

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КУЛУНДИНСКОЙ ТОНКОРУННОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ ПО КАЧЕСТВУ ПОТОМСТВА

¹С.И. Сторожук, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заслуженный зоотехник РФ, ведущий научный сотрудник

²В.Л. Петухов, доктор биологических наук, профессор

²В.А. Андреева, аспирант

²Е.А. Климанова, аспирант

²Т.В. Коновалова, старший преподаватель

²Е.И. Тарасенко, магистрант

¹Алтайский НИИ сельского хозяйства, Барнаул, Россия

²Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: naden8277@mail.ru

Ключевые слова: овцы, кулундинская порода, генотип, родители, потомки, продуктивность

Реферат. Изучена генетическая ценность производителей аборигенной кулундинской тонкорунной породы овец на основе различных методов анализа продуктивности их потомков. В исследованиях использовали данные по 574 дочерям, полученным от 16 баранов-производителей из племзавода ОАО «Степное» Алтайского края. Оценка генотипов баранов-производителей была проведена по продуктивности ярок в годичном возрасте. Рассчитано количество эффективных дочерей, необходимое для подтверждения достаточного количества потомков при оценке отцов. В зоне разведения овец исследованы вода, почва и корма на содержание тяжелых металлов, которые не превышали ПДК. Селекционные индексы производителей изменялись от 114 до 1562. Живая масса баранов равнялась 120 кг, а их дочерей – 50,0 кг. Настриг шерсти дочерей составил 5,7 кг. Установлена высокая однородность генотипов производителей по живой массе дочерей. Генетическая изменчивость отцов была равна 3,2%. Производители № 4452, 26133, 3611, 0125 и 44244 занимали первые пять рангов по показателям продуктивности. Установлено влияние генотипов баранов-производителей на живую массу и настриг шерсти дочерей. Данные ранжирования показали преимущество дочерей по ряду признаков, полученных от препопентных производителей. Для повышения эффективности селекции предложено широко использовать баранов-производителей № 3611, 0125, 26133 и 44244. При отсутствии нормальности распределения признаков был применен метод Ного. В остальных случаях использована обработка данных методами вариационной статистики.

GENETIC EVALUATION OF PRODUCERS OF THE KULUNDA FINE-WOOL SHEEP BREED IN TERMS OF PROGENY QUALITY

¹**S.I. Storozhuk**, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor, Honoured Zootechnician of the Russian Federation, Leading Researcher

²**V.L. Petukhov**, Doctor of Biological Sciences, Professor

²**V.A. Andreeva**, Postgraduate Student

²**E.A. Klimanova**, Postgraduate Student

²**T.V. Konovalova**, Senior lecturer

²**E.I. Tarasenko**, M.Sc

¹**Altai RResearch Institute of Agriculture, Barnaul, Russia**

²**Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia**

Key words: sheep, Kulunda breed, genotype, parents, progeny, productivity.

Abstract. The authors have studied the genetic value of producers of the aboriginal Kulunda fine-wool sheep breed based on various analysis methods of the productivity of their progeny. The data on 574 offspring (daughters) received from 16 rams-producers of the “Steptoe” breeding farm of Altai Krai were used in the research. The genotypes of ram progeny were evaluated by the productivity of the rams at one year of age. In assessing the fathers, the number of effective daughters needed to confirm a sufficient number of offspring was calculated. Water, soil, and feed were tested for heavy metals content in the sheep breeding area, which did not exceed the MPC (Maximum Permissible Concentration). The breeding indices of the progeny ranged from 114 to 1562. The live weight of the rams was 120 kg. The live weight of the daughters was 50.0 kg. The sheep (daughters) had a wool gain of 5.7 kilograms per ewe. The authors established a high homogeneity of the genotypes of rams producers in terms of the live weight of daughters. The genetic variability of the fathers was 3.2%. According to productivity indices, the rams-producers (#4452, 26133, 3611, 0125 and 44244) occupied the first five ranks. The effect of the genotypes of ram producers on the daughters’ live weight and wool hair gain was established. The ranking data showed the advantage of daughters in several traits obtained from prepotent producers. The authors suggest that ram sires no. 3611, 0125, 26133 and 44244 should be used extensively to improve breeding efficiency. The authors also applied the Hozo method in the absence of normal distribution of traits. In other cases, data processing by methods of variation statistics was used.

В совершенствовании продуктивных качеств тонкорунных овец важное значение имеют оценка и отбор животных, проводимые в стадах в соответствии с намеченным направлением селекционно-племенной работы [1–5].

Известно, что хозяйственно полезные признаки у овец и других видов животных наследуются полигенно [1, 3, 6]. При этом количественные признаки потомков по своей величине занимают промежуточное положение между соответствующими признаками обоих родителей. На практике встречаются отклонения от этого положения. Иногда на формирование хозяйственно полезных признаков потомства преобладающее влияние оказывает

наследственность одного из родителей, т.е. наследование носит неаддитивный характер. В зоотехнии такое явление принято называть препотентностью. В работах многих ученых показана роль наследственности в детерминации признаков продуктивности и воспроизводительных качеств, резистентности к болезням, устойчивости к аккумуляции тяжелых металлов в органах и тканях животных, соматической хромосомной нестабильности [7, 9].

Кулундинская тонкорунная аборигенная порода овец выведена в 1981–2007 гг. в племязаводе «Степное» Алтайского края (авторское свидетельство № 46711). Бараны-производители отличаются большой живой

массой (около 120 кг). Настриг шерсти с барана составляет около 14 кг, а с маток – 6–7 кг. Выход чистой шерсти равен 55–58%. Шерсть характеризуется высокими технологическими качествами. Овцы обладают довольно высокой воспроизводительной способностью. К отбивке от 100 овцематок получают около 130 ягнят. В мире насчитывается более 1100 пород овец. Среди них более 900 местных пород и около 100 – международных трансграничных [10, 11]. Под угрозой исчезновения находится много пород млекопитающих. Поэтому острой является проблема сохранения генофонда и фенотипа аборигенных пород и типов сельскохозяйственных животных [3, 12, 14].

Предварительный отбор производителей по фенотипу осуществляется на основе данных бонитировки при определяющем значении их уровня продуктивности и происхождения. Суммарный фенотипический эффект за счет баранов-производителей в стаде составляет 79,5%, за счет маток – 20,5% [1]. На практике применяются различные методы оценки производителей по качеству потомства, о их результатах имеются сообщения ряда авторов [6, 15–16].

Цель исследований – определить племенную ценность баранов-производителей кулундинской тонкорунной породы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В исследование включены 16 баранов-производителей и 574 их дочерей кулундинской тонкорунной породы овец из племзавода ОАО «Степное» Алтайского края. Оценивали животных на основании данных бонитировки. Шерстную продуктивность, ее качественную характеристику анализировали по результатам метрологической оценки образцов шерсти.

В Западной Сибири проводится экологический мониторинг воды, почвы, кормов, органов и тканей животных на содержание макро- и микроэлементов [17, 18]. Показано, что в зоне разведения овец и других видов сель-

скохозяйственных животных содержание тяжелых металлов не превышало ПДК [19, 20].

Математические методы в селекции характеризуют препотентность родителей по продуктивности дочерей между отцами, матерями, сверстницами, по степени однородности потомства. Истинная оценка производителей определялась на основании их продуктивности по формулам:

СИБ (селекционный индекс барана) = чистое волокно (кг) × 1000 / (толщина волокон, мкм)² + живая масса;

ЭЧП (эффективное число потомков) = $N_1 \times N_2 / W_1 + W_2$,

где N_1 – число дочерей; N_2 – число сверстниц;

ПП (препотентность производителя) = $D/M \times 100\%$,

где D – продуктивность дочерей; M – матерей;

ИП (индекс производителя) = $2D - M$;

ИПЦ (индекс племенной ценности) = $D - M / \sigma D$.

Данные обработаны методом непараметрической статистики с использованием программы STATISTICA (StatSoftInc, США).

Средние показатели и вариации признаков у баранов-производителей определяли по формулам:

$$\bar{x} \approx \frac{a+2m+b}{4} + \frac{a-2m+b}{4n},$$

$$\sigma^2 \approx \frac{1}{n-1} (a^2+m^2+b^2 \left(\frac{n-3}{2}\right) \frac{(a+m)^2+(m+b)^2}{4} - n \left(\frac{a+2m+b}{4} + \frac{a-2m+b}{4n}\right)^2),$$

где n – количество животных; a – минимальная величина признака; b – наибольшая величина признака; m – медиана; \bar{x} – средняя арифметическая; σ^2 – варианса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По генеалогической принадлежности 11 производителей относились к помесям австралийских мериносов, 4 – к маньчжским мериносам и 1 – к линии 1510. Характеристика их продуктивности и ранги селекционных индексов даны в табл. 1.

Для всех производителей характерна большая густота шерсти (ММ...М+), средняя длина составляет 11,4 см. Тонина шерсти равна

Продуктивность баранов-производителей
Productivity of rams-producers

Номер барана	Густота шерсти	Длина шерсти, см	Качество шерсти, мкм	Живая масса, кг	Настриг шерсти, кг	Селекционный индекс	Ранг селекционного индекса
44391	ММ	10,0	22,1	137	7,8	153,0	2
4440	ММ	10,0	21,8	120	7,4	135,6	7
44445	ММ	12,0	23,3	138	7,6	151,9	4
4680	ММ	10,0	22,1	103	8,8	121,0	13
2639	ММ	12,5	22,6	105	6,8	118,3	14
34176	ММ	10,5	22,9	115	6,6	127,65	11
34425	ММ	11,0	24,6	100	6,9	111,4	15
3611	ММ	12,5	24,2	104	7,1	121,4	12
364	ММ	11,5	20,3	118	7,2	135,5	8
2215	ММ	12,5	21,8	123	8,0	139,8	6
0125	ММ	10,0	23,1	132	11,0	156,2	1
44244	ММ	12,5	24,4	119	7,4	131,4	9
4452	ММ	12,0	21,3	124	7,9	141,4	5
44270	ММ	11,5	21,1	134	8,0	152,2	3
44129	ММ	12,0	24,7	117	7,3	128,9	10
26133	ММ	12,5	21,4	136	7,3	151,9	4

22,4 мкм при варьировании от 20,3 до 24,7 мкм. Качество шерсти на боку и ляжке характеризуется высокой уравнированностью по толщине волокон, где σ составляет: на боку $\pm 3,12-4,62$ мкм, на ляжке $\pm 3,38-5,28$ мкм при требовании ГОСТ 30702-2000 $\pm 6,40$ мкм. Средняя живая масса (120,3 кг) превышает требования стандарта породы на 33,7%. На рис. 1-3 изображены отара овец, бараны-производители и овцематка кулундинской тонкорунной породы.

В овцеводстве важное значение придается оценке племенной ценности [6, 7]. Селекционный индекс баранов находится в пределах 111,4-156,2 при среднем его значении 134,6. Согласно уровню селекционных индексов установлено ранговое положение между баранами-производителями. Первые 6 рангов занимают производители № 0125, 44391, 44270, 26133, 44445, 4452, 2215, кото-



Рис. 1. Отара овцематок кулундинской тонкорунной породы [3]
A flock of female ewes of the Kulunda fine-wool sheep breed [3]



Рис. 2. Бараны кулундинской тонкорунной породы овец [3]
Rams of Kulunda fine-wool sheep breed [3]

рые характеризуются достаточно высокими показателями продуктивных признаков.

Высокое ранговое положение селекционных индексов отцов предполагает получение от них потомков с уровнем продуктивности выше средних показателей их сверстников других производителей.

В табл. 2 представлены средние значения и фенотипическая изменчивость некоторых признаков баранов-производителей.

Изменчивость качества шерсти была в 2 раза ниже, чем изменчивость настрига шерсти.

Оценка генотипов баранов-производителей проведена по уровню продуктивности ярок ($n=574$) в годовалом возрасте. Для подтверждения достаточного количества потомков при оценке каждого отца осуществлен расчет числа его эффективных дочерей. Их количество позволило провести оценку отцов по качеству потомства в сравнении с показателями продуктивности сверстниц. Оценка генотипа баранов-производителей по живой массе дочерей и сравнение со сверстницами представлены в табл. 3. Установлены различия между некоторыми отцами по живой массе дочерей. Так, например, потомки барана № 34425 с низким рангом селекционного индекса имели более низкую живую массу, чем дочери производителя № 0125 ($P<0,001$).

Однако в относительно консолидированной популяции овец племзавода существует низкая генетическая изменчивость среди генотипов производителей по живой массе дочерей. Коэффициент генетической изменчивости по этому признаку был равен 3,2 %. Для

повышения эффективности селекционной работы ведется поиск генетических маркеров продуктивности овец [22, 24]. Интенсивно развиваются исследования, направленные на получение экологически чистой продукции [25–27].

Расчет количества эффективных дочерей показал, что по каждому отцу имеется фактически достаточное количество потомков для получения обоснованных показателей уровня продуктивности между дочерьми и сверстницами. Например, у отца №3 611 фактическое количество потомков равно 40, эффективных же ярок достаточно 37 голов. Средняя живая масса дочерей составляет 50,0 кг, $\sigma - 4,90$ кг; $Cv - 10,4\%$. Дочери отца № 3611 имеют самую большую массу и превышали своих сверстниц на 3,22 кг ($P < 0,001$). Достоверно препотентными по данному признаку продуктивности являются бараны № 3611, 26133,



Рис. 3. Овцематка кулундинской тонкорунной породы [3]
Sheep flock of Kulunda fine-wool sheep breed [3]

Таблица 2

Средние данные и изменчивость количественных признаков у баранов-производителей
Average data and variability of quantitative traits in rams-producers

Показатель	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Me	δ	Q ₁	Q ₃	IQR	Cv	lim
Живая масса, кг	120,3±3,2	119,5	12,8	109,2	133,2	24	10,6	100-138
Настриг шерсти, кг	8,1±0,33	7,4	1,0	7,1	8	0,9	13,5	6,6-11
Длина шерсти, см	115,5±0,187	11,8	1,0	10,2	12,5	2,29	9,0	10-12,5
Качество шерсти, мкм	22,4±0,33	22,4	1,35	21,6	23,8	2,2	6,0	20,3-24,7
Селекционный индекс	134,6±3,3	135,6	14,2	124	152	28	10,4	111,4-156,2

364, 4680, 0125, 44270, 2215, 4452, и 44445. Нейтральными следует считать баранов № 2639, 34176, 44391 и 44244. Явными ухудшателями являются производители № 34425 и 4440, живая масса дочерей ниже, чем у сверстниц, на 1,84 и 1,54 кг (P < 0,05).

Аналогичные исследования проведены по настригу шерсти и ее длине. Средний настриг шерсти дочерей составил 5,7±0,4 кг. Улучшателями явились производители № 44270, 0125, 364, 4680, 26133 и 3611. Их до-

чери по настригу шерсти превышали своих сверстниц на 0,47–0,26 кг (P < 0,05– 0,01).

Результаты анализа длины шерсти показали, что все потомки имеют среднюю длину шерсти 12,2 см, т.е. превышают требования стандарта породы на 4,8 см. Это позволяет успешно формировать животных в основное стадо.

Оценку производителей проводили по комплексу признаков с применением разных методов и методик. Нами проведен расчет индексов продуктивности дочерей

Таблица 3

Оценка генотипа отцов по живой массе дочерей
Assessment of genotype of fathers by live weight of daughters

Номер барана	Количество голов		Живая масса, кг		± к сверстницам	P
	фактически	эффективных	дочерей	сверстниц		
44391	57	52	46,74±0,60	46,48	-0,04	<0,01
4440	14	13	45,71±1,34	47,22	-1,51	
44445	41	37	48,41±0,72	46,83	+1,58	<0,05
4680	30	28	49,47±0,87	46,83	+2,64	<0,01
2639	21	20	46,81±1,19	46,98	-0,17	
34176	41	37	46,88±0,91	46,98	-0,10	
34425	33	31	45,24±0,78	47,08	-1,84	<0,05
3611	40	37	49,97±0,81	46,75	+3,22	<0,001
364	51	45	49,02±0,69	46,78	+2,24	<0,01
2215	45	42	48,58±0,71	46,82	+1,76	<0,05
0125	32	29	49,18±0,84	46,84	+2,34	<0,01
44244	30	27	46,78±0,77	46,72	+0,04	
4452	26	25	48,32±0,60	46,92	+1,40	<0,05
44270	38	35	48,78±0,72	46,85	+1,93	<0,05
44129	30	29	45,90±0,76	47,03	-1,13	
26133	42	39	48,87±0,60	46,82	+2,05	<0,01
Среднее	574		46,97±0,20	-	-	-

Индексы племенной ценности производителей по продуктивности дочерей
Indices of breeding value of producers by the productivity of daughters

Номер барана	Живая масса (D/Mx 100%)	Настриг шерсти (2D/M)	Длина шерсти						
			D – M / σD	D/Mx 100%	2D/M	D – M / σD	D/Mx 100%	2D/M	D – M / σD
44391	102,1	49,74	0,22	86,4	5,02	-1,08	98,8	11,82	-0,11
4440	95,8	43,71	-0,4	94,2	5,3	-0,65	102,9	12,97	0,38
44445	100,8	47,79	0,08	77,9	4,27	-2,09	107,0	13,22	0,62
4680	99,9	49,44	-0,08	87,2	5,10	-1,26	101,5	12,02	0,14
2639	65,0	44,33	-0,45	87,9	4,93	-1,34	106,1	12,09	0,51
34176	98,4	46,11	-0,13	90,1	4,94	-0,74	98,3	11,62	-0,15
34425	94,4	42,57	-0,59	92,7	5,25	-0,57	100,1	11,87	0,01
3611	102,2	51,02	0,21	93,1	5,52	-0,51	104,0	12,43	0,27
364	99,6	48,82	-0,04	94,5	5,63	-0,32	99,7	11,91	0,03
2215	101,9	49,49	0,18	96,3	5,73	-0,26	103,1	12,61	0,25
0125	97,1	47,71	-0,31	96,2	5,8	-0,32	100,3	12,54	0,03
44244	98,6	46,11	-0,16	95,3	5,72	-0,31	102,7	12,85	0,22
4452	102,6	49,56	0,31	90,9	5,03	-0,79	101,6	12,19	0,14
44270	103,0	50,21	0,33	93,0	5,67	-0,47	113,8	14,33	1,11
44129	92,7	42,30	-0,84	85,0	4,51	-1,29	103,1	13,04	0,47
26133	105,1	51,16	0,54	98,7	5,9	-1,1	101,7	12,48	0,14

по оценке препотентности производителя (D/M · 100%) по селекционному индексу по Н.А. Плохинскому [6] (2D – M), индексу племенной ценности (D – M / σD). Индексы племенной ценности производителей по живой массе, настригу и длине шерсти их дочерей приведены в табл. 4.

Данные препотентных производителей по живой массе находятся в пределах, превышающих 100%. Самый высокий индекс был у баранов № 26133, 44270, 44252, 3611, 44391, 2215, 44445. У остальных показатель находился на уровне средних данных. По второму варианту расчетов (2D – M) получены подобные результаты.

Весьма убедительными оказались данные о препотентности по последнему варианту. Здесь числитель (D – M) характеризует улучшающий эффект производителя, а знаменатель (σD) – амплитуду изменчивости признака. Полученный индекс 0,20 и выше у дочерей отцов № 26133, 44270, 4452, 44391, 3611, 2215 характеризует их как улучшателей широкоамплитуд-

ных (P < 0,05). Нейтральными признаны производители № 44244, 34176, 4680, 364, 44445. Самые низкие показатели получены по яркам отцов № 44129, 34425, 2639, 4440. Аналогичные данные характеризуют отцов по настригу шерсти и ее длине.

Большой научный и практический интерес представляет изучение и анализ рангов индексов племенной ценности производителей, полученных различными методами расчетов (табл. 5).

Данные были ранжированы и наглядно показывают преимущества дочерей препотентных производителей над их сверстницами. По живой массе, настригу шерсти и ее длине получили высокие ранги производители № 44270, 44391, 364; дополнительно по настригу шерсти № 44244. По длине шерсти отмечались производители, дочери которых имеют низкий уровень продуктивности (№ 34425, 4440, 44129, 2639).

Ранги индексов племенной ценности баранов-производителей
Ranks of breeding value indices of ram breeders

Номер барана	Ранг отца	Дочки/сверстницы			Дочки/матери			Средняя по дочерям/сверстницам – дочерям/матерям
		живая масса, кг	настриг шерсти, кг	длина шерсти, см	живая масса, кг	настриг шерсти, кг	длина шерсти, см	
44391	2	7	5	11	13	13	15	10
4440	7	15	8	2	8	8	5	13
44445	4	9	5	5	16	16	2	7
4680	13	2	4	14	12	12	12	11
2639	14	12	6	6	14	14	3	12
34176	11	11	10	15	11	11	16	16
34425	15	16	7	13	9	9	13	15
3611	12	1	5	11	7	7	7	3
364	8	4	4	12	5	5	15	8
2215	6	8	5	9	2	2	6	6
0125	1	3	2	4	3	3	11	4
44244	9	13	3	3	4	4	8	5
4452	5	10	9	10	10	10	10	9
44270	3	6	1	1	6	6	1	1
44129	10	14	11	7	15	15	4	14
26133	4	5	4	8	1	1	9	2

ВЫВОДЫ

1. Материалы проверки баранов-производителей по качеству потомства показали высокую надежность сравнения индексов племенной ценности производителей, сравнения продуктивности дочерей со сверстницами с учетом истинных дочерей и продуктивности сверстниц, а также сравнения продуктивности дочерей с матерями при разных методах расчета.

2. В отселекционированной популяции кулундинской тонкорунной породы овец су-

ществует низкая генетическая изменчивость по живой массе дочерей среди используемых баранов-производителей.

3. Для повышения эффективности селекции в племязаводе ОАО «Степное» следует интенсивно использовать баранов улучшателей № 3611, 4680, 0125, 364, 26133, 44270, 2215, 44445. К нейтральным отнесены производители № 44244 и 4452. Ухудшателями были бараны № 34425, 4440, 44129, 2639, которые не допускаются к воспроизводству.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гольцблат А.И., Ерохин А.И., Ульянов А.Н. Селекционно-генетические основы повышения продуктивности овец. – М., 1988. – 279 с.
2. Ерохин А.И., Ерохин С.Н. Овцеводство. – М.: МГУП, 2004. – 480 с.
3. Биология, генетика и селекция овцы / А.В. Кушнир, В.И. Глазко, В.Л. Петухов, Г. Димов, С.И. Сторожук. – Новосибирск: НГАУ, 2010. – 510 с.
4. Шайдулин И. Создание скороспелого мясного овцеводства в России на примере Великобритании // Главный зоотехник. – 2011. – № 2. – С. 37–43.
5. Косилов В.Е., Никонова Е. Мясная продуктивность молодняка овец цигайской породы // Главный зоотехник. – 2011. – № 1. – С. 37–46.

6. *Cadmium* content variability in organs of West Siberian Hereford bull-calves / V.L. Petukhov, K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, O.S. Korotkevich [et al.] // Proceeding of Abstract 17th International Conference on Heavy Metals in the Environment. – Guiyang, China. – 2014. – P. 74.
7. *Copper* content in hair, bristle and feather in different species reared in Western Siberia / T.V. Konovalova, K.N. Narozhnykh, V.L. Petukhov, Y.I. Fedyaev [et al.] // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2017. – P. 74. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.03.304>.
8. *Iron* content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia) / K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, Ju. I. Fedyaev, N.I. Shishin [et al.] // Indian Journal of Ecology. – 2017. – Vol. 44(2). – P. 217–220.
9. *Генофонды* сельскохозяйственных животных. Генетические ресурсы животноводства / И.Г. Моисеева, С.В. Уханов, Ю.А. Столповский, Г.Е. Сулимова, С.Н. Каштанов. – М.: Наука, 2006. – 462 с.
10. *Состояние* всемирных генетических ресурсов животных в сфере продовольствия и сельского хозяйства. – 2007. – 512 с.
11. *Патент* на изобретение RUS 2270562. Способ сохранения редких и исчезающих пород животных / В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст, А.И. Желтиков, В.Г. Маренков [и др.]. – Заявл. 05.05.2005; опубл. 27.02.2006. – Бюл. № 6.
12. *Проблемы* селекции сельскохозяйственных животных / Б.Л. Панов, В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст [и др.]. – Новосибирск: Наука. Сиб. предпр. РАН, 1997. – 283 с.
13. *The Romanov* breed sheep in Siberia / O.I. Sebezsko, E.V. Kamaldinov, Ju.I. Fedyaev, N.I. Shishin [et al.] // Proceeding The 2nd World Conference on Sheep. – 2018. – P. 11 – 12.
14. *Родионов В.А., Екимов А.Н.* Изменение ранга племенной ценности козлов при действии на их потомство разных факторов среды // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2002. – № 2. – С. 11 – 12.
15. *Санников М.И.* Родители и их индивидуальные задатки. Межпородное скрещивание в тонкорунном овцеводстве. – М.: Колос, 1964. – С. 314 – 330.
16. *Макро- и микроэлементы* в почвах и кормовых травах периферических полей Барнаульского Приобья / А.И. Сысо, М.А. Лебедева, С.А. Худяев [и др.] // Вестник НГАУ. – 2017. – № 3 (44). – С. 54 – 61.
17. *Ecological* and biochemical evaluation of elements contents in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia / A.I. Syso, V.A. Sokolov, V.L. Petukhov [et al.] // J. Pharm. Sci. and Res. – 2017. – Vol. 9 (4). – P. 368 – 374.
18. *Analysis* of trace elements in the hair of farm animals by atomic emission spectrometry with Dc Arc excitation sources / A.R. Tsygankova, A.V. Kuptsov, K.N. Narozhnykh, A.I. Saprykin [et al.] // J. Pharm. Sci. and Res. – 2017. – Vol. 9(5). – P. 601 – 605.
19. *Direct* determination of cooper, lead and cadmium in the whole bovine blood using thick film modified graphite electrodes / T.V. Skiba, A.R. Tsygankova, N.S. Borisova, K.N. Narozhnykh [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9(6). – P. 958 – 964.
20. *Нарожных К.Н.* Изменчивость, корреляции и уровень тяжелых металлов в органах и тканях герфордского скота в условиях Западной Сибири: дис. ... канд. биол. наук. – 2019. – 163 с.
21. *Влияние* баранов-производителей романовской породы на аккумуляцию цинка в шерсти потомства / М. Лью, Р.Т. Саурбаева, О.И. Себежко, В.А. Андреева, Т.В. Коновалова // Вестник НГАУ. – 2019. – № 3 (52). – С. 91 – 97.
22. *Генетические* маркеры мясной продуктивности овец (*Ovis aries*). Сообщ. I: Миостатин, кальпаин, кальпаастатин / В.И. Трухачев, М.И. Селионова, А.Ю. Криворучко, А.М.М. Айбазов // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 6. – С. 1107 – 1119.

23. *Mutation* in BMPR-1B and BMP-15 genes are association with litter size in Small tailer han sheep (*Ovis aries*) / M.X. Chu, Z.H. Liu, C/L/ Jiao [et al.] // J. Anim. Sci. – 2007. – Vol. 85, N 8. – P. 598–603. – DOI: 10.2527/jas.2006-324.
24. *Проблемы сельскохозяйственной экологии* / А.Г. Незавитин, В.Л. Петухов, А.Н. Власенко [и др.] – Новосибирск: Наука, 2000. – 255 с.
25. *Accumulation* of Cu and Zn in the soils, rough fodder, organs and muscle tissues of cattle in Western Siberia / V.L. Petukhov, A.I. Syso, K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7(4). – P. 2458 – 2464.
26. *Cadmium* accumulation in soil, fodder, grain, organs and muscle tissue of cattle in West Siberia (Russia) / K.N.Narozhnykh, T.V. Konovalova, V.L. Petukhov, A.I. Syso [et al.] // International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR). – 2016. – Vol. 7, is. 4. – P. 1758 – 1764.

REFERENCES

1. Goltsblat A.I., Erokhin A.I., Ulyanov A.N., *Selektsionno-geneticheskie osnovy povysheniya produktivnosti ovets* (Selection and genetic basis for increasing the productivity of sheep), Moscow, 1988, 279 p.
2. Erokhin A.I., Erokhin S.N., *Ovtsevodstvo* (Sheep breeding), Moscow: MGUP, 2004, 480 p.
3. Kushnir A.V., Glazko V.I., Petukhov V.L., Dimov G., Storozhuk S.I., *Biologiya, genetika i selektsiya ovtsy* (Biology, genetics and breeding of sheep), Novosibirsk: NSAU, 2010, 510 p.
4. Shaidulin I., *Glavnyy zootekhnik*, 2011, No. 2, pp. 37 – 43. (In Russ.)
5. Kosilov V.E., Nikonova E., *Glavnyy zootekhnik*, 2011, No. 1, pp. 37 – 46. (In Russ.)
6. Petukhov V.L., Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Korotkevich O.S. [et al.], Cadmium content variability in organs of West Siberian Hereford bull-calves, *Proceeding of Abstract 17th International Conference on Heavy Metals in the Environment*, Guiyang, China, 2014, pp. 74.
7. Konovalova T.V., Narozhnykh K.N., Petukhov V.L., Fedyaev Y.I. [et al.] Copper content in hair, bristle and feather in different species reared in Western Siberia, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2017, pp. 74., <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.03.304>.
8. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Fedyaev Ju.I., Shishin N.I. [et al.], Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia), *Indian Journal of Ecology*, 2017, Vol. 44(2), pp. 217 – 220.
9. Moiseeva I.G., Ukhanov S.V., Stolpovsky Yu.A., Sulimova G.E., Kashtanov S.N., *Genofondy sel'skokhozyaystvennykh zhyvotnykh. Geneticheskie resursy zhyvotnovodstva* (Gene pools of agricultural animals. Genetic resources of animal husbandry), Moscow: Nauka, 2006, 462 p.
10. *Sostoyanie vseмирnykh geneticheskikh resursov zhyvotnykh v sfere prodovol'stviya i sel'skogo khozyaystva* (The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture), 2007, 512 p.
11. Petukhov V.L., Ernst L.K., Zheltikov A.I., Marenkov V.G. [et al.], Patent for invention RUS 2270562, Appl. 05.05.2005, publ. February 27.02.2006, Bull. No. 6. (In Russ.)
12. Panov B.L., Petukhov V.L., Ernst L.K. [et al.], *Problemy selektsii sel'skokhozyaystvennykh zhyvotnykh* (Problems of selection of farm animals), Novosibirsk: Science. Siberian enterprise RAS, 1997, 283 p.
13. Sebezshko O.I., Kamaldinov E.V., Fedyaev Ju.I., Shishin N.I. [et al.], The Romanov breed sheep in Siberia, *Proceeding The 2nd World Conference on Sheep*, 2018, pp. 11 – 12.
14. Rodionov V.A., Ekimov A.N., *Ovtsy, kozy, sherstyanoje delo*, 2002, No. 2, pp. 11 – 12. (In Russ.)

15. Sannikov M.I., *Roditeli i ikh individual'nye zadatki. Mezhpородное skreshchivanie v tonkorunnom ovtsevodstve* (Parents and their individual inclinations. Interbreed crossing in fine-wool sheep breeding), Moscow: Kolos, 1964, pp. 314 – 330.
16. Syso A.I., Lebedeva M.A., Khudyaev S.A. [et al.], *Vestnik NGAU*, 2017, No. 3(44), pp 54–61. (In Russ.)
17. Syso A.I., Sokolov V.A., Petukhov V.L. [et al.], Ecological and biochemical evaluation of elements contents in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia, *J. Pharm. Sci. and Res*, 2017, Vol. 9(4), pp. 368 – 374.
18. Tsygankova A.R., Kuptsov A.V., Narozhnykh K.N., Saprykin A.I. [et al.], Analysis of trace elements in the hair of farm animals by atomic emission spectrometry with Dc Arc excitation sources, *J. Pharm. Sci. and Res*, 2017, Vol. 9(5), pp. 601 – 605.
19. Skiba T.V., Tsygankova A.R., Borisova N.S., Narozhnykh K.N. [et al.], Direct determination of cooper, lead and cadmium in the whole bovine blood using thick film modified graphite electrodes, *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, Vol. 9(6), pp. 958 – 964.
20. Narozhnykh K.N., *Izmenchivost', korrelyatsii i uroven' tyazhelykh metallov v organakh i tkanyakh gerefordskogo skota v usloviyakh Zapadnoy Sibiri* (Variability, correlations and the level of heavy metals in organs and tissues of Hereford cattle in the conditions of Western Siberia), Candidate's thesis, 2019, 163 p.
21. Lew M., Saurbaeva R.T., Sebezhenko O.I., Andreeva V.A., Konovalova T.V., *Vestnik NGAU*, 2019, No. 3 (52), pp. 91 – 97. (In Russ.)
22. Trukhachev V.I., Selionova M.I., Krivoruchko A.Yu., Aybazov A.M.M., *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*, 2018, T. 53, No. 6, pp. 1107 – 1119. (In Russ.)
23. Chu M.X., Liu Z.H., Jiao C.L. [et al.], Mutation in BMPR-IB and BMP-15 genes are association with litter size in Small tailer han sheep (*Ovis aries*), *J. Anim. Sci*, 2007, Vol. 85, No. 8, pp. 598–603, DOI: 10.2527 / jas. 2006–324.
24. Nezavitin A.G., Petukhov V.L., Vlasenko A.N. [et al.], *Problemy sel'skokhozyaystvennoy ekologii* (Agricultural ecology problems), Novosibirsk: Nauka, 2000, 255 p.
25. Petukhov V.L., Syso A.I., Narozhnykh K.N., Konovalova T.V. [et al.], Accumulation of Cu and Zn in the soils, rough fodder, organs and muscle tissues of cattle in Western Siberia, *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2016, Vol. 7(4), pp. 2458 – 2464.
26. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Petukhov V.L., Syso A.I. [et al.], Cadmium accumulation in soil, fodder, grain, organs and muscle tissue of cattle in West Siberia (Russia), *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)*, 2016, Vol. 7, is. 4, pp. 1758 – 1764.