФК в тканях в результате увеличения дефектов в АОС, направленной против образования реакционно-способных радикальных соединений, что приводит к накоплению их в тканях и повреждению белков, липидов, ДНК, углеводов. А это, в свою очередь, влечет за собой гибель клеток. А также действию свободных радикалов подвергаются все уровни клеточных структур, и это в первую очередь сказывается на состоянии мембран [3].

Согласно результатам исследования, выяснено, что показатели изменя-

ются не только под влиянием состояния среды, но и циклично во времени, в зависимости от сезона года. Такое распределение значений изучаемых показателей, по-видимому, связано с тем, что весенний период связан с резким повышением температур в дневное время и более низким в ночное (нестабильность температурного режима).

Особенностями изучаемых нами животных являются сезонность их жизненного цикла, четкая приуроченность периода размножения к определенному времени года и связанная с этим динамика изменений в ряде физиологических систем. К тому же хорошо известно, что основной обмен у птиц в течение года непостоянен. Сезонные изменения основного обмена регулируются продолжительностью светового дня. Так, осенью у них наблюдается максимальное накопление жировых запасов, а к концу зимы—началу весны – усиление гормонального фона и метаболизма, связанные с периодом размножения. При физиологической активации обменных процессов происходит усиление процессов ПОЛ, которым способствует, в первую очередь, снижение мощности АОС [2].

Выводы. Таким образом, установлено, что состояние процессов перекисного окисления липидов и активность антиоксидантной системы зависят от возраста птиц и сезонов года. Так происходит увеличение активности процессов ПОЛ и АОС от 10 до 60 суток. Наибольшему накоплению продуктов ПОЛ подвержены сыворотка крови, печень и сердце, также в этих тканях установлена и самая высокая активность АОС, это является закономерным процессом с точки зрения функциональных свойств данных тканей. Интенсивность процессов перекисного окисления липидов и активности антиоксидантной системы также обусловлено сезонами года. Наибольшее накопление продуктов вторичного накопления липидов определено в осенне-зимний период.

Библиографический список

1. Баркова Д.А., Пудовкин Н.А., Салаутин В.В. Особенности свободно-радикального окисления липидов при хроническом циррозе // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. – 2018. – Т. 234. – № 2. – С.181 – 183.
2. Влияние генотипа на сезонные изменения антиоксидантной системы и изоферментного спектра лактатдегидрогеназы американских норков (*Mustela vison Schreber, 1777*) / Т.Н. Ильина, В.А. Илюха, С.Н. Калинина, Н.А. Горлякова, Л.А. Беличева // Вестник ВОГиС. – 2007. – Т.11. – № 1. – С.145-153.
3. Дубинина Е.Е. Продукты метаболизма кислорода в функциональной активности клеток (жизнь и смерть, созидание и разрушение). Физиологические и клинико-биохимические аспекты. – СПб.: Изд-во Медицинская пресса, 2006. – С. 277-282.
4. Метод определения активности каталазы / М.А. Королюк, Л.И. Иванова, И.Г. Майорова, В.Е. Токарева // Лаб. дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.
5. Пудовкин Н.А., Салаутин В.В. Состояние окислительно-оксидантной системы в организме разных видов рыб и пути их коррекции селенсодержащими препаратами. – Саратов: ООО «Амирит», 2017. – 112 с.
6. Стальная И.Д., Гаришвили Т.Г. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты / В кн.: Современные методы в биохимии. – М.: Медицина, 1977. – С. 66 –67.
7. Стальная И.Д., Гаришвили Т.Г. Методы определения диеновой конъюгации ненасыщенных высших жирных кислот / В кн.: Современные методы в биохимии. – М.: Медицина, 1977. – С. 67–68.
8. Хышиктуев Б.С., Хышиктуева Н.А., Иванов В.Н. Методы определения продуктов перекисного окисления липидов в конденсате выдыхаемого воздуха и их клиническое значение // Клиническая лабораторная диагностика. – 1996. – № 3. – С.13-15.
9. Chaitanya K. S. K., Naithani S. C. Role of superoxide lipid peroxidation and superoxide dismutation in membrane perturbation during loss of viability in seeds of *Shorea robusta Gaertn f.* // New Phytol. – 1994. – Vol. 126. – P. 623-627.
10. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September

2010 on the protection of animals used for scientific purposes (Text with EEA relevance): European Commission: Brussels. 2010.

11. Pagila D.E., Valentine W.N. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. // *Lab. Clin. Med.* – 1967. -V. 70 - P. 158-169.

1. Barkova D.A., Pudovkin N.A., Salautin V.V. Features of free-radical lipid oxidation in chronic cirrhosis. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny imeni N.E. Baumana.* 2018. Vol 234. No 2. pp. 181 - 183 [in Russian].

2. Ilyina T.N., Ilyukha V.A., Kalinina S.N., Gorlyakova N.A., Belicheva L.A. The influence of the genotype on seasonal changes in the antioxidant system and isoenzyme spectrum of American mink lactate dehydrogenase (*Mustela vison* Schreber, 1777). *Vestnik VOGiS.* 2007. Vol 11. No 1. pp.145-153 [in Russian].

3. Dubinina E.E. The products of oxygen metabolism in the functional activity of cells (life and death, creation and destruction). Physiological and clinical-biochemical aspects. St. Petersburg. Publishing House of the Medical Press. 2006. pp. 277-282 [in Russian].

4. Korolyuk M.A., Ivanova L.I., Mayorova I.G., Tokareva V.E. A method for determining the activity of catalase. *Laboratornoe delo.* 1988. No 1. pp. 16–19 [in Russian].

5. Pudovkin N.A., Salautin V.V. The state of the oxidative-oxidative system in the body

of different species of fish and the ways of their correction with selenium-containing preparations. *Saratov. Amirit LLC.* 2017. 112 p. [in Russian].

6. Stalnaya I.D., Garishvili T.G. Method for determination of malondialdehyde using thiobarbituric acid. In book: *Modern methods in biochemistry.* Moscow. *Meditsina.* 1977. pp. 66 –67 [in Russian].

7. Stalnaya I.D., Garishvili T.G. Methods for the determination of diene conjugation of unsaturated higher fatty acids. In book: *Modern methods in biochemistry.* Moscow. *Meditsina.* pp. 67–68 [in Russian].

8. Khyshiktuev B.S., Khyshiktueva N.A., Ivanov V.N. Methods for determining lipid peroxidation products in exhaled breath condensate and their clinical significance. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika.* 1996. No 3. pp.13-15 [in Russian].

9. Chaitanya K. S. K., Naithani S. C. Role of superoxide lipid peroxidation and superoxidic dismutation in membrane perturbation during loss of viability in seeds of *Shorea robusta* Gaertn f. *New Phytologist.* 1994. Vol 126. pp. 623-627.

10. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes (Text with EEA relevance): European Commission: Brussels. 2010.

11. Pagila D.E., Valentine W.N. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *J. Lab. Clin. Med.* 1967. V. 70. pp. 158-169.

УДК 636.22/.28.082.13:636.088.31

DOI: 10.34655/bgsha.2020.58.1.006

Н.П. Герасимов, К.М. Джуламанов

ПЛЕМЕННАЯ ОЦЕНКА И ОТБОР ГЕРЕФОРДСКИХ БЫЧКОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

Ключевые слова: герефордская порода, бычки, племенная оценка, ДНК-маркеры, весовой рост, экстерьер

Интенсивное внедрение геномной оценки в племенную работу, которая на сегодняшний день является одной из самых точных, предполагает углубленный подход и более детальное отношение к оценке генетического потенциала племенных бычков для воспроизводства высокоценного стада. Целью работы являлось разработать новый способ отбора герефордских бычков для селекции. Сравнивали эффективность использования оценок племенной ценности герефордских бычков по отдельным признакам в качестве критериев отбора ремонтного поголовья в группу быков-производителей на уровне управления стадом. Поэтапная племенная оценка проведена в период с 8- до 18-месячного возраста. Приведены результаты молекулярно-генетического анализа племен-