

УДК 636.068

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-52-56>

Оригинальное исследование/Original research

Кленовицкий П.М.,
Иолчиев Б.С.,
Ветох А.Н.

Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Московская область, г. о. Подольск, Россия
E-mail: klenpr@mail.ru

Ключевые слова: аргирофильные структуры, архар, гибриды, лимфоциты, овцы, ядрышковые организаторы, ядро

Для цитирования: Кленовицкий П.М., Иолчиев Б.С., Ветох А.Н. Анализ параметров, характеризующих аргирофильные зоны в интактных лимфоцитах у домашних овец (*Ovis aries* L., 1758) и их гибридов с архаром (*Ovis ammon* L., 1758). Аграрная наука. 2021; 344 (1): 52–56.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-52-56>

Конфликт интересов отсутствует

Pavel M. Klenovitsky,
Baylar S. Iolchiev,
Anastasia N. Vetokh

Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst – L. K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Podolsk Municipal District, Moscow Region, Russia

Key words: argyrophilic structures, argali, hybrids, lymphocytes, sheep, nucleolar organizers, nucleus

For citation: Klenovitsky P.M., Iolchiev B.S., Vetokh A.N. Analysis of parameters characterizing argyrophilic zones in intact lymphocytes of domestic sheep (*Ovis aries* L., 1758) and their hybrids with argali (*Ovis ammon* L., 1758). Agrarian Science. 2021; 344 (1): 52–56. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-52-56>

There is no conflict of interests

Анализ параметров, характеризующих аргирофильные зоны в интактных лимфоцитах у домашних овец (*Ovis aries* L., 1758) и их гибридов с архаром (*Ovis ammon* L., 1758)

РЕЗЮМЕ

Актуальность и материал исследований. Изучение характеристик ядрышка в клетках различных тканей позволяет оценить интенсивность процессов пролиферации и биосинтеза белка у животных. В интерфазных клетках ядрышкам соответствуют окрашенные азотнокислым серебром аргирофильные зоны (AgNOR). Цель настоящего исследования – определение на основе компьютерного анализа характеристик AgNOR в интерфазных лимфоцитах овец разных генотипов и выбор параметров для функциональной оценки ядрышек. Состояние AgNOR изучали в лимфоцитах периферической крови у гибридных овец четырех генотипов: чистопородные романовские овцы, их гибриды F1 с архаром (группы 1 и 2), гибриды, несущие 3/4 крови романовских овец и 1/4 крови архара (группа 3), и гибриды, имевшие 7/8 крови домашней овцы и 1/8 крови архара (группа 4). Учитывали число аргирофильных зон (AgNOR), их общую площадь (Σ SNOR), среднюю плотность их окраски (DNOR), средние плотности окраски ядра (DN) и его участка, свободного от AgNOR (DF). Обработку и анализ изображений проводили средствами программы Image Scope 1.0.

Результаты. Среднее значение AgNOR в исследованных группах овец колеблется от 2,64 (1 группа) до 3,50 у гибридов во 2 и 3 группах. По величине Σ SNOR достоверных различий между группами не выявлено. По DN и DF все гибриды достоверно уступали чистопородным овцам ($p < 0,001$). По величине DNOR овцы 2 группы достоверно уступали животным остальных групп ($p < 0,001$). При оценке состояния ядрышкообразующей системы целесообразно учитывать число AgNOR, а также средние оптические плотности DN и DF.

Analysis of parameters characterizing argyrophilic zones in intact lymphocytes of domestic sheep (*Ovis aries* L., 1758) and their hybrids with argali (*Ovis ammon* L., 1758)

ABSTRACT

Relevance and research material. The study of the characteristics of the nucleolus in cells of various tissues allows us to assess the intensity of the processes of protein proliferation and biosynthesis in animals. In interphase cells, the nucleoli correspond to argyrophilic zones (AgNOR) stained with silver nitric acid. The purpose of this study is to determine the characteristics of AgNOR in sheep interphase lymphocytes of different genotypes based on computer analysis and to select parameters for functional evaluation of nucleoli. AgNOR status was studied in peripheral blood lymphocytes from hybrid sheep four genotypes: purebred Romanov sheep, and their F1 hybrids with argali (groups 1 and 2), hybrids, bearing 3/4 of Romanov sheep blood and 1/4 blood argali (group 3), and hybrids that had 7/8 of domestic sheep and 1/8 blood argali (group 4). The number of argyrophilic zones (AgNOR), their total area (Σ SNOR), their average color density (DNOR), and the average color density of the core (DN) and its AgNOR-free area (DF) were taken into account.

Results. Image processing and analysis were performed using the Image Scope 1.0 program. The average AgNOR value in the studied groups of sheep ranges from 2.64 (group 1) to 3.50 in hybrids in groups 2 and 3. There were no significant differences in the value of Σ SNOR between the groups. In terms of DN and DF, all hybrids were significantly inferior to purebred sheep ($p < 0.001$). In terms of DNOR, the sheep of group 2 were significantly inferior to the animals of the other groups ($p < 0.001$). When evaluating the state of the nucleolus-forming system, it is advisable to take into account the AgNOR number, as well as the average optical densities DN and DF.

Поступила: 30 ноября
После доработки: 7 января
Принята к публикации: 8 января

Received: 30 november
Revised: 7 january
Accepted: 8 january

Введение

Состояние ядрышкового аппарата является одним из критериев, позволяющих оценить активность клетки при различных физиологических [1–4] и патологических процессах [5–7].

Кислые негистоновые белки ядрышка (C23, B23, UBF и РНК-полимераза), для которых характерно специфичное окрашивание азотнокислым серебром, отвечают за активизацию и контроль транскрипции рибосомных генов, локализованных в ядрышкообразующих районах (ЯОР). Связь этих белков с количественными параметрами аргирофильных структур может быть использована для оценки активности рибосомных генов [8]. Известно, что аргирофильные кислые негистоновые белки ядрышка C23 (нуклеолин) и B23 (нуклеофозмин) связаны с пролиферативной активностью клетки. На основании анализа литературных данных Лазарев А.Ф. с соавторами [9] отмечает, что на 75 % интенсивность окрашивания Ag-ЯОР зависит от содержания двух аргирофильных белков нуклеолина (C23) и нуклеофозмина (B23), которые присутствуют в ядрах клеток на протяжении всего клеточного цикла.

Показано, что на изменение активности ядрышкообразующего аппарата влияют вакцинация [10] и применение биологически активных препаратов [11]. Отмечена также связь параметров, характеризующих активность ядрышковых организаторов с проявлением полигенных признаков [12; 13].

Избирательная окраска хромосом азотнокислым серебром по Howell W., Black D., [14] (Ag⁺-метод) делает возможным выявление и оценку активности ядрышкообразующих районов (ЯОР), несущих один из главных компонентов, системы, обеспечивающей биосинтез белка, гены рибосомной РНК (р-гены). Анализ локализации ЯОР на хромосомах позволил изучить видовые особенности организации кластеров р-генов [15]. В результате исследования аргирофильных структур в интактных лимфоцитах у животных разных видов свидетельствуют о том, что число их в лимфоцитах видоспецифично и коррелируют с числом кластеров р-генов у исследуемых видов [16].

Сказанное выше свидетельствует о том, что состояние ядрышкового аппарата может служить репортерной системой для характеристики уровня пролиферации и биосинтеза белка при оценке состояния организма.

Цель исследования. В связи с вышесказанным, целью настоящего исследования явилась оценка полученных на основе компьютерного анализа основных характеристик аргирофильных областей в интерфазных лимфоцитах овец разных генотипов и выбор основных параметров для функциональной оценки ядрышек.

Материал и методы

Исследование выполнено в отделе биотехнологии ФНЦ ВИЖ им. академика Л. К. Эрнста. Признаки, характеризующие состояние ядрышкообразующего аппарата, изучали в лимфоцитах периферической крови, полученной от овец разных генотипов с физиологического двора ФНЦ ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста (табл. 1).

Было исследовано четыре группы животных: чистопородные романовские овцы, их гибриды F₁ с архаром (группы 1 и 2), гибриды, несущие 3/4 крови романовских овец и 1/4 крови архара (группа 3), и гибриды,

имевшие 7/8 крови домашней овцы и 1/8 крови архара (группа 4). У каждого животного исследовали не менее 25 клеток.

Мазки крови от исследуемых животных фиксировали метиловым спиртом и окрашивали 50%-м раствором азотнокислого серебра по методике Хавелла-Блейка. Полученный материал исследовали под масляной иммерсией (увеличение 100*). Анализ препаратов проводили на оборудовании фирмы Альтами (Россия, С.-П.): микроскопа Альтами БИО7 и цифровой видеокамеры UNCCD03100KPA. Результаты исследования документировали с помощью цифровой видеокамеры UNCCD03100KPA и программы Image Scope 1.0 (Системы для микроскопии и анализа, Москва). Обработку и анализ изображений проводили средствами программы Image Scope 1.0. по описанному нами алгоритму [17]

Состояние ядрышкового аппарата оценивали по числу аргирофильных зон (AgNOR), их общей площади в клетке (ΣS_{NOR}), средней плотности их окраски (D_{NOR}), а также средних плотностей окраски ядра (D_N) и его участков, свободных от AgNOR (D_F). При этом исходили из предположения, что величина данных показателей прямо пропорциональна содержанию в ЯОР белков транскрипционного комплекса, катализирующих восстановление свободного серебра из его нитрата.

Оценка плотности окраски не предусмотрена программой Image Scope, в связи с чем ее определяли, как функцию от средней яркости объекта (Ф). Яркость в программе выражается в условных единицах от 0 до 254. Черному цвету (полностью непрозрачный объект) в этом случае соответствует значение 0, а белому (полностью прозрачный объект) 254. Плотность окраски находили как разность между яркостью, соответствующей белому цвету, и средней яркостью объекта: $D = 254 - \Phi$, где Φ — средняя яркость анализируемого объекта, а D — плотность его окраски.

При анализе учитывали также общую площадь ядра (S_N) и его площадь, свободную от аргирофильных структур (S_F). Величину площадей анализируемых объектов выражали в логических единицах.

Для анализа состояния аргирофильных структур, помимо их параметров, получаемых аппаратно, нами предложены следующие расчетные показатели: экстинция-Ag⁺ — $EXT_N = D_N - D_F$, оптический эквивалент NOR — $OE_{\text{NOR}} = D_{\text{NOR}} \cdot \Sigma S_{\text{NOR}}$ и оптический эквивалент ядра — $OE_N = D_N \cdot S_N$.

Полученный цифровой материал обрабатывали по стандартным программам вариационной статистики, входящих в пакет программ Microsoft Excel-2007 с определением критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты исследования

В результате проведенных исследования было установлено, что у домашних овец и их гибридов с архаром все клетки несли окрашенную серебром метку. В диплоидном наборе овец гены 18/28S рРНК, локализованные

Таблица 1. Характеристика исследуемого поголовья

Table 1. Characteristics of the studied livestock

Группа	Генотип животных	Исследовано, голов
1	<i>O. aries</i>	5
2	1/2O.aries + 1/2O.ammon	4
3	3/4O.aries + 1/4O.ammon	5
4	7/8O.aries + 1/8O.ammon	5

Таблица 2. Характеристика состояния аргирофильных зон в лимфоцитах овец разных генотипов

Table 2. Characteristics of the state of argyrophilic zones in the lymphocytes of sheep of different genotypes

Параметры	Группы			
	<i>O. aries</i>	$1/2 O. aries + 1/2 O. ammon$	$3/4 O. aries + 1/4 O. ammon$	$7/8 O. aries + 1/8 O. ammon$
S_N	3845,71 ± 234,38	4184,50 ± 127,75	4984,55 ± 194,26	4998,46 ± 437,23
D_N	159,31 ± 3,26	112,92 ± 2,18	127,19 ± 2,36	119,48 ± 3,91
D_F	155,74 ± 3,11	110,00 ± 2,19	123,02 ± 2,35	115,73 ± 3,92
EXT_N	3,57 ± 0,52	2,92 ± 0,25	4,17 ± 0,25	3,75 ± 0,39
AgNOR	2,64 ± 0,31	3,03 ± 0,21	3,50 ± 0,21	3,50 ± 0,34
ΣS_{NOR}	297,86 ± 48,46	230,50 ± 20,01	269,24 ± 18,50	277,31 ± 38,74
D_{NOR}	201,16 ± 4,11	165,32 ± 3,14	200,39 ± 3,29	220,84 ± 9,51
OE_{NOR}	61078,14 ± 10432,00	37792,83 ± 3372,99	53874,64 ± 3724,86	62342,12 ± 9487,85
OE_{OTH}	15,48 ± 2,15	8,74 ± 0,63	10,84 ± 0,63	11,56 ± 1,27

в ЯОР, точно также, как и у коз (*Capra*), и настоящих быков (*Bos*) объединены в 10 кластеров, но число Ag+ объектов в интерфазных клетках редко приближается к числу кластеров рРНК-генов в геноме [18]. Показано, что число аргирофильных зон (AgNOR) варьирует от клетки к клетке. У обследованных нами животных число AgNOR в клетках колебалось в интервале от 1 до 9.

Результаты статистического анализа параметров, характеризующих состояние аргирофильных зон у овец исследованных групп, приведены в таблице 2. Установлено, что среднее значение числа ЯОР, определяемое по наличию AgNOR, в исследованных группах овец находилось в интервале от 2,64 у чистопородных романовских овец до 3,50 у гибридов $3/4 O. aries + 1/4 O. ammon$ и $7/8 O. aries + 1/8 O. ammon$. Достоверных различий между группами чистопородных животных и F_1 по данному показателю не обнаружено. Гибриды $3/4 O. aries + 1/4 O. ammon$ и $7/8 O. aries + 1/8 O. ammon$ достоверно превосходили чистопородных романовских овец по числу аргирофильных зон ($p < 0,05$). Гибриды F_1 , $3/4 O. aries + 1/4 O. ammon$ и $7/8 O. aries + 1/8 O. ammon$ по числу ЯОР между собой достоверно не различались.

По площади ядра чистопородные овцы и гибриды F_1 , также гибриды $3/4 O. aries + 1/4 O. ammon$ и $7/8 O. aries + 1/8 O. ammon$ достоверно не различались. Чистопородные овцы достоверно уступали по величине площади ядра гибридам $3/4 O. aries + 1/4 O. ammon$ ($p < 0,001$) и $7/8 O. aries + 1/8 O. ammon$ ($p < 0,05$). Вместе с тем, по общей площади NOR достоверных различий между группами не обнаружено.

По средней плотности окраски ядра и фона все гибриды достоверно уступали чистопородным романовским овцам ($p < 0,001$). У гибридов достоверные различия по средним плотностям ядра и фона выявлены только между $3/4 O. aries + 1/4 O. ammon$ и F_1 ($p < 0,05$).

По величине EXT_N достоверные различия выявлены только между гибридами $3/4 O. aries + 1/4 O. ammon$ и F_1 ($p < 0,001$).

При анализе средних оптических плотностей ядрышковых организаторов (D_{NOR}) и оптических эквивалентов ЯОР (OE_{NOR}) оказалось, что эти признаки в группах чистопородных овец, а также гибридов $3/4 O. aries + 1/4 O. ammon$ и $7/8 O. aries + 1/8 O. ammon$ находятся практически на одном уровне. Лишь гибриды F_1 достоверно уступали по величине D_{NOR} животным остальных групп ($p < 0,001$). По величине относительного оптического эквивалента чистопородные овцы достоверно превосходили гибридных животных F_1 ($p < 0,01$) и гибридов $3/4 O. aries + 1/4 O. ammon$ ($p < 0,05$). Достоверных различий между гибридами разных генотипов по этому признаку не обнаружено.

Выводы

Установлено существование различий между исследованными группами овец по числу AgNOR и показателям плотности окраски ядра и его отдельных зон, характеризующим состояние аргирофильных зон.

Для оценки состояния ядрышкообразующей системы целесообразно учитывать число AgNOR, а также средние оптические плотности AgNOR (D_{NOR}), ядра (D_N) и зоны свободной от AgNOR (D_F).

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ 20-016-00116 «Влияние биотических и абиотических факторов на полиморфизм и активность ядрышковых организаторов» и государственного задания по теме: «Исследование молекулярно-биологических и физиолого-эмбриологических аспектов биоинженерных технологий для совершенствования генетических ресурсов и создания новых селекционных форм сельскохозяйственных животных и птицы». Шифр темы: AAA-A-18-118021590132-9.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давидьян А.Г., Кошель Е.И., Лаврова О.Б., Демин А.Г., Галкина С.А., Сайфитдинова А.Ф., Гагинская Е.Р. Функциональные особенности ядрышкового организатора в растущих ооцитах неполовозрелых самок птиц. *Онтогенез*. 2017;(48):263–269. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_29404363_54891183.pdf (дата обращения: 21.08.2019).
2. Сидельников А.И., Квочко А.Н., Криворучко А.Ю., Шаламова Е.В. Изменение параметров ядрышковых организаторов

в клетках почечных канальцев после частичной нефрэктомии при использовании для ушивания операционной раны нитей кетгута. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016;5(139):143–148.

3. Трухачев В.И., Квочко А.Н., Малюкин А.В., Криворучко А.Ю., Некрасова И.И., Скрипкин В.С., Мещеряков Ф.А. Параметры ядрышковых организаторов эритроцитов уток в постнатальном онтогенезе. *Цитология*. 2016;(3):229–233. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_25676646_83866250.pdf (дата обращения: 21.08.2019).

4. Шайхутдинов Б.И., Овчинина Н.Г., Шишкин А.В. Комбинированное исследование ядрышкового организатора и иммунофенотипирования клеток крови с использованием иммунологических микроматриц (биочипов). *Здоровье, демография, экология финно-угорских народов*. 2016;(2):60-63. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_26583650_49013497.pdf (дата обращения: 21.08.2019).

5. Боташева В.С., Калоева А.А., Эркенова Л.Д. Характер морфологических изменений при эндемическом зобе. *Фундаментальные исследования*. 2015;(1-1):36-40. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23033674_16949899.pdf (дата обращения: 21.08.2019).

6. Кобяков Д.С., Авдальян А.М., Лазарев А.Ф., Лушников Е.Л., Непомнящих Л.М. Взаимосвязь аргирофильных белков ядрышкообразующих районов в mib-1 позитивных клетках с клинико-морфологическими параметрами и выживаемостью при немелкоклеточном раке легкого. *Фундаментальные исследования*. 2015;(1):1600-1604.

7. Кордюкова М.Ю., Ползиков М.А., Шишова К.В., Зацепина О.В. Функциональное значение белка ядрышка SURF6 человека – ключевого белка одноименного семейства эукариот. *Доклады Академии Наук*. 2014;455(4):471–473. DOI: 10.7868/S0869565214100211.

8. Зенит-Журавлева Е.Г., Полковниченко Е.М., Лушников А.А., Трещалина Е.М., Букаева И.А., Райхлин Н.Т. Нуклеофосмин и нуклеолин: кодирующие гены и экспрессия в различных тканях животных и человека. *Молекулярная медицина*. 2012;(4):23-31.

9. Лазарев А.Ф., Кобяков Д.С., Авдальян А.М., Лушников Е.Л., Непомнящих Л.М., Климачевский А.А. Исследование аргирофильных белков ядрышкообразующих районов и антигена Ki-67 при немелкоклеточном раке легкого. *Фундаментальные исследования*. 2014;(10):523-529.

10. Бугоркова С.А., Щуковская Т.Н., Курылина А.Ф. Ядрышковый аппарат лимфоцитов как индикатор функциональной активности лимфоидных органов при доклинической оценке вакцин. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2015;(2):75-78. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23699694_93296639.pdf (дата обращения: 21.08.2019).

11. Жариков А.Ю., Луницын В.Г., Лампатов В.В., Мотин Ю.Г.,

Талалаева О.С., Елисеев Д.В., Павляшук Г.В. Влияние новых средств из сырья пантовых оленей на биосинтетические процессы в клетках скелетной мускулатуры крыс в условиях длительной физической нагрузки. *Биомедицина*. 2016;(1):90-94. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_26382946_45202615.pdf (дата обращения: 21.08.2019).

12. Копытко А.С., Квочко А.Н. Оценка белково-синтетической функции у кур кросса COBB 500 для прогнозирования их продуктивности. *Вестник АПК Ставрополя*. 2014;4(16):107-110.

13. Медведев И.Н., Амелина И. В. Влияние функциональной активности ядрышкообразующих районов хромосом на фенотипические признаки у человека // *Социальная политика и социология*. 2011;(10):285-293.

14. Howell W., Black D. Controlled silver staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: in a one-step method. *Experientia*, 1980;(36):1014–1015.

15. Arslan Atilla, Toyran Kubilay, Serdar Gözütok, Yorulmaz Tarkan C- and NOR stained karyotypes of mole rat, *Nannospalax xanthodon* (2n = 54) from Kırıkkale, Turkey. *Turkish journal biology*, 2011;(35):655-661.

16. Кленовицкий П.М., Б. Иолчиев.С., Жилинский М.А., Багиров В.А., Онкорова Н.Т., Гришин В.Н. Анализ ядрышек в интактных лимфоцитах периферической крови разных видов млекопитающих. *Достижения науки и техники АПК*. 2015;12(29):92-94.

17. Кленовицкий П.М., Онкорова Н.Т., Иолчиев Б.С., Багиров В.А., Моисейкина Л.Г. Оценка ядрышек в интактных лимфоцитах овец с использованием компьютерного анализа изображений. *Теоретические и прикладные проблемы АПК*. 2018;(3):42-46. DOI: 10.32935/2221-7312-2018-36-3

18. Кленовицкий П.М., Иолчиев Б.С., Багиров В.А., Жилинский М.А., Онкорова Н.Т., Шайдуллин И.Н. Анализ ядрышек в интактных лимфоцитах у домашней козы (*Capra hircus* L., 1758) и ее гибридов с сибирским козорогом (*Capra sibirica* L., 1758) и кавказским туром (*Capra caucasica* Guldenstadt & Pallas, 1783). *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2018;(4):98-103. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35084417> (дата обращения: 21.08.2019).

REFERENCES

1. Davidyan A.G., Koshel E.I., Lavrova O.B., Demin A.G., Galkina S.A., Sayfitdinova A.F., Gaginskaya E.R. Functional features of the nucleolar organizer in growing oocytes of immature female birds. *Ontogenesis*. 2017;(48):263–269. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_29404363_54891183.pdf (date accessed: 21.08.2019).

2. Sidelnikov A.I., Kvochko A.N., Krivoruchko A.Yu., Shalamova E.V. Changes in the parameters of nucleolar organizers in the cells of the renal tubules after partial nephrectomy when using catgut threads for suturing an operating wound. *Bulletin of Altai State Agrarian University*. 2016;5(139):143-148.

3. Trukhachev V.I., Kvochko A.N., Malyukin A.V., Krivoruchko A.Yu., Nekrasova I.I., Skripkin V.S., Meshcheryakov F.A. Parameters of nucleolar organizers of duck erythrocytes in postnatal ontogenesis. *Cytology*. 2016;(3):229-233. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_25676646_83866250.pdf (date accessed: 21.08.2019).

4. Shaikhutdinov B.I., Ovchinina N.G., Shishkin A.V. A combined study of the nucleolar organizer and immunophenotyping of blood cells using immunological microarrays (biochips). *Health, demography, ecology of the Finno-Ugric peoples*. 2016;(2):60-63. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_26583650_49013497.pdf (date accessed: 21.08.2019).

5. Botasheva V.S., Kaloeva A.A., Erkenova L.D. The nature of morphological changes in endemic goiter. *Basic research*. 2015;(1-1):36-40. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23033674_16949899.pdf (date accessed: 21.08.2019).

6. Kobayakov D.S., Avdalyan A.M., Lazarev A.F., Lushnikova E.L., Nepomnyashchikh L.M. Interrelation of argyrophilic proteins of nucleolar-forming regions in mib-1 positive cells with clinical and morphological parameters and survival in non-small cell lung cancer. *Basic research*. 2015;(1):1600-1604.

7. Kordyukova M.Yu., Polzikov M.A., Shishova K.V., Zatssepina O.V. The functional significance of the human nucleolus protein SURF6 is a key protein of the eukaryotic family of the same name. *Reports of the Academy of Sciences*. 2014;455(4):471–473. DOI: 10.7868/S0869565214100211.

8. Zenit-Zhuravleva E.G., Polkovnichenko E.M., Lushnikova A.A., Treschalina E.M., Bukaeva I.A., Raikhlin N.T. Nucleophosmin and nucleolin: coding genes and expression in various tissues of animals and humans. *Molecular Medicine*. 2012;(4):23-31.

9. Lazarev A.F., Kobayakov D.S., Avdalyan A.M., Lushnikova E.L., Nepomnyashchikh L.M., Klimachevsky A.A. Study of argyrophilic proteins of nucleolar-forming regions and Ki-67 antigen in non-small cell lung cancer. *Basic research*. 2014;(10):523-529.

10. Bugorkova S.A., Shchukovskaya T.N., Kurylina A.F. The nucleolar apparatus of lymphocytes as an indicator of the functional activity of lymphoid organs in the preclinical assessment of vaccines. *Problems of especially dangerous infections*. 2015;(2):75-78. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23699694_93296639.pdf (date accessed: 21.08.2019).

11. Zhariykov A.Yu., Lunitsyn V.G., Lampatov V.V., Motin Yu.G., Talalaeva O.S., Eliseev D.V., Pavlyashuk G.V. Influence of new drugs from antler deer raw materials on biosynthetic processes in the cells of the skeletal muscles of rats under conditions of prolonged physical activity. *Biomedicine*. 2016;(1):90-94. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_26382946_45202615.pdf (date accessed: 21.08.2019).

12. Kopytko A.S., Kvochko A.N. Evaluation of protein-synthetic function in chickens of the COBB 500 cross to predict their productivity. *Bulletin of the agro-industrial complex of Stavropol*. 2014;4(16):107-110.

13. Medvedev I.N., Amelina I.V. Influence of functional activity of nucleolar-forming regions of chromosomes on phenotypic traits in humans. *Social policy and sociology*. 2011;(10):285-293.

14. Howell W., Black D. Controlled silver staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: in a one-step method. *Experientia*, 1980;(36):1014–1015.

15. Arslan Atilla, Toyran Kubilay, Serdar Gözütok, Yorulmaz Tarkan C- and NOR stained karyotypes of mole rat, *Nannospalax xanthodon* (2n = 54) from Kırıkkale, Turkey. *Turkish journal biology*, 2011;(35):655-661.

16. Klenovitsky P.M., B. Iolchiev.S., Zhilinsky M.A., Bagirov V.A., Onkорова N.T., Grishin V.N. Analysis of nucleoli in intact peripheral blood lymphocytes of different mammalian species. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*.

2015;12(29):92-94.

17. Klenovitsky P.M., Onkorova N.T., Iolchiev B.S., Bagirov V.A., Moiseykin L.G. Assessment of nucleoli in intact sheep lymphocytes using computerized image analysis. *Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex*. 2018;(3):42-46. DOI: 10.32935 / 2221-7312-2018-36-3

18. Klenovitsky P.M., Iolchiev B.S., Bagirov V.A., Zhilinsky M.A., Onkorova N.T., Shaydullin I.N. Analysis of nucleoli in intact

lymphocytes of domestic goat (*Capra hircus* L., 1758) and its hybrids with Siberian ibex (*Capra sibirica* L., 1758) and Caucasian tur (*Capra caucasica* Guldenstadt & Pallas, 1783). *Veterinary Medicine, Animal Science and Biotechnology*. 2018;(4):98-103. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35084417> (date of access: 21.08.2019).

ОБ АВТОРАХ:

Павел Михайлович Кленовицкий, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии, <https://orcid.org/0000-0003-2266-1275>, klenpm@mail.ru

Байлар Садрдиневич Иолчиев, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии, <https://orcid.org/0000-0001-5386-7263>, baylar2@mail.ru

Анастасия Николаевна Ветох, научный сотрудник лаборатории функциональной и эволюционной геномики животных, <https://orcid.org/0000-0002-2865-5960>, anastezuya@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Pavel M. Klenovitsky, Dr. Sci. (Biology), Professor, Chief Staff Scientist of the Laboratory of Cell Engineering, <https://orcid.org/0000-0003-2266-1275>, klenpm@mail.ru

Baylar S. Iolchiev, Dr. Sci. (Biology), Leading Staff Scientist of the Laboratory of Cell Engineering, <https://orcid.org/0000-0001-5386-7263>, baylar2@mail.ru

Anastasia N. Vetokh, Scientist of the Laboratory of Functional and Evolutionary Animal Genomics, <https://orcid.org/0000-0002-2865-5960>, anastezuya@mail.ru

НОВОСТИ•НОВОСТИ•НОВОСТИ•НОВОСТИ•НОВОСТИ•

Чума мелких жвачных животных будет искоренена в мире к 2030 году

По прогнозу ФАО – Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, к 2030 году чума мелких жвачных (ЧМЖ) животных в мире будет полностью искоренена. За прошедшие пять лет число выявленных очагов сократилось уже на 2/3, с 3500 случаев в 2015 году до 1200 – в 2019 году. Данные показатели, отметили представители ФАО, подтверждают решимость международного сообщества победить высококонтагиозную болезнь животных и вселяют надежду на ее повсеместное искоренение к 2030 году.

Сокращение числа очагов заболевания эксперты объяснили действенностью кампаний по вакцинации, проведенных в более чем 50 странах. Только в 12 из этих стран в период с 2015 по 2018 годы было вакцинировано более 300 млн коз и овец.

Свободными от ЧМЖ, по данным Всемирной организации здравоохранения животных (МЭБ) на май 2020 года, были признаны 58 стран и один район в Намибии (наиболее сильно от этого заболевания с 2015 по 2019 годы пострадали Азия и Африка).

Российская Федерация первой из стран Евразийского экономического союза была в 2020 году официально включена МЭБ в список государств, благополучных по чуме мелких жвачных. Для получения этого статуса Россельхознадзор провел масштабную работу по подготовке досье в МЭБ на базе подведомственных научных учреждений. В настоящее время еще 21 страна, – при отсутствии в течение пяти лет подряд на территории новых вспышек чумы мелких жвачных животных, – может подготовить документы в МЭБ для подтверждения благополучного статуса.

Около 100 голов племенного мелкого рогатого скота привезли в Подмосковье из Венгрии

В городской округ Щелково (Московская область) доставлено 95 голов мелкого рогатого скота из Венгрии. «Весь скот племенной, таких пород как нубийская, фризская, тексель, зааненская, – сообщил и.о. министра сельского хозяйства и продовольствия Подмосковья С. Воскресенский. – Данные породы относятся к разным направлениям продуктивности и ценятся за высокие показатели». Сейчас животные отправлены на карантин, который продлится около месяца.

По данным ведомства, за 2020 год в Подмосковье ввезено 187 голов мелкого рогатого скота из Венгрии и 60 – из Германии. Ввоз импортного племенного скота крайне важен для развития сельского хозяйства области. Скот завозится для дальнейшего скрещивания и разведения, что позволяет повысить продуктивность, а также вывести абсолютно новые породы на территории региона.

