

Биологические особенности кроликов создаваемой новой породы*

Г. Ю. КОСОВСКИЙ, Е. В. КРОВИНА, А. Р. ШУМИЛИНА, Е. В. ГОЛОВАНОВА

Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени В. А. Афанасьева, ул. Трудовая, 6, пос. Родники, Раменский р-н, Московская обл., 140143, Российская Федерация

Резюме. Исследования проводили с целью характеристики биологических особенностей кроликов новой породы для обобщения, анализа и более полного представления о процессе селекционно-племенной работы. Основой создаваемой породы кроликов послужила родительская форма кросса кроликов Родник, которую разводили «в себе». На четвёртом поколении этой популяции была проведена оценка экстерьерных признаков и продуктивных показателей взрослых животных, определён желательный тип создаваемой породы по окраске и экстерьеру, а также параметры отбора по продуктивности. Для взрослых особей живая масса (в среднем) должна составлять 5 кг, длина тела – 60 см, обхват груди – 37 см, индекс сбитости тела – 61 %, длина ушей – 13 см. Средняя плодовитость взрослых крольчих должна находиться на уровне не менее 9,0 крольчат на самку, средний выход молодняка к 45-дневному возрасту – не менее 7 голов. Отбор ремонтных самок проводится из гнезд, в которых к возрасту 45 дней выход составляет не менее 8 голов. Оплодотворяющая способность самцов должна составлять не менее 92 %; плодовитость крольчих, слученных ими, – не менее 8 самок; средний выход молодняка в 45-дневном возрасте – не менее 6 животных, живая масса потомков к 77-дневному возрасту – не менее 2,4 кг (самцов ремонтного молодняка оценивали по параметрам окрола, в котором он родился). Популяция создаваемой породы по генетической структуре отдалена от пород белый великан, советская шиншилла, калифорнийская и выделяется в отдельный кластер.

Ключевые слова: кролик, экстерьер, новая порода, результаты воспроизводства, генетическая структура.

Сведения об авторах: Г. Ю. Косовский, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, директор; Е. В. Кровина, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник; А. Р. Шумилина, кандидат биологических наук (e-mail: arshumilina@mail.ru); ведущий научный сотрудник, зам. директора; Е. В. Голованова, инженер.

Для цитирования: Биологические особенности кроликов создаваемой новой породы / Г. Ю. Косовский, Е. В. Кровина, А. Р. Шумилина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 11. С. 49–54. doi: 10.53859/02352451_2023_37_11_49

*исследования выполнены в рамках госзадания.

Biological characteristics of rabbits of the new breed being created

G. Y. Kosovsky, E. V. Krovina, A. R. Shumilina, E. V. Golovanova

Afanas'ev Research Institute for Fur Farming and Rabbit Breedingul. Trudovaya, 6, pos. Rodniki, Ramenskii r-n, Moskovskaya obl., 140143, Russian Federation

Abstract. The research aimed to characterise the biological characteristics of rabbits of the new breed for generalization, analysis and a more complete understanding of the process of selection and breeding work. The basis of the created breed of rabbits was the parent form of the Rodnik rabbit cross, which was bred "inter se". In the fourth generation of this population, the exterior characteristics and productive indicators of adult animals were assessed, the desired type of breed was created in terms of colour and exterior, as well as selection parameters for productivity were determined. For adult animals, live weight (on average) should be 5 kg, body length – 60 cm, chest girth – 37 cm, blockiness index – 61%, ear length – 13 cm. The average reproduction capability of adult rabbits should be at least 9.0 rabbits per female, the average yield of young animals by 45 days of age – at least 7 heads. The selection of replacement females is carried out from nest boxes in which, by the age of 45 days, the yield is at least 8 heads. The fertilizing capacity of males must be at least 92%; the fertility of the rabbits bred by them is at least 8 females; the average yield of young animals at 45 days of age is at least 6 animals, the live weight of offspring at 77 days of age is at least 2.4 kg (replacements were assessed according to the parameters of the kindling in which they were born). According to its genetic structure, the population of the created breed is distant from the white giant, Soviet chinchilla, and Californian breeds and is separated into a different cluster.

Keywords: rabbit; exterior; new breed; reproductive results; genetic structure.

Author Details: G. Y. Kosovsky, D. Sc. (Biol.), Corresponding member of the RAS, director; E. V. Krovina, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow; A. R. Shumilina, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow, deputy director; E. V. Golovanova, engineer.

For citation: Kosovsky GY, Krovina EV, Shumilina AR, et al. [Biological characteristics of rabbits of the new breed being created]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023;37(11):49–54. Russian. doi: 10.53859/02352451_2023_37_11_49

В 1940–1960-х гг. прошлого века бурное развитие в нашей стране получила отрасль кролиководства. В этот период были созданы отечественные породы кроликов (советский мардер, чёрно-бурая, серый великан, серебристый, советская шиншилла, вуалево-серебристая, белая пуховая) с высоким уровнем продуктивности, приспособленные к кормовым и климатическим условиям страны [1]. После перехода на новые экономические отношения численность многих пород снизилась, а некоторые были совсем утрачены, что повлекло за собой обеднение генофонда, утрату комплексов ценных генов [2]. В условиях уменьшения популяций диких животных, поддержание и дальнейшее расширение существующего генофонда пород, типов и кроссов одомашненных пород, разводимых для производства продуктов питания, считается важной задачей [3].

За 2022 г. промышленное производство крольчатины в России увеличилось, в сравнении с 2021 г., на 4 % [4]. Мясо кролика уникально по своим свойствам. Его белок усваивается организмом человека на 90 %, концентрация холестерина не превышает 40 мг/100 г, кроличий жир легкоплавкий и по качеству превосходит говяжий, бараний и свиной, в его составе присутствуют незаменимые и ненасыщенные жирные кислоты [4, 5, 6]. Кроме того, кролиководство имеет большие преимущества перед другими подотраслями животноводства благодаря биологическим особенностям объекта разведения, а именно полиэстричности, быстрой смене поколений, высокой конверсии корма [7].

В промышленных комплексах используют коммерческие гибриды кроликов [8], импортируемые из европейских стран [9, 10]. Они представляют собой кроссированные линии, что при разведении «в себе»

через несколько поколений приводит к снижению продуктивных показателей. Использование таких гибридов предполагает регулярную замену поголовья, что приводит к значительным финансовым потерям и импортозависимости [11]. В этой связи важные направления в селекции отечественного кролиководства – совершенствование существующих и создание новых отечественных высокопродуктивных пород и кроссов.

В 2018 г. в НИИПЗК были созданы промежуточные (Род 1, Род 2, Род 3) и финальный (Родник) кроссы кроликов, не уступающие по своим продуктивным качествам привозным: живая масса молодняка в 77-суточном возрасте – 2,6 кг, в 90-суточном – 3,1 кг [8]. На основе родительской формы кросса Родник с 2019 г. в институте ведется работа по выведению новой породы кроликов, обладающей заданными параметрами продуктивности и стойко передающей свои признаки потомству [11, 12].

Цель исследований – провести характеристику биологических особенностей кроликов создаваемой новой породы для обобщения, анализа и более полного представления о ходе селекционно-племенной работы.

Условия, материалы и методы. Работу проводили в отделах звероводства и кролиководства, биотехнологии, лаборатории экспериментального кролиководства НИИПЗК на поголовье животных создаваемой породы с использованием классических методов формирования групп, селекции, отбора и подбора по желательным фенотипическим и хозяйственно-полезным признакам, а также современных молекулярных методов оценки селекционного процесса. Исследования осуществляли в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР от 12.08.1977 г. № 755).

Животных содержали в типовых шедах, кормили полнорационным гранулированным комбикормом ПК-90. Использовали естественное спаривание.

Оценку кроликов по экстерьеру для формирования племенного ядра проводили глазомерно (осмотром внешнего вида), а также по результатам измерений промеров основных статей телосложения (голова, длина и форма ушей, грудь, спина и крестцово-поясничная часть, линия живота, круп, развитие конечностей) и взвешивания. Измерения проводили сантиметровой лентой, определяли обхват груди за лопатками, длину тела от кончика носа вдоль шеи, спины, поясницы, крупа до корня хвоста, длину ушей. Индекс сбитости (компактности) рассчитывали по формуле: обхват груди за лопатками / длину тела × 100 %. Взвешивали животных на электронных весах с точностью 50 г.

Поскольку кросс Родник создан путём многоэтапного скрещивания трёх пород кроликов, представляет интерес сравнение животных новой породы с исходными. Проводили оценку параметров экстерьера взрослых животных новой породы (НП), в сравнении с породами советская шиншилла (СШ), белый великан (БВ), калифорнийская (КФ).

Для отбора кроликов оценивали их воспроизводительные качества. Взрослых крольчих основного стада создаваемой породы отбирали на основе таких параметров, как средняя плодовитость не менее 9,0 крольчат на самку, средний выход молодняка к 45-дневному возрасту на благополучно окролившуюся крольчиху – не

менее 7 гол.; самок ремонтного молодняка (на основе показателей крольчих-матерей): плодовитость – не менее 8 крольчат на самку; выход молодняка к 45-дневному возрасту на благополучно окролившуюся крольчиху – не менее 7 гол.

Взрослых самцов создаваемой породы отбирали на основе таких параметров, как оплодотворяющая способность не менее 92 %, плодовитость слученных с ними крольчих – не менее 8,0 крольчат, средний выход молодняка к 45-дневному возрасту на благополучно окролившуюся крольчиху – не менее 6,0 крольчат, живая масса потомков к 77-дневному возрасту – не менее 2,3 кг; самцов ремонтного молодняка – оценивая следующие параметры: плодовитость окрола – не менее 8,0 крольчат на самку; выход молодняка к 45-дневному возрасту на благополучно окролившуюся крольчиху – не менее 6,0 крольчат, живая масса самца в возрасте 77 дней – не менее 2,3 кг.

Наследуемость определяли с использованием коэффициентов корреляции (r) между величинами показателей у потомков и родителей по формуле $h^2=2r$, где h^2 – коэффициент наследуемости; r – коэффициент корреляции между признаками матерей и их дочерей (сыновей/дочерей и отцов). Коэффициенты корреляции рассчитывали по формуле:

$$r = (\sum V_1 V_2 - (\sum V_1 \cdot \sum V_2) / n) / \sqrt{C_1 C_2},$$

где V_1 и V_2 – данные первого и второго признаков, n – число сравниваемых пар, C_1 и C_2 – дисперсии по первому и второму признаку.

Оценку однородности фенотипических признаков и продуктивных параметров популяции кроликов определяли с использованием коэффициента вариации, который отражает степень изменчивости по отношению к среднему показателю выборки (C_v): 5 % – низкая, 10 % – средняя и 15 % – высокая вариабельность.

Результативность селекционной работы оценивали посредством генотипирования образцов ДНК из крови кроликов выводимой породы с использованием высокополиморфных молекулярных маркеров, фланкированных инвертированными повторами эндогенных ретровирусов (IRAP). Выполнен сравнительный анализ кроликов новой породы, кросса Родник, пород белый великан, советская шиншилла, калифорнийская на основании оценки полиморфизма суммарно 67 фрагментов ДНК различной длины (в дальнейшем ДНК фрагменты присутствующие в спектрах продуктов амплификации у всех животных без исключения обозначали как консервативные), полученных в спектрах продуктов амплификации с использованием в PCR в качестве праймеров фрагментов длинных концевых повторов ретротранспозонов (Sabrina 111, Sabrina 1336 и LTR IR, Bare 123A). Статистическую обработку результатов проводили на основании бинарной матрицы (наличие аллеля отмечали 1, отсутствие – 0) спектров продуктов амплификации, фланкированных инвертированными повторами ретротранспозонов. Забор крови в количестве 3...5 мл осуществляли из ушной краевой вены кроликов новой породы, кросса Родник, пород белый великан, советская шиншилла и калифорнийская – по 10 голов. Выделение ДНК из цельной крови проводили с использованием набора «М-сорб» («Синтол», Россия). Концентрацию ДНК оценивали визуально с использованием маркера (GeneRuler DNA Ladder 100bp, ThermoScientific) путём электрофоретического разделения в 1 %-ном агарозном геле в 1х трис-ацетатном (TAE) буфере (40 mM Tris, 1 mM EDTA, 20 mM CH_3COOH) после окрашивания бромистым

этидием (10 мг/мл) при постоянном напряжении 135В в течение 40 мин. Гель фотографировали и анализировали под ультрафиолетовыми лучами в системе фотогель-документации Quantum-ST4 (Vilber Lourmat, Франция).

Концентрация ДНК-матрицы во всех образцах доводили до 5 нг/мкл по формуле $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$, где C_1 и V_1 – исходные концентрация и объём, а C_2 и V_2 – искомые объём и концентрация. ПЦР осуществляли на амплификаторе Swift Maxi (Esco, Сингапур) с использованием набора ПЦР-РВ («Синтол», Россия) и ДНК-маркеров по следующей программе: 2 мин при 95 °С; 40 циклов – 20 с при 94 °С, 20 с при 55 °С, 2 мин при 72 °С; 2 мин при 72 °С.

Реакционная смесь для амплификации на приборе Swift Maxi объёмом 20 мкл содержала 5 нг/мкл ДНК-матрицы, смесь dNTP (содержащую 1мМ каждого нуклеотида), 0,5 ед. активности HS-Taq-полимеразы в соответствующем 10×буфере и 10 мкМ праймера.

Фракционирование продуктов амплификации проводили в 1,5 %-ном агарозном геле при постоянном напряжении 135В в течение 100...120 мин. На основе полученных IRAP-профилей составляли матрицы для каждого праймера и одну общую матрицу для всех праймеров. Бинарные матрицы использовали для определения значений полиморфного информационного содержания (Polymorphic Information Content – PIC) и доли полиморфных локусов (%) в спектрах продуктов амплификации. Полиморфное информационное содержание определяли по формуле $PIC = 2f(1-f)$, где f – частота одного из двух аллелей, рассчитанная как $f = \sqrt{R}$, где R – частота вариантов, у которых фрагмент ДНК соответствующей длины отсутствовал (гомозиготы по «рецессивному» аллелю). Долю полиморфных локусов вычисляли по формуле:

$$P = \sum_{i=1}^L x_i^2$$

где P – доля полиморфных локусов, l – число полиморфных локусов в выборке, L – число изученных локусов.

Долю полиморфных локусов считают одной из характеристик генетической структуры популяции:

$$ДПЛ = \frac{n_p}{n} \times 100,$$

где n_p – полиморфные локусы, n – общее число локусов.

Расчёт индекса разнообразия Шеннона основан на теории информации, его величину определяет вероятность наступления цепи событий. Выражается в единицах неопределённости или информации. Расчёт этого индекса предполагает, что особи попадают в выборку случайно из неопределённо большой генеральной совокупности, причём в выборке представлены все ее виды:

$$H = -\sum p_i \times \ln p_i$$

где p_i – доля особей i -го вида ($p_i = n_i/N$).

Метод Нея позволяет анализировать эволюционные изменения за большой промежуток времени, когда важное значение имеет кумулятивный эффект мутаций. Генетическая дистанция (D) между географическими популяциями и породами составляет 0,00...0,05; между подвидами – 0,02...0,20; между видами – 0,1...2,0, между родами – > 1. Генетическую дистанцию и генетическое сходство рассчитывали в программе TreeCon.

Эффективное мультиплексное отношение (Effective Multiplex Ratio, EMR) определяли, как произведение общего числа полиморфных локусов (на праймер) и доли полиморфных локусов от их общего числа:

$$EMR = n_p \left(\frac{n_p}{n} \right)$$

где n_p – число полиморфных локусов, n – общее число локусов.

Маркерный индекс (Marker Index, MI) – статистическая величина, используемая для оценки суммарной пригодности маркерной системы. Он рассчитывается как произведение величины информационного полиморфизма (или ожидаемой гетерозиготности, HE) и эффективного мультиплексного отношения (EMR).

Для статистической обработки результатов полилокусного генотипирования применяли методы вариационного анализа с использованием программы Microsoft Office Excel и TFPGA.

В качестве праймеров в полимеразной цепной реакции для полилокусного генотипирования кроликов использовали следующие нуклеотидные последовательности: Sabrina 111 (AAACAAGAAGTACACTTGGCACT); LTR IR (GCATCTCGTCATGTTGCAAGAATGG); Sabrina 1336 (TCATGGCGTTGGGAGCAAGC); Bare 123A (CCCTCTCGTAGATGGACATCACC).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием компьютерной программы Microsoft Excel, достоверность различий между сравниваемыми показателями определяли на основе критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение. При разведении кроликов кросса Родник в «себе» потомки первого поколения имели белый общий окрас волосного покрова, окраска



Рис. 1. Взрослые кролики: а) самка, б) самец.

Таблица 1. Параметры экстерьера взрослых кроликов пород отечественной селекции

Порода	Самки				Самцы			
	n	M±m	lim	Cv	n	M±m	lim	Cv
Живая масса, кг								
Белый великан	30	5,3±0,07	4,9...6,2	7,5	20	5,4±0,10	4,9...6,3	7,9
Калифорнийская	30	4,2±0,06	3,4...4,8	7,5	20	4,3±0,05	4,0...4,9	5,2
Советская шиншилла	30	5,0±0,08	4,5...5,7	8,2	20	5,1±0,09	4,5...5,9	7,7
Новая порода	70	5,0±0,06	4,1...6,3	8,9	35	4,9±0,05	4,3...6,0	6,0
Длина тела, см								
Белый великан	30	60,9±0,26	59...64	2,3	20	61,4±0,44	60...66	3,1
Калифорнийская	30	47,9±0,38	43...52	4,2	20	49,1±0,54	46...52	4,8
Советская шиншилла	30	61,5±0,61	55...66	5,4	20	61,4±0,65	54...66	4,6
Новая порода	70	60,1±0,24	56...66	3,3	35	60,9±0,30	57...64	2,3
Обхват груди, см								
Белый великан	30	38,8±0,32	30...41	4,5	20	39,8±0,35	38...43	3,8
Калифорнийская	30	36,6±0,23	35...40	3,3	20	37,0±0,29	35...39	3,5
Советская шиншилла	30	37,5±0,49	35...43	6,8	20	38,6±0,44	35...44	4,9
Новая порода	70	37,1±0,17	34...40	3,9	35	37,4±0,20	34...39	2,8
Индекс сбитости тела, %								
Белый великан	30	63,7±0,50	59...67	4,2	20	64,9±0,33	63...68	2,2
Калифорнийская	30	76,6±0,62	72...86	4,4	20	75,5±1,19	68...88	6,9
Советская шиншилла	30	62,7±0,68	54...71	5,9	20	62,9±1,07	54...73	7,4
Новая порода	70	61,8±0,37	56...69	5,0	35	61,5±0,50	54...66	4,8
Длина ушей, см								
Белый великан	30	14,5±0,23	13...17	8,4	20	14,7±0,33	13...18	9,9
Калифорнийская	30	10,6±0,16	10...13	8,1	20	11,0±0,24	10...13	9,3
Советская шиншилла	30	13,4±0,20	12...15	8,0	20	13,6±0,26	12...15	8,5
Новая порода	70	12,5±0,07	11...14	4,8	35	12,5±0,13	11...14	6,0

ушей, носа, верха хвоста была различных вариаций: от белого, светло-серого до тёмно-серого и почти чёрного, серого с кремовым оттенком.

В селекционную группу создаваемой породы отбирали животных однородных по фенотипу – общий окрас волосяного покрова белый; уши, нос, верх хвоста, лапы – серые; пух – чисто белый (рис. 1).

По морфометрическим показателям кролики новой породы более близки к животным пород советская шиншилла и белый великан (табл. 1). При сравнении основных морфометрических показателей (живая масса, длина тела, обхват груди, длина ушей) у создаваемой новой породы кроликов отмечается наименьший коэффициент вариации признаков, в сравнении с группами животных пород белый великан, советская шиншилла, калифорнийская.

Кролики новой породы, как и животные пород советская шиншилла, белый великан имеют конституцию мезосомного типа. Телосложение крепкое: костяк хорошо развитый, туловище удлиненное, голова типичная для породы (несколько удлиненная у самок и более округлая у самца), уши прямо поставленные, грудь хорошо развитая, спина широкая прямая, круп округлой формы, ноги крепкие, правильно поставленные, по отношению к туловищу, кожа плотная, эластичная, мускулатура сильная, грудь широкая, глубокая.

Таблица 2. Репродуктивные качества самок создаваемой породы

Группа спаривания	n	Плодовитость, голов	Cv	Оставлено, голов	Cv	Выход молодняка к отсадке, голов	Cv	Сохранность к отсадке, % к оставленным под самкой
2022 г.								
В среднем по популяции	48	8,6±0,5*	36,7	8,5±0,4	29,5	6,6±0,3*	32,3	77,6
Племядро, взрослые	32	9,8±0,5	27,4	9,5±0,4	23,0	7,5±0,3	25,0	78,9
Племядро, ремонтный молодняк	58	9,6±0,4	31,4	9,0±0,4	32,5	7,6±0,2	24,3	84,4
2021 г.								
В среднем по популяции	72	7,6±0,2	26,0	6,8±0,3	35,0	5,7±0,3	43,0	83,8
Племядро, взрослые	25	9,2±0,2	11,0	8,8±0,2	11,0	8,1±0,2	12,0	92,0
Племядро, ремонтный молодняк	98	9,0±0,1	11,3	8,7±0,1	11,8	8,3±0,1	11,9	95,4

* $p < 0,05$ между значениями плодовитости и выхода к отсадке в 2022 и 2021 г.

Таблица 3. Полиморфное информационное содержание (PIC), доля полиморфных локусов (ДПЛ) IRAP маркеров базисных пород кроликов

Маркер	Популяция новой породы		Калифорнийская порода		Порода советская шиншилла		Порода белый великан		Кросс Родник	
	ДПЛ, %	PIC	ДПЛ, %	PIC	ДПЛ, %	PIC	ДПЛ, %	PIC	ДПЛ, %	PIC
Sabrina 111	33	0,100	57,1	0,390	50,0	0,376	62,5	0,392	62,5	0,382
Sabrina 1336	60	0,221	71,4	0,457	42,8	0,464	50,0	0,425	33,3	0,341
Bare 123A	52	0,186	75,0	0,372	75,0	0,440	75,0	0,475	75,0	0,347
LTR IR	50	0,131	57,5	0,346	87,5	0,446	87,5	0,428	87,5	0,392

ством 9 крольчат и более приходилось около половины (36,4...44,0 %) сформированных окролов. Малочисленные гнёзда (1...4 крольчонка) составляли 6,6...8,5 %.

Популяция взрослых самцов (n=29) кроликов создаваемой породы характеризуется следующими параметрами: оплодотворяющая способность – 80,5 %; плодовитость слученных с ними крольчих – 7,8 голов; выход крольчат к отсадке – 6,3 гол.; живая масса в 77 дней – 2,3 кг.

Средние значения репродуктивных показателей по всем самцам 2022 года не отличаются от показателей 2021 года.

В племенное ядро отобрали 17 самцов со следующими средними показателями: оплодотворяющая способность – 95,7±2,4 %; плодовитость слученных с ними крольчих – 8,0±0,5 гол.; выход молодняка к 45 дням – 6,2±0,5 гол.; живая масса в 77 дней – 2,31±0,03 кг. Кроме того, были отобраны ремонтные самцы (n=36 голов) со следующими характеристиками (в среднем, по помёту происхождения): плодовитость слученных с ними крольчих – 10,1±0,6 гол.; оставлено крольчат под самкой – 7,6±0,3 гол.; живая масса в 77 дней – 2,47±0,06 кг.

Коэффициент наследуемости по живой массе между родителем (самцы) и всеми его потомками (самцы и самки) составил 0,10; по плодовитости между родителем (самки) и ее потомками (самки) – 0,52.

При сравнении фрагментов длинных концевых повторов ретротранспозонов (Sabrina 111, Sabrina 1336 и LTR IR, Bare 123A), наибольший уровень полиморфизма отмечен у Sabrina 1336 – 0,221, кроме того, он характеризовался самой высокой долей полиморфных локусов – 60 %. Наименее информативный маркер Sabrina 111 – PIC равен 0,100, а доля полиморфных локусов – 33 %. В среднем уровень полиморфизма исследованных маркеров у базисных пород кроликов был выше, чем у популяции создаваемой породы, что может быть связано с близкородственностью скрещивания новой создаваемой породы (табл. 3). Наибольший уровень полиморфизма (доля полиморфных локусов) по праймеру Bare 123A отмечен у кроликов калифорнийской породы – 75 %, по праймеру LTR IR – у животных пород советская шиншилла и белый великан, а также кросса Родник – составивший 87,5 %.

У популяции кроликов новой породы наивысший полиморфизм был у молекулярного маркера Sabrina 1336, составивший 60 %, в то время как у кросса Родник – LTR IR (87,5 %).

Результаты анализа генетических дистанций свидетельствуют, что новая популяция кроликов наиболее приближена к калифорнийской породе, а наиболее отдалена от породы советская шиншилла, что согласуется со схемой её происхождения. Кросс Родник достаточно отдален от создаваемой популяции, генетическая дистанция составляет 0,054.

По праймеру Sabrina 111 кролики пород советская шиншилла и белый великан входят в один кластер. Наиболее отдаленными от всех групп были животные новой

породы (рис. 2 а). По праймеру Sabrina 1336 самой отдаленной от всех изученных групп была калифорнийская порода, а новая популяция входила в один кластер с советской шиншиллой (рис. 2 б).

По праймеру LTR IR новая популяция кроликов кластеризуется отдельно от исходных пород кроликов. Максимально отдален от них и кросс Родник, от которого отдельным кластером отходит новая популяция, что может свидетельствовать об уникальности ее генома (рис. 2 в). Можно предположить, что идентификацию популяции создаваемой новой породы кроликов от кросса Родник можно проводить с использованием молекулярного маркера LTR IR. По праймеру Bare 123A популяция кроликов создаваемой новой породы так же генетически отдалена от трёх исходных пород (рис. 2 г).

Полученные результаты по продуктивности популяции кроликов создаваемой новой породы сопоставимы с результатами отечественных и зарубежных учёных [2, 8, 9], что характеризует её как конкурентоспособную на рынке племенного материала. По параметрам экс-

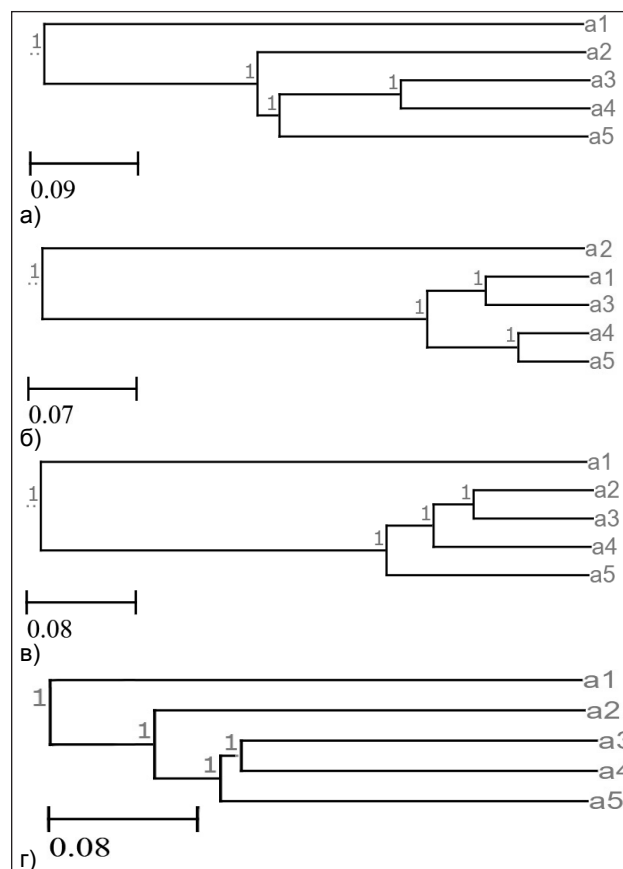


Рис. 2. Кластерный анализ значений генетических дистанций между исследованными группами кроликов, рассчитанных на основании спектров фрагментов геномной ДНК, с использованием программы TreeCon, фланкированных: а) Sabrina 111, б) Sabrina 1336, в) LTR IR, г) Bare 123A; а1 – популяция кроликов создаваемой породы, а2 – КФ, а3 – СШ, а4 – БВ, а5 – Родник.

терьера создаваемая порода кроликов относится к мясо-шкурковому типу продуктивности [1, 2].

Выводы. Популяция кроликов новой породы по показателям экстерьера (в среднем живая масса – 5 кг, длина тела – 60 см, обхват груди – 37 см, индекс сбитости тела – 61 %, длина ушей – 13 см) и фенотипа однородна (степень изменчивости по всем признакам составляет 2,3...8,9 %), общий окрас волосяного покрова белый; уши, нос, верх хвоста, лапы – серые; пух – чисто белый. По морфометрическим показателям популяция кроликов соответствует мезосомному типу конституции.

Параметры продуктивности крольчих и самцов племенного ядра соответствуют заданным и нахо-

дятся на следующем уровне: средняя плодовитость самок – $9,8 \pm 0,5$ голов; выход молодняка на самку – $7,5 \pm 0,3$ голов, оплодотворяющая способность самцов – 95,7 %; средняя плодовитость крольчих, слученных с ними – $8,0 \pm 0,5$ голов; выход крольчат к отсадке – $6,2 \pm 0,5$ гол.; живая масса в 77 дней – $2,31 \pm 0,03$ кг.

Популяция кроликов создаваемой новой породы по генетической структуре выделяется, по сравнению с родительской формой кроссом Родник, и породами кроликов советская шиншилла, белый великан, калифорнийская исходных для кросса Родник.

Литература.

1. Балакирев Н. А. Современное состояние кролиководства в России и перспективы его развития // Кролиководство и звероводство. 2023. № 3. С. 7–15. doi: 10.52178/00234885_2023_3_7.
2. Кулькова О. Е., Шумилина Н. Н., Балакирев Н. А. Чистопородное разведение и межпородное скрещивание кроликов при искусственном осеменении // Зоотехния. 2020. № 3. С. 28–31. doi: 10.52178/00234885_2023_3_7.3.
3. Столповский Ю. А., Захаров-Гезехус И. А. Проблема сохранения генофондов domesticированных животных // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21. № 4. С. 477–486. doi: 10.18699/VJ17.266.
4. Антипова Л. В., Попова Я. А., Черкасова А. В. Продукты из мяса кроликов для здорового питания: создание ассортиментных линеек, пищевая и биологическая ценность // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019. Т. 81. № 1. С. 225–231. doi: 10.20914/2310-1202-2019-1-225-231.
5. Балакирев Н. А., Дельцов А. А., Максимов В. И. Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса кроликов при применении препарата на основе железо-гидроксид полимальтозного комплекса // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2022. № 2. С. 17–22. doi: 10.31588/2413_4201_1883_2_250_17.
6. Leroy F., Petracci M. Rabbit meat: valuable nutrition or too-cute-to-eat? // World Rabbit Science. 2021. Vol. 29. No. 4. P. 239–246. doi: 10.4995/wrs.0.12663.
7. Cullere M., Dalle Zotte A. Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives // Meat Sci. 2018. No. 143. P. 137–146. doi: 10.1016/j.meatsci.2018.04.029.
8. Growth performance, digestive efficiency, and meat quality of two commercial crossbred rabbits fed diets differing in energy and protein levels / M. Birolo, G. Xiccato, F. Bordignon et al. // Animals (Basel). 2022. Vol. 12. No. 18. Article 2427. URL: <https://www.mdpi.com/2076-2615/12/18/2427> (дата обращения: 02.09.2023). doi: 10.3390/ani12182427.
9. Шумилина А. Р. Динамика продуктивных показателей кроликов при создании финального трехпородного кросса // Кролиководство и звероводство. 2019. № 6. С. 9–15. doi: 10.24418/KIPZ. 2019.6.0002.
10. Гончаров В. Д., Балакирев Н. А., Селина М. В. Производство продукции животного происхождения в России // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 82. С. 133–137. doi: 10.21515/1999-1703-82-133-137.
11. Dynamics of productive qualities of rabbits when creating a new breeding group / G. Yu. Kosovsky, T. K. Karelina, A. R., Shumilina, et al. // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021. Vol. 848. Article 012221. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/848/1/012221> (дата обращения: 02.09.2023). doi: 10.1088/1755-1315/848/1/012221.
12. Отбор кроликов на основе фенотипических и продуктивных показателей при формировании новой селекционной группы / Г. Ю. Косовский, Т. К. Карелина, А. Р. Шумилина и др. // Вестник КрасГАУ. 2022. № 6 (183). С. 122–130. doi: 10.36718/1819-4036-2022-6-122-130.

References

1. Balakirev NA. [Current state of rabbit breeding in Russia and prospects for its development]. *Krolikovodstvo i zverovodstvo*. 2023;(3):7-15. Russian. doi: 10.52178/00234885_2023_3_7.
2. Kulkova OE, Shumilina NN, Balakirev NA. [Pure breeding and interbreeding crossing of rabbits at artificial insemination]. *Zootekniya*. 2020;(3):27-31. Russian. doi: 10.52178/00234885_2023_3_7.3.
3. Stolpovskiy YuA, Zakharov-Gezekhus IA. [The problem of preserving the gene pools of domesticated animals]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii*. 2017;21(4):477-86. Russian. doi: 10.18699/VJ17.266.
4. Antipova LV, Popova YA, Cherkasova AV. [Products from rabbit meat for a healthy diet: The development of assortment lines, nutritional and biological value]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii*. 2019;81(1):225-31. Russian. doi: 10.20914/2310-1202-2019-1-225-231.
5. Balakirev NA, Deltsov AA, Maksimov VI. [Veterinary and sanitary examination of rabbit meat when using a drug based on iron-hydroxide polymaltose complex]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Bauman*. 2022;(2):17-22. Russian. doi: 10.31588/2413_4201_1883_2_250_17.
6. Leroy F, Petracci M. Rabbit meat: valuable nutrition or too-cute-to-eat? *World Rabbit Science*. 2021;29(4):239-46. doi: 10.4995/wrs.0.12663.
7. Cullere M., Dalle Zotte A. Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives. *Meat Sci*. 2018;(143):137-46. doi: 10.1016/j.meatsci.2018.04.029.
8. Birolo M, Xiccato G, Bordignon F, et al. Growth performance, digestive efficiency, and meat quality of two commercial crossbred rabbits fed diets differing in energy and protein levels. *Animals (Basel)* [Internet]. 2022 [cited 2023 Sep 2];12(18): Article 2427. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-2615/12/18/2427>. doi: 10.3390/ani12182427.
9. Shumilina AR. [Dynamics of rabbit productive indicators at the development of the final three-breed cross]. *Krolikovodstvo i zverovodstvo*. 2019;(6):9-15. Russian. doi: 10.24418/KIPZ. 2019.6.0002.
10. Goncharov VD, Balakirev NA, Selina MV. [Production of animal products in Russia]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020;(82):133-7. Russian. doi: 10.21515/1999-1703-82-133-137.
11. Kosovsky GYu, Karelina TK, Shumilina AR, et al. Dynamics of productive qualities of rabbits when creating a new breeding group. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci* [Internet]. 2021 [cited 2023 Sep 2];848: Article 012221. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/848/1/012221>. doi: 10.1088/1755-1315/848/1/012221.
12. Kosovsky GYu, Karelina TK, Shumilina AR, et al. [Rabbits selection based on phenotypic and productive indicators in the new breeding group formation]. *Vestnik KrasGAU*. 2022;(6):122-30. Russian. doi: 10.36718/1819-4036-2022-6-122-130.