

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ КОРМЛЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ САМОК НОРОК

Лоенко Н.Н., ✉ Куликов В.Н., Люднов И.П., Косовский Г.Ю.

Научно-исследовательский институт пушиного звероводства

и кролиководства им. В.А. Афанасьева

Московская область, пос. Родники, Россия

✉ e-mail: khl-2022god@yandex.ru

Представлены результаты оценки индивидуальной генетической изменчивости у молодых самок короткошестой норки в различные биологические периоды. Эксперименты проведены в условиях существующей технологии содержания и кормления в 2019, 2020 гг. Для опыта сформировали две группы по 40 ремонтных самок (в возрасте 2 мес) короткошестой норки стандартной черной породы (*Neovison vison*). Контрольную группу самок в возрасте 2–4 мес кормили по рекомендуемым энергетическим нормам. Опытной группе самок ограничили уровень кормления (по энергии) на 10,0%. Установлена зависимость частоты встречаемости эритроцитов, содержащих микроядра, в периферической крови самок от уровня кормления в различные периоды онтогенеза и фазы репродуктивного цикла. Данный способ может быть использован для прогноза успешности воспроизводства самок норки. У ремонтных самок контрольной группы частота встречаемости эритроцитов с микроядрами в возрасте 4 мес в период формирования у них репродуктивных функций была в 2 раза выше, чем в опытной ($2,97 \pm 0,42$ против $6,01 \pm 2,75\%$). В половозрелом возрасте (10 мес) частота встречаемости эритроцитов с микроядрами у ремонтных самок статистически достоверно выше $14,36 \pm 1,87$ – $14,89 \pm 3,67\%$ ($p < 0,05$, $p < 0,01$), чем в возрасте 4 мес. Получены следующие показатели продуктивности у исследуемых самок в контрольной и опытной группах: плодовитость самок – $5,63 \pm 0,64$ и $5,67 \pm 0,77$ щенка, выход молодняка на основную самку – $4,4 \pm 0,77$ и $4,67 \pm 0,85$ щенка соответственно. В опытной группе не было непокрытых и пропустовавших самок, выход молодняка на самку зарегистрирован на 0,27 щенка больше. Микроядерный тест может быть использован для оценки стабильности генетического аппарата в различные фазы репродуктивного цикла самок норки и прогноза успешности воспроизводства самок.

Ключевые слова: норка, геномная стабильность, микроядерный тест, ремонтные самки, обменная энергия, онтогенез, воспроизводство

THE EFFECT OF FEEDING LEVEL ON THE GENETIC VARIABILITY OF FEMALE MINKS

Loenko N.N., ✉ Kulikov V.N., Lyudnov I.P., Kosovsky G.Yu.

Scientific Research Institute of Fur - Bearing Animal Breeding

and Rabbit Breeding named after V.A. Afanas'ev

Rodniki, Moscow region, Russia

✉ e-mail: khl-2022god@yandex.ru

The results of the assessment of individual genetic variability in young female short-haired mink at different biological periods are presented. The experiments were conducted under the conditions of the existing technology of housing and feeding in 2019, 2020. For the experiment, two groups of 40 rearing females (at the age of 2 months) of the short-haired mink of the standard black breed (*Neovison vison*) were formed. The control group of females at the age of 2–4 months was fed according to the recommended energy standards. The experimental group of females was limited in the level of feeding (in terms of energy) by 10.0%. The frequency of erythrocytes containing microkernels in the peripheral blood of females was found to depend on the level of feeding during different periods of ontogenesis and the reproductive cycle phases. This method can be used to predict the reproductive success of female minks. The frequency of erythrocytes with microkernels in the rearing female minks of the control group at the age of 4 months during the formation of their reproductive functions was 2 times higher than in the experimental group (2.97 ± 0.42 vs. $6.01 \pm 2.75\%$). At the age of puberty (10

months) the frequency of erythrocytes with microkernels in rearing females is statistically significantly higher - $14,36 \pm 1,87$ - $14,89 \pm 3,67\%$ ($p < 0,05$; $p < 0,01$), than at the age of 4 months. The following productivity indices were obtained in the studied females of the control and experimental groups: the fertility of females - $5,63 \pm 0,64$ and $5,67 \pm 0,77$ pups, the yield of pups per a main female - $4,4 \pm 0,77$ and $4,67 \pm 0,85$ pups respectively. There were no unbred females and those which mated with males but did not have a litter in the experimental group, and the yield of pups per a female was 0,27 more. The microkernel test can be used to assess the stability of the genetic apparatus during different phases of the reproductive cycle of female minks and predict the reproductive success of females.

Keywords: mink, genomic stability, micronucleus test, replacement females, metabolizable energy, ontogenesis, reproduction

Для цитирования: Лоенко Н.Н., Куликов В.Н., Люднов И.П., Косовский Г.Ю. Влияние уровня кормления на показатели генетической изменчивости самок норок // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 1. С. 80–86. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-1-10>

For citation: Loenko N.N., Kulikov V.N., Lyudnov I.P., Kosovsky G.Yu. The effect of feeding level on the genetic variability of female minks. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 1, pp. 80–86. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-1-10>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Кормление пушных зверей, в частности племенных самок норок, должно соответствовать потребностям животных в питательных веществах и энергии, обеспечивающих реализацию их генетического потенциала и рост продуктивности. В процессе адаптации коротковолосой норки к существующей в настоящее время в звероводстве технологии содержания и кормления необходимо проводить оценку стабильности генетического аппарата животных. Исследования проводят с целью прогнозирования устойчивости функциональных систем организма зверей и выяснения эффективности применения существующей технологии выращивания и разведения норок. Для решения данной задачи можно применить микроядерный тест – показатель частоты встречаемости в крови эритроцитов с микроядрами (ЭМЯ) для оценки стабильности генетического аппарата животных. Данный метод широко применяется при оценке гомеостаза организма и используется для характеристики индивидуальной генетической изменчивости (геномной нестабильности) в пти-

цеводстве и промышленном рыбоводстве¹ [1, 2]. На частоту ядерных аномалий влияют биологические процессы самого организма. Необходимо знать, как может меняться частота ядерных аномалий в зависимости от эндогенных факторов: видовой и породной принадлежности, возраста и физиологического состояния клинически здоровых животных. С помощью микроядерного теста у разных пород крупного рогатого скота, овец и коз, лошадей, птиц, рыб оценивали стабильность генетического аппарата к воздействию природных и антропогенных факторов, в том числе при несбалансированном кормлении. Проведен сравнительный анализ результатов микроядерного теста в связи с особенностями происхождения животных (принадлежность к разным породам и видам, гибридным популяциям), возрастом животных, птиц и физиологическим состоянием здоровых животных и птиц [3–11].

Цель исследования – изучить показатели генетической изменчивости самок коротковолосой норки в различные периоды онтогенеза и фазы репродуктивного цикла при изменении уровня кормления.

¹ Патент 2014144153 РФ. Т.Т. Глазко, В.И. Глазко, А.М. Зубалий, М.К. Чугреев, И.С. Ткачева. Способ определения выраженности геномной стабильности (нестабильности), генетической изменчивости в группах, популяциях рыб и у отдельных их особей. 2016. Бюл. № 15. 6 с.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Первый научно-хозяйственный опыт проводили в АО Племенной зверосовхоз «Салтыковский» Московской области на норковой ферме. В июне 2019 г. сформировали две группы по 40 ремонтных самок (в возрасте 2 мес) коротковолосой норки стандартной черной породы (*Neovison vison*) с учетом их средней живой массы, даты рождения и происхождения. В опыте по адаптации племенных самок коротковолосой норки к существующей технологии содержания и кормления контрольную группу самок в возрасте 2–4 мес, в период формирования у них репродуктивных функций, кормили по рекомендуемым энергетическим нормам² [12]. Опытной группе самок, аналогов по возрасту и происхождению, ограничили уровень кормления (по энергии) на 10,0%. Количество корма дозировали по группам. После окончания опыта (конец августа) норки перевели на кормление по энергетическим нормам² [12].

По результатам бонитировки подопытных ремонтных самок в ноябре в соответствии с типом их кормления в июле – августе сформированы две группы для последующей оценки показателей их воспроизводства. Во втором научно-хозяйственном опыте изучали воспроизводительную способность племенных самок норки в половозрелом возрасте (10 мес), получавших при формировании у них репродуктивных функций разный энергетический уровень кормления. В течение опытов самки норки получали общехозяйственный рацион. По окончании опыта проведен учет показателей воспроизводства самок (число покрытых, щенившихся самок; плодовитость; выход молодняка на основную самку).

В августе 2019 г., в возрасте в 4 мес, и в феврале 2020 г., в возрасте в 10 мес (перед гоним), у 10 самок – сестер по происхождению – из каждой группы, определили степень выраженности геномной стабильности (нестабильности) с использованием микроядерного теста. Мазки крови готовили следующим образом: каплю периферической

крови равномерно распределяли по всему предметному стеклу, высушивали при комнатных условиях, затем окрашивали по Май-Грюнвальду (1-й способ), через 3 мин промывали дистиллированной водой и высушивали, проводили подсчет ЭМЯ (не менее чем в 3000 клеток), выражали полученные данные в промиллях (‰). Для исследования препаратов использовали бинокулярный микроскоп фирмы «Micros» со встроенным цифровым фотоаппаратом при увеличении в 1000 раз. Результаты исследований обработаны методами вариационной статистики с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel и *t*-критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В возрасте 4 мес у самок определили степень выраженности геномной стабильности (нестабильности) с использованием микроядерного теста. В этот период живая масса самок в обеих группах была практически одинаковой (1242,0 и 1266,5 г). Частота встречаемости ЭМЯ у животных контрольной группы в возрасте 4 мес была в 2 раза выше, чем в опытной (при кормлении с ограничением уровня энергии на 10%) – $6,01 \pm 2,75\%$ против $2,97 \pm 0,42\%$. Среди особей контрольной группы этот показатель зарегистрирован в пределах от 0 до 21,7‰, геномная нестабильность выражена в большей степени. Среди самок опытной группы он изменялся в узком диапазоне от 2,0 до 3,77‰. После перевода опытных животных на нормированное кормление в сентябре – октябре самки имели более высокую интенсивность роста и достигли большей живой массы (на 11,2%) к 1 ноября 2019 г. в возрасте 6 мес: $1610,0 \pm 64,1$ г против $1439,0 \pm 55,1$ г в контроле ($p < 0,1$). В период выращивания (июнь – ноябрь) ремонтных самок фактическое содержание питательных веществ в кормосмеси на 100 ккал обменной энергии (ОЭ) составило: протеина – 7,6–9,9 г; жира – 3,7–4,9; углеводов – 2,9–5,1 г.

Пониженный уровень энергетического питания ремонтных самок коротковоло-

²Нормы кормления и нормативы затрат кормов для пушных зверей и кроликов / Под. ред. Н.А. Балакирева, В.Ф. Кладовщикова. Справочное пособие. М.: Россельхозакадемия, 2007. 185 с.

сой норки (на 10% ниже рекомендованных норм (см. сноску 2)) в июле – августе (220–260 ккал на гол./сут) обеспечило получение планируемой живой массы (1,5 кг) к 1 ноября. Установлена зависимость частоты встречаемости ЭМЯ в крови самок коротковоло-сой норки в различные периоды онтогенеза от уровня кормления, что согласуется с дан-ными других исследователей о связи влияния различных средовых условий на этот показа-тель [9, 13].

В половозрелом возрасте (10 мес) изуча-ли воспроизводительную способность пле-менных самок норок, получавших при фор-мировании у них репродуктивных функций разный энергетический уровень кормления. Оценили данную возможность использова-ния микроядерного теста для прогноза ве-роятности снижения воспроизводительных функций у самок.

Потребность самок в питательных веще-ствах в период воспроизводства и лактации обеспечивали за счет следующего содержа-ния питательных веществ в кормосмеси по принятым нормам (см. сноску 2), в среднем (г/100 ккал ОЭ): в январе – марте – про-теина – 10,6, жира – 4,2, углеводов – 3,2; в апреле – мае – 10,1; 4,1; 4,0 соответственно. Среднесуточная калорийность потреблен-ного корма самками в январе – марте 2020 г. составила 240,0 ккал ОЭ на одну голову, в апреле – мае – 430,0 ккал ОЭ. В половозре-лом возрасте частота встречаемости ЭМЯ в крови у племенных самок была достоверно

выше: $14,36 \pm 1,87$ – $14,89 \pm 3,67\%$ ($p < 0,05$, $p < 0,01$), чем в возрасте 4 мес. В этом возрас-те у самок геномная нестабильность выраже-на в большей степени, так как все они имели в крови эритроциты, содержащие микроядра. Возможно, такое повышение связано с нако-плением с возрастом в соматических клетках животных спонтанных мутаций. В литерату-ре имеются данные о том, что у черно-пестро-го скота обнаружено увеличение с возрастом частоты встречаемости ЭМЯ³ [3]. Установле-но, что высокая соматическая хромосомная нестабильность ведет к нарушению воспро-изводительной функции животных и может служить маркером повышенной вероятности снижения воспроизводительных функций⁴.

Получены следующие показатели продук-тивности у исследуемых самок в контрольной и опытной группах соответственно: плодови-тость самок – $5,63 \pm 0,64$ и $5,67 \pm 0,77$ щен-ка, выход молодняка на основную самку – $4,40 \pm 0,77$ и $4,67 \pm 0,85$ щенка. В опытной группе не было непокрытых и пропустовав-ших самок, за счет этого выход молодняка на самку был на 0,27 щенка больше. Пове-шение частоты встречаемости ЭМЯ, видимо, связано с разным уровнем кормления самок в период выращивания.

Подобная тенденция увеличения числа самок без приплода установлена в контроль-ной группе в научно-хозяйственном опыте в период воспроизводства, где получены близкие данные по продуктивности самок (см. таблицу).

Результаты воспроизводства молодых самок коротковоло-сой норки Reproduction results of young female short-haired mink

Группа	n	Показатель						
		Пало самок, %	Холостых самок, %	Пропустова-ло самок, %	НБР* самок, %	Мертворож-денных щен-ков, %	Плодовитость, гол., $M \pm m$	Выход молодняка на основную самку, гол., $M \pm m$
Контроль	38	–	2,63	5,26	–	2,39	$5,97 \pm 0,28$	$5,13 \pm 0,40$
Опыт	37	2,70	–	–	2,7	1,35	$6,37 \pm 0,44$	$5,24 \pm 0,43$

*НБР – неблагополучно родившие.

³Семенова О.Н. Изменения гематологических, цитогенетических и иммунологических показателей у крупного рога-того скота при лейкозе на фоне анаплазмозной инвазии: дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2004. 137 с.

⁴Семенов А.С. Цитогенетический скрининг в различных популяциях голштинизированного скота. М., 2010. 28 с.

По данным научно-хозяйственного опыта получены следующие показатели продуктивности самок в контрольной и опытной группах соответственно: всего оценились 35 и 36 самок, число холостых самок составило 2,63 и 0%; число пропустовавших самок – 5,26 и 0%, НБР – 0 и 2,70%, число мертворожденных щенков составило 2,39 и 1,35% и плодовитость самок – $5,97 \pm 0,28$ и $6,37 \pm 0,44$ щенка, выход молодняка на основную самку – $5,13 \pm 0,40$ и $5,24 \pm 0,43$ щенка.

Известно, что умеренный энергетический уровень кормления в период роста в июле – сентябре наиболее отвечает потребностям племенных растущих самок и обеспечивает формирование у них хороших репродуктивных качеств, способствует увеличению репродуктивных показателей у ремонтных самок и самцов норок и песцов⁵ [12, 14, 15]. В осенний период умеренное ограничение рациона самок норок исключает экстремальные колебания массы тела на протяжении всего периода воспроизводства, увеличивает число щенков в помете и улучшает восстановление массы после лактации, у молодых самок уменьшает повреждение ДНК [16]. С помощью микроядерного теста возможен прогноз повышенной вероятности снижения воспроизводительных функций сельскохозяйственных животных [3, 13], что согласуется с полученными данными. Метод используется для сравнения экспериментальных моделей овариального дефицита крыс [17].

Пониженный уровень энергетического питания ремонтных самок коротковолосой норки в период роста в июле – августе (на 10% ниже рекомендуемых норм), последующий перевод их на кормление по рекомендуемым нормам в сентябре и последующие месяцы удовлетворяют потребности племенных растущих самок и обеспечивают формирование у них высокой воспроизводительной способности. При снижении уровня энергетического питания ремонтных самок коротковолосой норки в июле – августе за-

траты на корма в этот период были снижены на 10,3%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных экспериментов установлено, что частота встречаемости эритроцитов с микроядрами в крови самок коротковолосой норки в различные периоды онтогенеза зависит от уровня кормления. Увеличение встречаемости ЭМЯ в период формирования у самок репродуктивных функций в возрасте 4 мес в диапазоне от 3,77% до 21,7% прогнозирует повышенную вероятность снижения их воспроизводительных функций. Снижение уровня энергетического питания ремонтных самок в период роста в июле – августе (на 10% ниже рекомендуемых норм) удовлетворяет потребность самок и обеспечивает формирование у них высокой воспроизводительной способности: плодовитость самок – $5,63 \pm 0,64$ и $5,67 \pm 0,77$ щенка, выход молодняка на основную самку – $4,4 \pm 0,77$ и $4,67 \pm 0,85$ щенка, позволяет снизить затраты на корма в этот период на 10,3%.

При использовании интенсивной технологии выращивания самок коротковолосой норки и адаптации к условиям современной кормовой базы микроядерный тест может быть использован для оценки стабильности генетического аппарата в различные периоды онтогенеза и фазы репродуктивного цикла самок норок, характеристики физиологического состояния организма, прогноза повышенной вероятности снижения воспроизводительных функций у самок и выяснения эффективности применения используемой технологии выращивания норок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калаев В.Н., Игнатова И.В., Климова Н.В. Частота встречаемости эритроцитов с микроядрами в крови перепела японского (*Coturnix japonica*) при разных способах окрашивания // Фундаментальные исследования. 2013. № 10–4. С. 770–775.
2. Крюков В.И. Вариант методики учета ядерных аномалий в эритроцитах птиц // Вестник аграрной науки. 2020. № 1 (82). С. 81–100.

⁵Чепрасов В.Д. Уровень энергии и протеина в рационах самок норок в периоды их выращивания и размножения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: (06.02.02) / Науч.-исслед. ин-т пушного звероводства и кролиководства. М., 1977. 28 с.

3. Глазко Т.Т., Косовский Г.Ю., Глазко В.И. Биомаркеры геномной нестабильности у животных сельскохозяйственных видов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2013. № 2. С. 139–147.
4. Ливанова А.А., Есин Т.А., Ильичев И.В., Завирский А.В., Ракин А.И., Кравцов В.Ю. Danio rerio (zebrafish) как модель для проведения микроядерного теста с целью биоиндикации в радиобиологии // Известия Российской военно-медицинской академии. 2020. Т. 39. № 2. С. 51–54.
5. Шахтамиров И.Я., Гайрабеков Р.Х., Мутиева Х.М., Терлецкий В.П., Кравцов В.Ю. Биоиндикация генотоксичности стойких органических загрязнителей в Чеченской Республике. Сообщение 1. Микроядерный тест в эритроцитах птиц // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. 2014. № 1 (11). С. 65–70.
6. Турченко О.В., Томишина О.Л., Кальков А.П. Микроядерный тест для оценки экологической обстановки окружающей среды // Омский научный вестник. 2006. № 6 (41). С. 293–296.
7. Спирина Е.В., Романова Е.М. Цитогенетический гомеостаз и гематологические параметры африканского клариевого сома (*Clarias gariepinus*) на фоне использования пробиотика «споротермин» // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3 (47). С. 94–99.
8. Ильинских Н.Н., Ксенц А.С., Ильинских Е.Н., Васильев С.А., Манских В.Н. Микроядерный анализ в оценке цитогенетической нестабильности: монография. Томск: ТГПУ, 2011. 312 с.
9. Крюков В.И., Власова Е.Ю. Влияние гиповитаминоза на частоту микроядер в эритроцитах периферической крови индейки домашней (*Meleagris gallopavo*) // Биология в сельском хозяйстве. 2019. № 3 (24). С. 2–9.
10. Власова Е.Ю., Белкин Б.Л., Крюков В.И. Профилактика гиповитаминозов у индюшат при применении комплексного препарата «Алфавит AD₃E» // Вестник аграрной науки. 2019. № 6 (81). С. 36–46.
11. Крюков В.И. Частоты ядерных аномалий в эритроцитах периферической крови клинически здоровых индеек в возрасте 6 и 17 недель // Вестник аграрной науки. 2019. № 5 (80). С. 84–93.
12. Перельдик Н.Ш., Милованов Л.В., Ерин А.Т. Кормление пушных зверей: монография. М.: Агропромиздат, 1987. 351 с.
13. Астафьева Е.Е., Глазко Т.Т., Юлдашбаев Ю.А., Кушнир А.В. Микроядерный тест у бирликского и сундукского типов эдильбаевской породы овцы // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2011. № 5. С. 156–160.
14. Лоенко Н.Н. Репродуктивная способность ремонтных самок серебристых песцов в зависимости от уровня энергетического питания // Сельскохозяйственная биология. 1995. Т. 30. № 2. С. 67–72.
15. Демина Т.М., Растимешина О.В. Репродуктивные качества самцов норок при комплексном выращивании и нормированном кормлении // Сельскохозяйственная биология. 1998. Т. 33. № 6. С. 76–80.
16. Boudreau L., Benkel B., Astatkie T., Rouvinen-Watt K. Ideal body condition improves reproductive performance and influences genetic health in female mink // Anim Reprod Sci. 2014. Vol. 145 (1–2). P. 86–98.
17. Нечаева М.С., Преображенская Н.С., Гудков Н.Ю., Щедрин Д.Е. Влияние антиоксидантов на индукцию микроядер в эритроцитах крови крыс при воздействии гамма-облучении // Научно-практический журнал. 2020. № 80. С. 56–61.

REFERENCES

1. Kalaev V.N., Ignatova I.V., Klimova N.V. The frequency of occurrence of erythrocytes with micronuclei in the blood of Japanese quail (*Coturnix japonica*) with different staining methods. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental research*, 2013, no. 10–4, pp. 770–775. (In Russian).
2. Kryukov V.I. Option of method for accounting nuclear anomalies in birds erythrocytes. *Vestnik agrarnoi nauki = Bulletin of agrarian science*, 2020, no. 1 (82), pp. 81–100. (In Russian).
3. Glazko T.T., Kosovskii G.YU., Glazko V.I. Biomarkers of genomic instability of farm animals. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, 2013, no. 2, pp. 139–147. (In Russian).
4. Livanova A.A., Esin T.A., Il'ichev I.V., Zavirskii A.V., Rakin A.I., Kravtsov V.YU. Danio rerio (zebrafish) as a model for radiobiological research. *Izvestiya Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii = Russian Military Medical Academy Reports*, 2020, vol. 39, no. 2, pp. 51–54. (In Russian).
5. Shakhtamirov I.YA., Gairabekov R.KH., Murtieva KH.M., Terletskii V.P., Kravtsov V.YU. Bioindication genotoxicity of persistent organic pollutants in Chechen Republic. Message 1. Micronucleus test in chicken erythrocytes. *Mediko-*

- biologicheskie problemy zhiznedeyatel'nosti = Medical and Biological Problems of Life Activity*, 2014, no. 1 (11), pp. 65–70. (In Russian).
6. Turchenyuk O.V., Tomshina O.L., Kal'kov A.P. Micronuclear test to assess the ecological situation of the environment. *Omskii nauchnyi vestnik = Omsk Scientific Bulletin*, 2006, no. 6 (41), pp. 293–296. (In Russian).
 7. Spirina E.V., Romanova E.M. Cytogenetic homeostasis and hematological parameters of african sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*) in case of application of sporotermis probiotic. *Vestnik Ulyanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2019, no. 3 (47), pp. 94–99. (In Russian).
 8. Il'inskikh N.N., Ksents A.S., Il'inskikh E.N., Vasil'ev S.A., Manskikh V.N. *Micronucleus analysis in the assessment of cytogenetic instability*. Tomsk, TSPU Publ., 2011, 312 p. (In Russian).
 9. Kryukov V.I., Vlasova E.YU. Effect of hypovitaminosis on the frequency of the micronuclei in turkey's (*Meleagris gallopavo*) peripheral blood erythrocytes. *Biologiya v sel'skom khozyaistve = Biology in Agriculture*, 2019, no. 3 (24), pp. 2–9. (In Russian).
 10. Vlasova E.YU., Belkin B.L., Kryukov V.I. Prevention of hypovitaminosis in turkeys when using the complex medicine «Alfavit AD₃E». *Vestnik agrarnoi nauki = Bulletin of agrarian science*, 2019, no. 6 (81), pp. 36–46. (In Russian).
 11. Kryukov V.I. Frequencies of nuclear anomalies in the erythrocytes of peripheral blood of clinically healthy turkeys at the age of 6 and 17 weeks old. *Vestnik agrarnoi nauki = Bulletin of agrarian science*, 2019, no. 5 (80), pp. 84–93. (In Russian).
 12. Perel'dik N.SH., Milovanov L.V., Erin A.T. *Feeding fur-bearing animals*. Moscow, Agropromizdat, 1987, 351 p. (In Russian).
 13. Astaf'eva E.E., Glazko T.T., Yuldashbaev YU.A., Kushnir A.V. Micronucleus test in the Birlik and Suyunduk types of the Edilbaev breed of sheep. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, 2011, no. 5, pp. 156–160. (In Russian).
 14. Loenko N.N. Reproductive ability of replacement silver foxes females depending on the energy nutrition level. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 1995, vol. 30, no. 2, pp. 67–72. (In Russian).
 15. Demina T.M., Rastimeshina O.V. Reproductive qualities of male minks in complex rearing and normalized feeding. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 1998, vol. 33, no. 6, pp. 76–80. (In Russian).
 16. Boudreau L., Benkel B., Astatkie T., Rouvinen-Watt K. Ideal body condition improves reproductive performance and influences genetic health in female mink. *Anim Reprod Sci.*, 2014, vol. 145 (1–2), pp. 86–98.
 17. Nechaeva M.S., Preobrazhenskaya N.S., Gudkov N.Yu., Shchedrin D.E. The influence of antioxidants on the induction of micronuclei in rat blood erythrocytes when exposed to gamma irradiation. *Nauchno-prakticheskii zhurnal = Scientific and practical journal*, 2020, no. 80, pp. 56–61. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лоенко Н.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

✉ **Куликов В.Н.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 140143, Московская область, Раменский район, пос. Родники, ул. Трудовая, 6; e-mail: khl-2022god@yandex.ru

Люднов И.П., младший научный сотрудник

Косовский Г.Ю., доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, директор

AUTHOR INFORMATION

Nataliya N. Loenko, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

✉ **Vladimir N. Kulikov**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher, **address:** 6, Trudovaya St., Rodniki, Ramensky District, Moscow Region, 140143, Russia; e-mail: khl-2022god@yandex.ru

Ivan P. Lyudnov, Junior Researcher

Gleb Yu. Kosovsky, Doctor of Science in Biology, Corresponding Member RAS, Director

Дата поступления статьи / Received by the editors 12.05.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 29.09.2022
Дата публикации / Published 20.02.2023