

**Оценка стабильности генома, гематологических и продуктивных показателей
молодняка норок при использовании сухого пальмового жира**

**Наталья Николаевна Лоенко, Владимир Николаевич Куликов,
Иван Петрович Люднов, Глеб Юрьевич Косовский**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева» (ФГБНУ НИИПЗК), Московская область, Раменский район, пос. Родники, Россия, e-mail: niipzk-zver.krol@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты оценки стабильности генома, гематологических и продуктивных показателей молодняки короткошестой стандартной черной норки, выращиваемого для получения шкур, при использовании в рационе кормовой добавки – сухого пальмового жира в период формирования зимнего волосяного покрова (октябрь – ноябрь). Контрольная группа норк получала общехозяйственный рацион без добавки. Кормовую добавку пальмового жира вводили в кормосмесь опытной группы, в среднем 0,75 г на 100 г кормосмеси в сутки. Установлено, что состав лейкоформулы у исследуемых норк был в пределах физиологической нормы. С четырехмесячного возраста у молодняки сформирован стабильный нейтрофильный профиль крови. Определение частоты встречаемости эритроцитов, содержащих микроядра в периферической крови молодняки норк, позволило оценить стабильность (нестабильность) генома при введении сухого пальмового жира в рацион. Установлено, что повышение частоты встречаемости эритроцитов, содержащих микроядра, в крови самцов в возрасте 7 месяцев (выше уровня $7,7 \pm 1,84\%$) связано с изменением состава рациона и коррелирует с увеличением прироста живой массы при сохранении морфологических признаков. Это направлено на реализацию продуктивности молодняки – увеличение площади и хорошего качества шкур.

Ключевые слова: норка; молодняки; лейкоцитарная формула крови; геномная стабильность; микроядерный тест; волосяной покров; продуктивность; сухой пальмовый жир.

Для цитирования: Лоенко Н. Н., Куликов В. Н., Люднов И. П., Косовский Г. Ю. Оценка стабильности генома, гематологических и продуктивных показателей молодняки норк при использовании сухого пальмового жира // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 111–115. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp111-115>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**Evaluation of genome stability, haematological and productivity performance
of young mink when using dried palm fat**

Natalia N. Loenko, Vladimir N. Kulikov, Ivan P. Ludnov, Gleb Yu. Kosovsky

Federal State Budget Scientific Institute «Scientific Research Institute of Fur-Bearing Animal Breeding and Rabbit Breeding named after V.A. Afanas'ev», Moscow region, Ramensky district, Rodniki, Russia, e-mail: niipzk-zver.krol@mail.ru

Abstract. The article presents of the results on estimation genome stability, haematological and productive indices of young heads standard short-haired black mink, bred for pelts, when using in a diet supplement of dry palm fat during the period winter hair of formation (October-November). The control group of mink received a general farm diet without the additive. The palm fat additive was added to the feed mixture of the experimental group in an average amount of 0.75 g per 100 g of the feed mixture per day. It was found out that the composition the minks of the leukoformulas studied was within the physiological norm. Since four months of age, the young mink had a stable neutrophilic blood profile. Determination of the erythrocytes frequency containing micronuclei in the peripheral blood of young mink allowed to evaluate the stability (instability) of the genome during the introduction of dry palm fat to the diet. It was found that elevated frequency of erythrocytes containing micronuclei in the blood of males at the age of 7 months above the level of $7.7 \pm 1.84\%$ (ppm) is connected with changes of diet composition and correlates with increase of live weight gain at conservation of morphophysiological characters and directed for realization of youngsters productivity - increase of area and good quality of skins.

Keywords: mink; young animals; blood leukocyte formula; genomic stability; micronucleus test; hair cover; productivity; dry palm fat.

For citation: Loenko N. N., Kulikov V. N., Ludnov I. P., Kosovsky G. Yu. Evaluation of genome stability, haematological and productivity performance of young mink when using dried palm fat. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(12):111–115. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp111-115>.





Введение. Высокая продуктивность животных может быть достигнута при рациональном кормлении. Оно оказывает значительное влияние на рост и развитие, в частности, молодняка пушных зверей, а также качество получаемой от них шкурковой продукции. При применении новых кормовых ингредиентов в рационах пушных зверей необходимо проводить оценку физиологического состояния клинически здоровых животных, стабильности их генома, обеспечивающих реализацию продуктивных показателей [1]. С помощью микроядерного теста (определения частоты встречаемости эритроцитов, содержащих микроядра (ЭМЯ)) у разных пород крупного рогатого скота, овец, коз, лошадей, птиц, рыб, пушных зверей оценивали стабильность генетического аппарата к воздействию природных и антропогенных факторов, в том числе при изменении факторов кормления [3, 4, 10, 12, 15].

Микроядерный тест используется для оценки стабильности генетического аппарата в различные периоды онтогенеза и фазы репродуктивного цикла самок норок, характеристики физиологического состояния организма и прогноза повышенной вероятности снижения их воспроизводительной функции [5].

При кормлении норок используют в рационе в качестве кормовой добавки сухой пальмовый жир «Профат». Он представляет собой гранулированный порошок в виде комбинации жирных кислот пальмового масла и кальция. В нем содержится жира 84,0 %, в том числе жирных кислот, %: миристиновой – 1,0–2,0; пальмитиновой – 43,0–47,0; стеариновой – 4,0–6,0; олеиновой – 37,0–41,0; линолевой – 8,0–10,0; зола – 11,0, в том числе кальция – 9,0; влаги – 5,0; энергетическая ценность – 8568 ккал/кг. Пальмовый жир в качестве источника энергии и незаменимых жирных кислот эффективно используется в кормлении сельскохозяйственных животных и норок [6, 11, 13].

Целью исследования являлась оценка стабильности генома, гематологических и продуктивных показателей молодняка норок, выращиваемого для получения шкурок, при использовании в рационах нетрадиционной кормовой добавки – сухого пальмового жира.

Методика исследований. Исследования проводили на молодняке норок в период формирования зимнего волосяного покрова (октябрь – ноябрь). Были сформированы 2 группы убойных самцов короткошестой стандартной черной норки, по 40 голов в каждой, уравненных по возрасту и средней живой массе. Животные контрольной группы получали общесельскохозяйственный рацион без добавки. Количество корма дозировали по группам. Опытная группа получала кормосмесь с увеличенным (по сравнению с контролем) уровнем свободного жира за счет введения сухого пальмового жира «Профат» в количестве в среднем 0,75 г на 100 г кормосмеси. Перед началом опыта, затем ежемесячно до ноября и при убое определяли живую массу самцов.

Перед началом опыта и убоем в декабре (в 4 и 7 месяцев соответственно) у 10 самцов каждой группы брали кровь на определение лейкоцитарной формулы и частоты встречаемости ЭМЯ для оценки физиологического состояния молодняка и геномной стабильности (нестабильности). Кровь брали из пальца утром до кормления. При использовании микроядерного теста мазки крови готовили следующим образом. Каплю периферической крови норок 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. Подсчет ЭМЯ проводили не менее чем в 3000 клеток, полученные данные выражены в промилле (‰). Анализ окрашенных цитогенетических препаратов и определение лейкоцитарной формулы проводили с помощью бинокулярного микроскопа фирмы Micros со встроенным цифровым фотоаппаратом при увеличении в 1000 раз.

После убоя подопытных зверей проводили патологоанатомическое обследование. Для изучения морфологического строения волосяного покрова со шкурок от 6–8 самцов каждой группы брали пробы на огузке, в области хвоста. В образцах измеряли длину 30 волос каждой категории (кроющие, пуховые) в расправленном состоянии миллиметровой линейкой с точностью 0,1 см. Густоту волосяного покрова, а также соотношение различных категорий волос определяли методом прямого подсчета в пробе площадью 0,25 см². Толщину направляющих, остевых волос определяли в гране, а пуховых – в стержне волоса. Измерение толщины каждой категории проводили на микроскопе Micros с помощью программы Microvisibl.

Измерение толщины кожной ткани проводили на основных топографических участках шкурок (хребет, бок и огузок) с помощью толщиномера TP25-100 с точностью 0,1 мм (пределы измерения 0–25 мм).

После первичной обработки полученные шкурки были комиссионно оценены по ГОСТ 55587-2013 [8].

Результаты исследований. Использование сухого пальмового жира в рационах убойного молодняка в период формирования зимнего волосяного покрова (октябрь – ноябрь) обеспечило получение живой массы у самцов к 1 ноября в контрольной и опытной группах 2611,5±48,1 и 2687,1±44,1 г соответственно. Абсолютный прирост живой массы в опытной группе был выше, чем в контрольной, на 80,4 г. Аналогичная тенденция сохранилась при измерении живой массы на момент убоя норок. В возрасте 4 и 7 месяцев определяли у норок степень выраженности геномной стабильности (нестабильности) с использованием микроядерного теста и состав лейкоцитарной формулы (табл. 1).

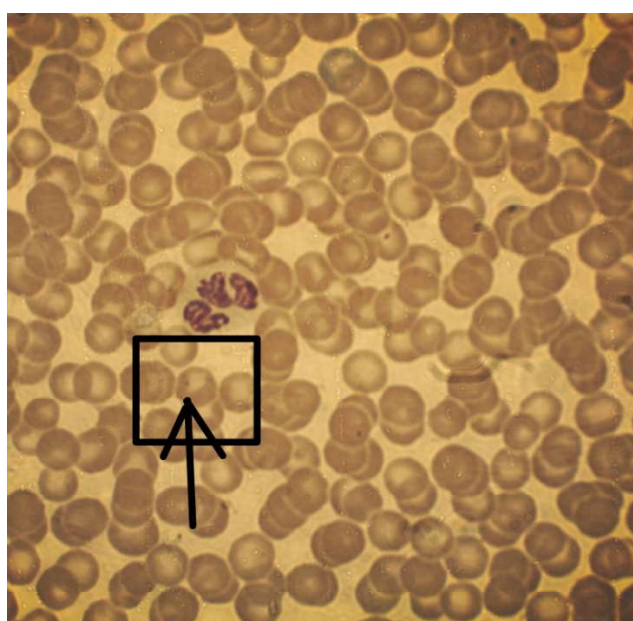
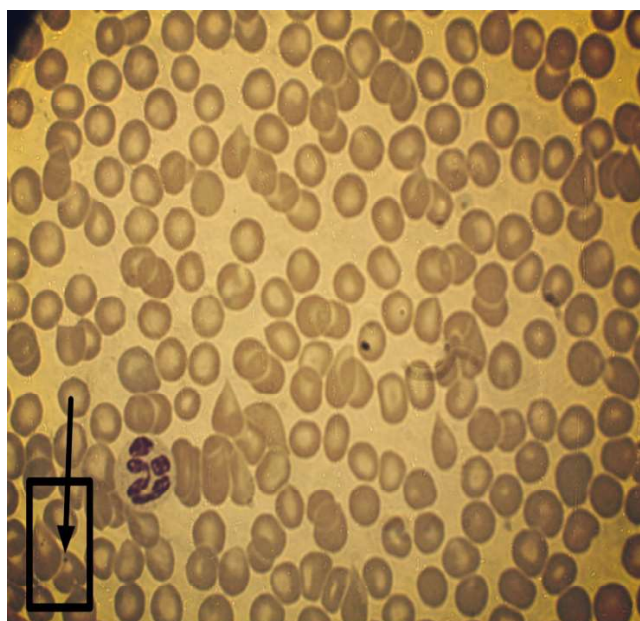
**Лейкоцитарная формула крови и частота встречаемости ЭМЯ
у самцов коротковолоосой норки ($n = 20$), %**

Показатель	Группа			
	контроль		опыт	
	M±m	Lim	M±m	Lim
Возраст, мес.	4 месяца			
Базофилы	1,8±0,32	0–3	1,8±0,14	0–2
Эозинофилы	6,7±1,88	1–20	5,8±1,18	1–10
Сегментоядерные нейтрофилы	56,8±3,40	40–71	46,7±4,33	28–64
Лимфоциты	33,2±4,18	20–55	43,3±4,33	24–60
Моноциты	3,2±0,74	0–7	2,9±0,51	2–6
ЭМЯ, %	5,9±1,08	2,33–10,7	4,7±0,55	1,67–7,3
Возраст, мес.	7 месяцев			
Базофилы	3,0±0,69	0–6	3,3±0,34**	0–4
Эозинофилы	5,0±1,34	2–14	6,0±1,30	2–12
Сегментоядерные нейтрофилы	47,2±3,19*	27–58	46,7±3,27	34–66
Лимфоциты	40,5±3,67	19–59	43,6±3,06	28–56
Моноциты	2,4±0,41	0–4	2,3±0,32	1–4
ЭМЯ, %	7,7±1,84	1,0–20,7	14,6 ±3,18**	2,7–29

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ по отношению к 4 мес.

Установлено, что изученные показатели крови самцов черной норки находились в пределах физиологической нормы [2, 11, 14]. Возрастные изменения в лейкоцитарной формуле крови самцов в период опыта заключались в уменьшении с возрастом в крови числа нейтрофилов в контрольной ($p < 0,05$) и увеличении базофилов в обеих группах ($p < 0,01$). С 4-месячного возраста у норок в крови преобладало количество нейтрофилов по отношению к лимфоцитам и был сформирован стабильный нейтрофильный профиль крови.

Перед началом опыта, до включения в рацион сухого пальмового жира, частота встречаемости ЭМЯ в клетках периферической крови самцов в возрасте 4 месяцев была практически одинаковой в контрольной и опытной группах ($5,9 \pm 1,08$ и $4,7 \pm 0,55$ %), как и средняя живая масса норок ($2233,0 \pm 54,8$ и $2272,0 \pm 58,3$ г). Перед убоем в декабре, после завершения опыта по включению в рацион сухого пальмового жира, в возрасте 7 месяцев, частота встречаемости ЭМЯ у исследуемых самцов опытной группы была в 2 раза выше (см. рисунок), чем у этих же животных в возрасте 4 месяцев ($14,6 \pm 3,18$ %, $p < 0,01$) и в сравнении с контрольной группой ($7,7 \pm 1,84$ %, $p < 0,1$). При этом самцы опытной группы имели более высокую интенсивность роста и достигали большей живой массы (на 4,7 %), чем контрольные животные к убое (2846,0 ± 119,2 г против 2718,6 ± 120,3 г в контроле), что положительно повлияло на увеличение площади шкурок. Полученные данные согласуются с регистрируемым повышением частоты встречаемости ЭМЯ у ремонтных самок норок при увеличении уровня поступления энергии с кормом в период выращивания [5].



Эритроциты с микроядрами в крови самцов коротковолоосой норки в возрасте 7 месяцев (×1000)





После убоя подопытных зверей и первичной обработки полученных шкур были оценены размер и качество шкур. При оценке состояния внутренних органов животных не было выявлено патологических изменений в их развитии.

При введении сухого пальмового жира в рацион молодняка норки площадь шкур в опытной группе увеличилась на $0,2 \text{ дм}^2$ ($12,0 \pm 0,13$ против $11,8 \pm 0,15 \text{ дм}^2$ в контроле), а зачет шкур по размеру был выше на 1,7 %.

При изучении морфологического строения волосяного покрова на шкурках молодняка норки, получающего в период формирования зимнего волосяного покрова (октябрь – ноябрь) в рационе сухой пальмовый жир, не выявили значимых различий между группами (табл. 2).

Таблица 2

**Результаты измерения длины и толщины, густоты волос
разных категорий на шкурках молодняка норки ($M \pm m$)**

Группа	n	Длина волос, мм			Толщина волос, мкм			n	Густота волос, шт. на $0,25 \text{ см}^2$
		направляющие	ость	пух	направляющие	ость	пух		
Контроль	30	$24,6 \pm 0,86$	$15,6 \pm 0,58$	$10,3 \pm 0,21$	$83,8 \pm 11,2$	$50,7 \pm 6,3$	$12,3 \pm 0,75$	8	$5786,0 \pm 281,9$
Опыт	30	$24,7 \pm 1,25$	$15,7 \pm 0,67$	$10,2 \pm 0,52$	$103,1 \pm 8,8$	$58,1 \pm 8,6$	$12,6 \pm 1,49$	6	$5679,3 \pm 363,0$

Волосяной покров на шкурках соответствовал селекционируемому типу норки в зверохозяйстве. Соотношение длины остевых и пуховых волос в группах было практически одинаковым и составило: 1,51–1,54, а разница в длине остевых и пуховых волос составила 5,3–5,5 мм. Коэффициент мягкости волосяного покрова, рассчитанный по отношению толщины к длине стержня остевых волос [16], также был практически одинаковым в группах – 0,03 и 0,04 мкм/мм. На шкурках опытной группы была отмечена тенденция увеличения толщины кожной ткани на боку и хребте на 12,2 и 6,6 % (0,11 и 0,07 мм) соответственно в сравнении с контролем, что положительно сказывалось на механических свойствах шкур, таких как пластичность, растяжимость и прочность.

Выращивание молодняка норки направлено на увеличение площади и качества шкур. Ранее было установлено положительное влияние использования в рационе молодняка норки нетрадиционной кормовой добавки – сухого пальмового жира в период формирования зимнего волосяного покрова на площадь и качество шкур [6, 9]. В литературе имеются данные о том, что частота встречаемости клеток с микроядрами зависит от направления продуктивности скота – молочный, мясной, двойного направления продуктивности [7] и от изменения факторов кормления. Установлено, что стабильность генома индеек и показатели темпа их роста и развития зависят от содержания витаминов А, D₃ и Е в рационе [10].

На основании результатов исследований установлена зависимость частоты встречаемости ЭМЯ в крови самцов норки от изменения состава рациона за счет введения сухого пальмового жира в период формирования зимнего волосяного покрова (октябрь – ноябрь), что позволяет оценивать стабильность генома, физиологическое состояние клинически здоровых животных, темп роста молодняка.

Заключение. При использовании в рационах сухого пальмового жира в период формирования зимнего волосяного покрова у молодняка коротковолосой стандартной черной норки (октябрь – ноябрь) показатели лейкоцитарной формулы, характеризующие физиологическое состояние организма животных, были в границах физиологической нормы. С 4-месячного возраста у норки сформирован стабильный нейтрофильный профиль крови. При введении сухого пальмового жира в рацион установлено увеличение частоты встречаемости ЭМЯ в крови самцов в возрасте 7 месяцев выше уровня на $7,7 \pm 1,84$ %, что указывает на нестабильность генома молодняка норки, при этом отмечено положительное влияние пальмового жира на увеличение площади шкур и их качество.

Таким образом, применение микроядерного теста на молодняке норки, выращиваемом для получения шкур, позволяет оценивать стабильность (нестабильность) генома. Установлена взаимосвязь с микроядерным тестом изменчивости хозяйственно полезных признаков норки темпа роста молодняка и качества волосяного покрова при использовании в рационах сухого пальмового жира.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балакирев Н. А. Отбор пушных зверей по эволюционно несвойственным видам кормов и низкопротеиновому кормлению // Вестник ВОГиС. 2007. Т. 11. № 1. С. 212–220.
2. Берестов В. А. Лабораторные методы оценки состояния пушных зверей. Петрозаводск: Карелия, 1981. 151 с.



3. Биоиндикация генотоксичности стойких органических загрязнителей в Чеченской Республике. Сообщение 1. Микроядерный тест в эритроцитах птиц / И. Я. Шахтамиров [и др.] // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. 2014. № 1 (11). С. 65–70.
4. Власова Е. Ю., Белкин Б. Л., Крюков В. И. Профилактика гиповитаминозов у индюшат при применении комплексного препарата «Алфавит АД3Е» // Вестник аграрной науки. 2019. № 6(81). С. 36–46.
5. Влияние уровня кормления на показатели генетической изменчивости самок норок / Н. Н. Лоенко [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 1. С. 80–86. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-1-10>.
6. Влияние пальмового жира на качество волосяного покрова норок / Н. Н. Лоенко [и др.] // Кролиководство и звероводство. 2023. № 1. С. 16–22. DOI: 10.52178/00234885_2023_1_16.
7. Глазко Т. Т., Дубицкий С. Е., Косовский Г. Ю. Частоты встречаемости цитогенетических аномалий в клетках крови крупного рогатого скота разных направлений продуктивности при действии низких доз ионизирующего излучения // Сельскохозяйственная биология. 2007. Т. 42. № 6. С. 58–62.
8. ГОСТ Р 55587-2013. Шкурки норки клеточного разведения невыделанные. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 18 с.
9. Косовский Г. Ю., Куликов В. Н., Лоенко Н. Н., Люднов И. П. Способ кормления молодняка норок. RU⁽¹¹⁾2773450⁽¹³⁾; опубл. 03.06.2022. Бюл. № 16. 5 с.
10. 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.
11. Лоенко Н. Н., Куликов В. Н., Люднов И. П. Оценка физиологического состояния организма стандартной черной норки (*Neovison vison*) в различные биологические периоды // Международный вестник ветеринарии. 2021. № 2. С. 122–125. DOI: 10.17238/issn2072-2419.2021.2.122.
12. Микроядерный анализ в оценке цитогенетической нестабильности / Н. Н. Ильинских [и др.]. Томск: ТГПУ, 2011. 312 с.
13. Монастырев А. М., Кирилов Р. А. Качество мяса бычков герефордской породы при использовании кормовой добавки «Профат» // Аграрный вестник Урала. 2013. № 1(107). С. 31–32.
14. Морфологические и цитохимические аспекты дефекта лейкоцитов в доместизируемых популяциях пушных зверей / А. Г. Кижина [и др.] // Труды Карельского научного центра РАН. № 3. 2011. С. 62–68.
15. 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.
16. Тинаев Н. И., Балакирев Н. А. Основы товароведения и первичная обработка пушно-мехового сырья. М.: Издательско-полиграфический отдел ФГБОУ ВПО МГАВМиБ, 2012. 165 с.

REFERENCES

1. Balakirev N. A. Selection of fur-bearing animals according to evolutionarily unusual types of feed and low-protein feeding. *Bulletin VOGiS*. 2007; 11. (1): 212–220. (In Russ.).
2. Berestov V. A. Laboratory methods to assess the condition of fur-bearing animals. Petrozavodsk: Karelia; 1981. 151 p. (In Russ.).
3. Bioindication genotoxicity of persistent organic pollutants in Chechen Republic. Message 1. Micronucleus test in chicken erythrocytes / I. Ya. Shakhtamirov et al. Medical and biological problems of life. 2014;(1) 65–70. (In Russ.).
4. Vlasova E. Yu., Belkin B. L., Kryukov V. I. Prevention of hypovitaminosis in turkeys when using the complex medicine «Alfavit AD₃E». *Bulletin of agrarian science*. 2019;6(81):36–46. (In Russ.).
5. The effect of feeding level on the genetic variability of female minks / N. N. Loenko et al. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2023;53(1):80–86. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-1-10>. (In Russ.).
6. Effect of palm oil on the minks hair-covering quality / N. N. Loenko et al. *Rabbit breeding and fur farming*. 2023;(1):16–22. DOI: 10.52178/00234885_2023_1_16. (In Russ.).
7. Glazko T. T., Dubitsky S. E., Kosovsky G. Yu. Frequency of occurrence of cytogenetic anomalies in blood cells of cattle of different directions of productivity under the action of low doses of ionizing radiation. *Agricultural biology*. 2007;42 (6): 58–62. (In Russ.).
8. GOST R 55587-2013. Skins of a mink of cellular cultivation undressed. Specifications. M.: Standartinform; 2014. 18 p. (In Russ.).
9. Kosovsky G. Yu., Kulikov V. N., Loenko N. N., Lyudnov I. P. Method of feeding young mink. RU⁽¹¹⁾2773450⁽¹³⁾. Published on 03.06.2022. Bulletin. No. 16. 5. p. (In Russ.).
10. Kryukov V. I., Vlasova E. Yu. Effect of hypovitaminosis on the frequency of the micronuclei in turkey's peripheral blood erythrocytes (*Meleagris gallopavo*). *Biology in agriculture*. 2019;(3):2–9. (In Russ.).
11. Loenko N. N., Kulikov V. N., Lyudnov I. P. Evaluation of the physiological state of the standard black mink (*Neovison vison*) in different biological periods. *International Veterinary Gazette*. 2021;(2):122–125. DOI: 10.17238/issn2072-2419.2021.2.122. (In Russ.).
12. Micronucleus analysis in the assessment of cytogenetic instability / N. N. Il'inskikh et al. Tomsk: TGPU; 2011. 312 p. (In Russ.).
13. Monastirev A. M., Kirilov R. A. The quality of the meat of Hereford bull-calves when using the feed additive «Profat». *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2013;(1):31–32. (In Russ.).
14. Morphological and cytochemical aspects of leukocyte defect in domesticated populations of fur-bearing animals / A. G. Kizhina et al. *Proceedings of Karelian Research Centre of RAS*. 2011;(3):62–68. (In Russ.).
15. 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 of Ulyanovsk State Agricultural Academ*. 2019;(3):94–99. (In Russ.).
16. Tinaev N. I., Balakirev N. A. Fundamentals of commodity science and primary processing of fur raw materials. M.: Publishing and printing department of Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Skrzabin; 2012. 165 p. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 17.07.2023; одобрена после рецензирования 21.08.2023; принята к публикации 31.08.2023.
The article was 21.07.2023; approved after reviewing 21.08.2023; accepted for publication 31.08.2023.