

2008-343

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
БИОЛОГО-ПОЧВЕННЫЙ ИНСТИТУТ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ОШСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ Д.03.06.316

**На правах рукописи
УДК 636.1.082.13 (575.2)**

ИСАЕВ МИРБЕК АШЫМБЕКОВИЧ

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАРИОТИПА АБОРИГЕННОЙ И
НОВОКЫРГЫЗСКОЙ ПОРОД ЛОШАДЕЙ В КЫРГЫЗСТАНЕ**

03.00.15 - генетика

**Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Бишкек-2008

Связь темы диссертации с основными НИР. Работа является частью тематического плана НИР кафедры биологии Кыргызского аграрного университета им. К.И. Скрябина (№0000745 госрегистрации).

Цель и задачи исследования. Целью исследования является изучение кариотипа лошадей новокиргызской и аборигенной пород, разводимых в Кыргызстане. Задачи исследования:

- Провести морфологический анализ хромосом местной аборигенной и новокиргызской пород лошадей.
- Изучить уровни гетероплоидии и частоты хромосомных aberrаций лошадей новокиргызской породы и ее изменение в связи с возрастом.
- Определить закономерности распределения животных по количеству неконституциональных геномных и хромосомных мутаций.
- Изучить связь спонтанной кариотипической изменчивости с воспроизводительной функцией у лошадей новокиргызской породы.

Научная новизна полученных результатов заключается в том, что впервые в условиях Кыргызстана проводились исследования кариотипа местной аборигенной и новокиргызской пород лошадей. Впервые приводятся результаты исследований по изучению уровня гетероплоидии и хромосомных aberrаций, а также возрастные изменения их частоты у лошадей новокиргызской породы. Установлена связь кариотипической изменчивости с воспроизводительной функцией у животных.

Практическая значимость полученных результатов. Полученные результаты по изучению кариотипа лошадей будут служить эталоном в цитогенетическом тестировании кариотипа оцениваемых племенных животных в фермерских и государственных племенных стадах. Результаты исследований позволяют создать идиограмму и кариотипический банк данных наиболее распространенных в Кыргызстане пород лошадей, на ранней стадии отбора выявить животных с нарушениями кариотипа. Материалы диссертации также будут применены в учебном процессе в Кыргызском аграрном университете на зооинженерном и ветеринарном факультетах, на курсах по генетике, биотехнологии и общей биологии.

Экономическая значимость полученных результатов. Внедрение результатов исследований позволяет улучшить генетическую ценность лошадей и их продуктивность, что, в конечном счете, приведет к повышению экономической эффективности коневодства в целом.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие основные положения диссертации:

- морфология хромосом аборигенной и новокиргызской пород лошадей и линейные параметры хромосом новокиргызской породы лошадей;

- возрастная динамика уровня гетероплоидии и частоты хромосомных aberrаций у лошадей новокиргызской породы;
- закономерности распределения животных по количеству неконституциональных геномных мутаций лошадей новокиргызской породы;
- связь уровня кариотипической изменчивости с воспроизводительной функцией у лошадей новокиргызской породы.

Личный вклад соискателя. Вся теоретическая и экспериментальная часть исследований были выполнены лично соискателем.

Апробация результатов диссертации. Результаты исследований и основные положения диссертации обсуждались на научно-практических конференциях молодых ученых и специалистов Кырг. НИИЖ (Бишкек, 1999, 2001); международных научно-технических конференциях: «Проблемы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и растений в условиях высокогорья» (Бишкек, 2002); «Научно-технический потенциал Кыргызского аграрного университета по освоению горных регионов Кыргызстана» (Бишкек, 2002); на I-м международном ветеринарном конгрессе (Алматы, 2002); расширенном заседании кафедры биологии Кыргызского аграрного университета (Бишкек, 2005); заседании Ученого совета Биолого-почвенного института НАН КР (Бишкек, 2006).

Опубликованность результатов. По результатам исследований опубликовано 10 научных статей в периодических изданиях Кыргызстана и Казахстана.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 116 страницах компьютерного текста, включает 14 таблиц и 11 рисунков. Структура диссертации: введение, 3 главы – обзор литературы, материал и методы исследований, результаты исследований; выводы, рекомендации и предложения производству, список использованной литературы. Список литературы включает 216 источников, в том числе 113 – на иностранном языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приведена общая характеристика работы, изложена актуальность темы и сформулированы цели и задачи исследований.

В первой главе проведен аналитический обзор литературы по исследованию кариотипа лошадей и обоснована необходимость исследований кариотипа лошадей в Кыргызстане.

Во второй главе приводится материал, место и методика исследований.

Исследования проводились в период с 1998 по 2004 год на кафедре биологии Кыргызского аграрного университета им. К.И. Скрябина.

В качестве материала для исследований служили культивируемые в течении 72 часов лейкоциты периферической крови и клетки костного мозга в кратковременной культуре, получаемой от животных новокиргызской породы

лошадей (n=89 голов), разводимых на конном заводе Бакай-Таш Таласского района и местных аборигенных лошадей (n=11 голов), разводимых на частных фермах Ат-Башинского района Нарынской области.

Все отобранные для цитогенетического исследования животные были клинически здоровы, фенотипически нормальны, на протяжении последних 6 месяцев не болели вирусной инфекцией.

Анализ препаратов хромосом проводили под микроскопом МБИ-15 и PZO (Варшава), при увеличении X1020 в иммерсионной системе. Микрофотосъемку производили на пленку «Микрат 300». Для составления идиограммы хромосомного набора лошади провели морфометрический анализ 100 метафазных пластинок. Препараты окрашивали красителем Гимза (азур – эозин). Измерение длин хромосом производили по микрофотографиям метафазных пластинок. Всего проанализировано 10820 клеток.

Весь цифровой материал экспериментов обработан методами биометрии (Г.Ф. Лакин, 1990) и компьютерной программой Microsoft Excel 98.

В третьей главе представлены результаты исследований кариотипа лошадей новокиргызской и аборигенной пород и их обсуждение.

Морфология хромосом и сравнительное изучение их линейных параметров у лошадей новокиргызской и аборигенной пород. Для изучения морфологических особенностей были исследованы кариотипы лошадей новокиргызской породы и аборигенной местной. Их кариотипы состоят из 64 хромосом (2n=64), из которых 26 аутосом мета- и субметацентрического типа, 36 аутосом акроцентрического типа. Половая X-хромосома имеет большую субметацентрическую форму, а Y-хромосома – самую маленькую акроцентрическую форму в кариотипе. Данные по морфологии хромосом подтверждаются результатами других исследователей (Т.И.Пименова, 1989; С.Е. Дерюшева и др., 1999; Reading Conf, 1980; Power, 1984;).

По своим средним размерам первая хромосома на высоком уровне достоверности превосходит среднюю длину остальных пар хромосом ($p < 0,001$ – по сравнению со всеми парами аутосом и Y-хромосомой и $p < 0,001$ с X-хромосомой). Отмечено заметное различие параметров длины второй половой X-хромосомы. Она, за исключением линейных размеров вышеуказанных пар хромосом, по своей длине достоверно превосходит длину остальных пар хромосом. Наши данные согласуются с результатами других авторов, что X-хромосома по своим линейным параметрам относится ко второй хромосоме кариотипа. В сравнительно высокой степени варьируют относительные размеры Y-хромосомы у жеребцов ($C_v=15,736\%$), хотя она относится к одной из мелких хромосом кариотипа. По своим размерам Y-хромосома ничем не отличается от размеров самых мелких аутосом кариотипа (28–31 пары; $p < 0,05$) и в наших исследованиях она более всего приближается к размерам тридцатой пары аутосом (табл. 1 и рис.1).

Полиморфизм относительных размеров хромосом лошадей новокиргызской породы. Результаты анализа морфометрических параметров аутосом и половых хромосом лошадей представлены в табл.1.

Таблица 1

Характеристика изменчивости длины хромосом у новокиргызской породы лошадей (в %)

№№ хромосом	\bar{x}	m_x	σ	C_v	μ при $p=0,001$
1	7,301	0,503	1,510	20,684	4,895–9,707
2	4,810	0,294	0,882	18,336	3,405–6,215
3	4,271	0,236	0,707	16,563	3,144–5,398
4	4,035	0,214	0,643	15,930	3,011–5,059
5	3,790	0,194	0,582	15,357	2,863–4,717
6	3,610	0,190	0,569	15,769	2,703–4,517
7	4,745	0,273	0,818	17,236	3,442–6,048
8	4,025	0,222	0,667	16,573	2,962–5,088
9	3,792	0,193	0,579	15,274	2,869–4,715
10	3,606	0,185	0,555	15,386	2,722–4,490
11	2,611	0,144	0,433	16,587	1,921–3,301
12	2,234	0,107	0,321	14,365	1,723–2,745
13	2,171	0,111	0,333	15,324	1,641–2,701
14	3,913	0,221	0,664	16,967	2,855–4,971
15	3,655	0,204	0,612	16,741	2,680–4,630
16	3,552	0,196	0,589	16,575	2,614–4,490
17	3,408	0,164	0,491	14,419	2,625–4,191
18	3,212	0,131	0,393	12,247	2,585–3,839
19	3,018	0,113	0,340	11,267	2,476–3,560
20	2,749	0,095	0,285	10,349	3,296–3,202
21	2,558	0,096	0,287	11,228	2,100–3,016
22	2,184	0,089	0,268	12,277	1,757–2,611
23	2,093	0,076	0,229	10,932	1,728–2,458
24	1,963	0,079	0,238	12,127	1,584–2,342
25	1,901	0,067	0,202	10,633	1,579–2,223
26	1,803	0,062	0,186	10,314	1,507–2,099
27	1,743	0,060	0,180	10,352	1,456–2,030
28	1,674	0,067	0,200	11,934	1,356–1,992
29	1,595	0,057	0,172	10,771	1,32–1,869
30	1,427	0,065	0,194	13,613	1,117–1,737
31	1,332	0,047	0,140	10,479	1,110–1,554
X	5,219	0,424	1,273	24,388	3,191–7,247
Y	1,479	0,078	0,233	15,736	1,108–1,850
Весь гаплоидный набор хромосом					
n с учетом X-хромосомы	3,125	0,079	1,414	45,257	2,865–3,385

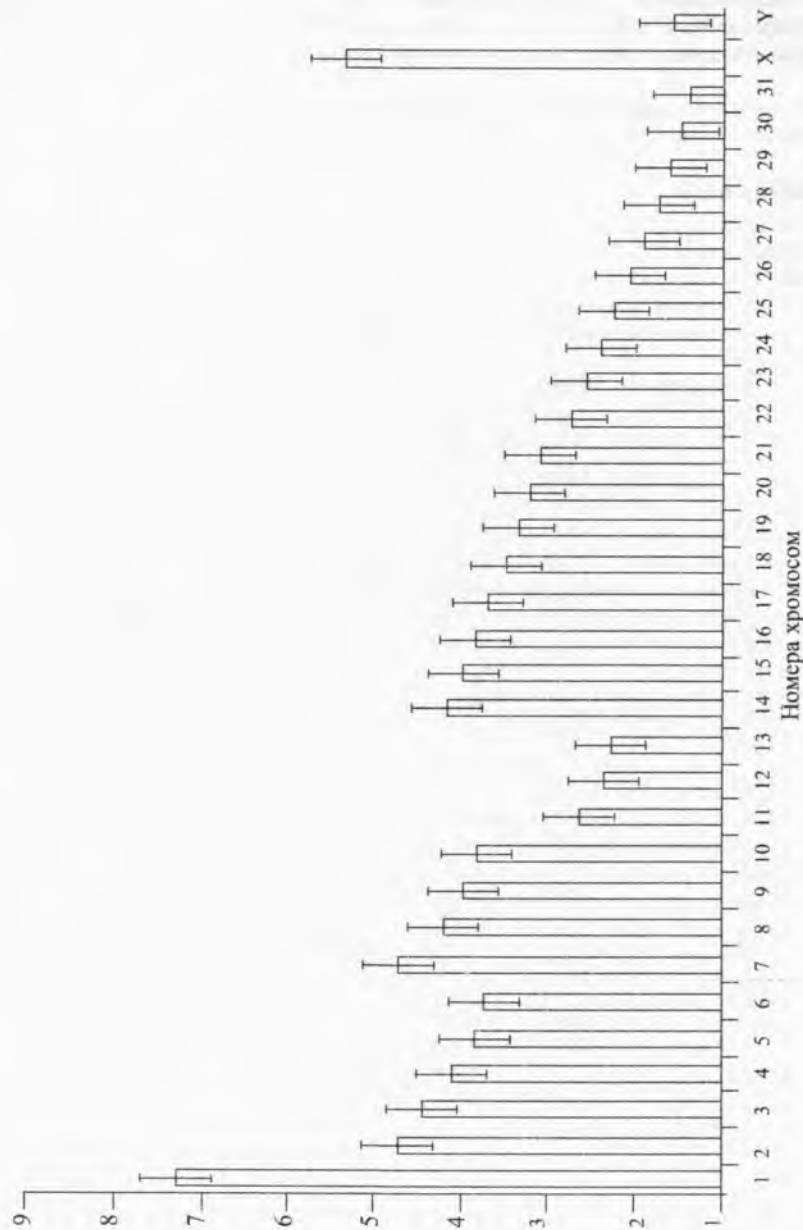


Рис. 1. Идиограмма лошади.

Наблюдаемые различия в линейных размерах между соседними парами хромосом, особенно акроцентрическими аутоосомами (за исключением разницы длин между хромосомами №21 и №22), являются статистически незначимыми ($p > 0,05$). В подавляющем большинстве случаев числовые значения генеральных параметров (μ или $x_{ген}$ при $p=0,001$) соседних пар хромосом заходят в границы друг друга. Первая пара хромосом выделяется из остальных пар хромосом, поскольку она является наибольшей хромосомой кариотипа: $\bar{x} \pm m_{\bar{x}} = L \pm S_{Lr} = 7,301 \pm 0,503$. Следующими парами хромосом, выделяющимися по своим линейным размерам, является вторая и седьмая пары аутосом. Их средняя длина по сравнению с остальными парами хромосом кариотипа, за исключением самых крупных хромосом кариотипа, также является статистически значимой.

Анализируя данные табл. 1 в целом можно отметить, что с увеличением размеров хромосом увеличивается изменчивость их относительных размеров. Из данных таблицы видно, что вышеотмеченные пары хромосом лошади по своей относительной длине являются высоколабильными, так как значение их коэффициентов изменчивости оказались сравнительно высокими в кариотипе: для первой пары — 20,684%; для второй — 18,336%; для седьмой — 14,236% и для X-хромосомы — 24,388%. Такая изменчивость указанных и некоторых других пар хромосом не выходит за пределы нормального распределения, так как длина каждой из этих пар хромосом, изначально взятых для исследования в метафазах, находится в границе $\pm 3\sigma$, о чем свидетельствуют данные табл. 2.

Таблица 2

Изменчивость некоторых пар хромосом кариотипа лошадей
новокиргызской породы (в %)

Показатель	Хромосомы					
	1	2	7	8	X	Y
x_1	9,10	5,85	5,80	4,75	6,67	1,78
x_2	9,10	5,84	5,80	4,74	6,66	1,76
x_3	9,10	5,81	5,72	4,74	6,65	1,72
x_4	8,90	5,72	5,19	4,72	6,57	1,70
x_5	6,32	4,56	4,82	4,11	5,02	1,44
x_6	6,28	4,34	4,12	3,82	4,55	1,33
x_7	6,17	4,21	4,09	3,54	4,46	1,30
x_8	6,02	4,06	4,06	3,33	3,91	1,29
x_9	6,02	3,86	3,98	3,30	3,85	1,25
x_{10}	6,00	3,85	3,87	3,20	3,85	1,22
$x \pm m_{\bar{x}}$	7,30±0,503	4,81±0,294	4,75±0,273	4,03±0,222	5,22±0,424	1,48±0,078
μ^*	6,16–8,437	4,146–5,474	4,133–5,367	3,528–4,532	4,262–6,178	1,304–1,656
σ	1,510	0,882	0,818	0,667	1,273	0,233
$\bar{x} \pm 3\sigma$	2,77–1,831	2,164–7,456	2,296–7,204	2,029–6,031	1,401–9,039	0,781–0,179

* — значения средней арифметической были определены при $p=0,95$

Из данных приведенной выше таблицы можно отметить, что на разных препаратах (полученных может быть от одной и той же лошади) относительные размеры хромосом варьируются в значительной степени. Так, например, относительные размеры самой изменчивой X-хромосомы, в половине случаев из анализированных десяти метафаз, оказались меньше, чем средняя длина второй и седьмой пар аутосом ($p < 0,05$). В то же время эти различия, как и различия в средних размерах между обсуждаемыми парами хромосом, статистически не достоверны.

Полученные нами данные согласуются с данными других исследователей (Т.И.Пименова, 1989; De Giovanni et. al., 1979; и др.). Однако при сравнении наших данных с данными некоторых авторов (С.Е. Дерюшева и др., 1999; К. Hansen, 1975;) обнаружено различие относительных размеров некоторых пар хромосом.

При сравнении наших данных с данными полученными С.Е. Дерюшевой и др. по седьмой, одиннадцатой, тринадцатой, восемнадцатой и двадцать первой паре хромосом, разница оказалась статистически высокодостоверной ($p < 0,001$). Эти авторы исследовали прометафазные хромосомы, соответственно их индекс спирализации оказался заметно низким, чем в наших исследованиях, с другой стороны, надо учитывать высокую вариабельность размеров хромосом (таб.1). Следует отметить, что с увеличением абсолютной длины половой X-хромосомы не наблюдается увеличение ее генетически активной зухроматинизированной части. Отмечен гетероморфизм между гомологами X-хромосом.

Нормальная спонтанная изменчивость кариотипа лошадей новокыргызской породы. Изменения уровня гетероплоидии в зависимости от возраста лошадей новокыргызской породы. В данном разделе приводятся результаты изучения кариотипической изменчивости (анеуплоидии, полиплоидии) в зависимости от возраста лошадей новокыргызской породы, которых мы разделили на следующие группы: I группа (1–2 месяца) – 385 метафаз, II группа (1–2 года) – 902 метафаз, III группа (3–5 лет) – 657 метафаз и IV группа (7–10 лет) – 516 метафаз.

Результаты цитогенетического анализа приведены в табл. 3. Данные таблицы показывают, что общий уровень частоты анеуплоидных клеток у исследованных лошадей сравнительно высок ($16,91 \pm 0,76\%$). Самый высокий уровень анеуплоидных клеток замечен у животных в возрасте 7 лет и старше ($21,71 \pm 1,81\%$), по этим показателям они с большой достоверностью превосходят животных II-й (1–2 года) и III-й (3–5 лет) групп ($p < 0,01$ и $p < 0,001$). Группы жеребят по частоте анеуплоидии также достоверно превосходят животных II и III группы ($p < 0,05$ и $p < 0,005$). Между тем наблюдаемая разница по уровню анеуплоидии между животными II и III групп оказалась недостоверной. По нашим исследованиям видно, что животные разных групп по этому показателю существенно не отличаются почти во всех случаях, если не считать данные между II и IV группами. Что касается уровня гиперплоидии, то здесь исключена возможность артефактного происхождения этих клеток.

Поэтому, чтобы определить истинный уровень анеуплоидии, количество гиперплоидных клеток следует увеличить в два раза. В таком случае истинный уровень анеуплоидии составляет в среднем $1,62 \pm 0,22\%$.

Таблица 3

Изменения уровня гетероплоидии лошадей новокыргызской породы в зависимости от возраста

Группа (возраст)	n	Σx	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$ %	Сравнение групп D/t ₀ ²				
				I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Гипоплоидия								
I (1–2 мес.)	4	68	17,66±1,94		>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
II (1–2 лет)	8	136	15,08±1,19	2,58		>0,05	<0,05	>0,05
III (3–5 лет)	7	91	13,85±1,35	3,81	1,23		<0,01	>0,05
IV (7–10 лет)	5	101	19,57±1,75	1,91	4,50	5,72	2,25	<0,10
V (в среднем)	24	396	16,10±0,74	1,56	1,02		3,48	
Гиперплоидия								
I (1–2 мес.)	4	6	1,56±0,63		<0,05	<0,05	>0,05	>0,05
II (1–2 лет)	8	2	0,22±0,16	1,34		>0,05	<0,01	<0,05
III (3–5 лет)	7	1	0,15±0,15	1,41	0,07		<0,01	<0,01
IV (7–10 лет)	5	24	2,13±0,64	0,57	1,91	1,98	0,66	<0,05
V (в среднем)		20	0,81±0,18	0,75	0,59		1,32	
Анеуплоидия (2n±1,2)								
I (1–2 мес.)	4	74	19,22±2,01		<0,10	<0,05	>0,05	>0,05
II (1–2 лет)	8	138	15,30±1,20	3,92		>0,05	<0,01	>0,05
III (3–5 лет)	7	92	14,00±1,35	5,22	1,30		<0,001	<0,10
IV (7–10 лет)	5	24	21,71±1,81	2,48	6,41	7,70	2,91	<0,05
V (в среднем)		416	16,91±0,76	2,31	1,61		4,79	
Истинная анеуплоидия								
I (1–2 мес.)	4	12	3,12±0,89		<0,01	<0,01	>0,05	X),05
II (1–2 лет)	8	4	0,44±0,22	2,68		>0,05	<0,001	<0,001
III (3–5 лет)	7	2	0,30±0,21	2,81	0,14		<0,001	<0,001
IV (7–10 лет)	5	22	4,26±0,89	1,15	3,82	3,96	1,32	<0,01
V (в среднем)	24	40	1,63±0,25	1,49	1,18		2,64	
Полиплоидия								
I (1–2 мес.)	4	6	1,56±0,63		<0,10	<0,05	>0,05	>0,05
II (1–2 лет)	8	3	0,33±0,19	1,23		>0,05	<0,05	<0,10
III (3–5 лет)	7	1	0,15±0,15	1,41	0,18		<0,05	<0,05
IV (7–10 лет)	5	24	1,74±0,58	0,19	1,41	1,59	0,62	>0,05
V (в среднем)		19	0,77±0,18	0,79	0,44		0,97	
Гетероплоидия								
I (1–2 мес.)	4	80	20,78±2,07		<0,05	<0,01	>0,05	>0,05
II (1–2 лет)	8	141	15,63±1,21	5,15		>0,05	<0,001	>0,05
III (3–5 лет)	7	93	14,16±1,36	6,62	1,48		<0,001	<0,01
IV (7–10 лет)	5	121	23,45±1,87	2,67	7,82	9,29		<0,01
V (в среднем)	24	435	17,68±0,77	3,10	2,05	3,53	5,77	

Из табл. 3 можно заметить, что отмеченная разница по уровню истинной анеуплоидии является более достоверной и эта разница изменяется с определенной закономерностью в сторону повышения в процессе онтогенеза.

Со старением организма возрастает частота полиплоидных клеток в костном мозге, печени, селезенке и это в большинстве случаев зависит от вида полиплоидных клеток, в исследованиях передний уровень частоты полиплоидии составляет $0,77 \pm 0,18\%$ (табл.3). Эти данные являются показателями, характеризующими животных вида *Eguus cadallus*. Как видно из данных таблицы 3.3.1.1. наиболее высокие показатели полиплоидии имеют животные I (1–2 мес.) и IV (7–10 лет) групп, а в остальных группах предел отклонения от среднего показателя небольшой. Частота появления полиплоидии подчиняется закону Пуассона (Бегимкулов Б.К. и др., 2000–2001). В связи с этим при изучении данного явления для более полной картины следует анализировать как можно большее количество метафаз.

Таким образом, в изменении уровня гетероплоидии в процессе онтогенеза у лошадей можно различить 3 периода: I период, когда у новорожденных жеребят наблюдается повышенный уровень полиплоидии, связанный с еще не полностью сформировавшейся иммунной системой организма, II период у молодых и физиологически зрелых животных, который характеризуется более низким уровнем гетероплоидии и III период, когда наблюдается повышение уровня гетероплоидии у лошадей 7 лет и старше. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что уровень анеуплоидии и полиплоидии отражает состояние клеточного гомеостаза при онтогенезе и может использоваться вместе с другими цитогенетическими показателями для определения онтогенетических изменений на клеточном уровне.

Изменение частоты хромосомных aberrаций у лошадей новокыргызской породы в связи с возрастом. Данные цитогенетических исследований показывают, что структура хромосом может изменяться в процессе онтогенеза в результате влияния различных факторов. По нашим исследованиям получены данные, свидетельствующие о закономерном возрастании частоты aberrантных клеток с возрастом животного (табл. 4).

Таблица 4

Спонтанные хромосомные aberrации у лошадей новокыргызской породы разных возрастов

Возраст, лет	Кол-во исслед. жив-х	Aberrантные клетки		t_a^0 / D				
		кол-во	%	0	1–1,5	3–5	7–10	В среднем
0	6	34	$5,67 \pm 0,94$	–	2,85**	2,89**	1,21	1,40
1–1,5	11	31	$2,82 \pm 0,50$	2,67**	–	0,04	4,06	1,45
3–5	9	25	$2,78 \pm 0,55$	2,65**	0,05	–	4,10	1,49
7–10	8	55	$6,88 \pm 0,89$	0,93	3,96**	3,91***	–	2,61
В среднем	34	145	$4,26 \pm 0,35$	1,39	2,38*	2,29*	2,72**	–

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Как видно из данных табл. 4, по результатам цитогенетических исследований кариотипа у лошадей новокыргызской породы ($n=34$) из 3404 анализированных метафазных клеток 145 клеток ($4,26 \pm 0,35\%$) содержали хромосомные aberrации, из них: хромосомных – 68 ($46,90\%$) и хроматидных – 77 ($53,10\%$). Анализ изменения частот aberrантных клеток в зависимости от возраста у исследованных животных позволяет отчетливо выделить три возрастных периода: I-период. От момента рождения жеребенка до достижения физиологической зрелости, который характеризуется высоким уровнем aberrантных клеток ($5,67 \pm 0,94\%$); 2-период. От 1 года до 6 лет – период низких уровней хромосомных aberrаций ($2,82 \pm 0,50$ и $2,78 \pm 0,55\%$); 3-период. От 7 лет и выше, когда наблюдается увеличение частоты aberrантных клеток ($6,88 \pm 0,89\%$).

Высокий уровень aberrантных клеток у новорожденных животных можно объяснить тем, что организм молодняка из-за еще не полностью сформировавшейся иммунной системы более подвержен влиянию факторов внешней среды и это как результат отражается высоким уровнем aberrантных клеток в крови. У животных в возрасте от 1 до 6 лет, с достижением физиологической зрелости наблюдается снижение и стабильность уровня хромосомных aberrаций. Животные этой группы в сравнении с животными в возрасте до одного года и старше 7 лет имеют достоверно низкие уровни aberrантных клеток ($p < 0,01$; $p < 0,001$). Сравнительно заметные достоверно высокие уровни aberrантных клеток имеют животные в возрасте 7–10 лет.

Полученные результаты исследований подтверждаются результатами исследований других ученых, проводивших аналогичные исследования в других биологических объектах (Л.И. Родькина, 1970; А.И. Кузнецов и др., 1980).

Анализ распределения кариотипических показателей лошадей. Распределение числа хромосом у лошадей. Нами анализированы законы распределения числа хромосом у лошадей – при нормальных показателях хромосом. У лошадей основная масса анализированных клеток характеризуется нормальным диплоидным набором хромосом: – 74,56%.

Характер варьирования числа хромосом у исследованных объектов представлен в табл. 5, в которой приведены данные по распределению клеток по классам вариационного ряда и частоте эмпирического и теоретического рядов. Из данных таблицы видно, что основная масса вариант накапливается в пятых классах и это является естественным, так как данный класс соответствует нормальному диплоидному набору хромосом (у лошадей – 64), тогда как удельный вес метафазных клеток с крайними вариантами ($2n+3$) не превышает трех процентов. По данным табл. также можно заметить значительное преобладание гипоплоидных клеток по сравнению с гиперплоидными. Подавляющее число гипоплоидных клеток характеризуется утерей аутосом из мелких групп.

По табл. 5 можно визуально заметить несоответствие частот эмпирических и теоретических рядов, поэтому для более точной проверки отмеченной разницы нами был использован критерий соответствия Пирсона (χ^2) и Ястремского (J).

Эмпирические и теоретические частоты распределения числа хромосом у лошадей

Показатель	Числа хромосом в кариотипе								
	60	61	62	63	64	65	66	67	Σ
W	60	61	62	63	64	65	66	67	
Эмп.	7	9	16	28	211	6	3	3	283
%	2,47	3,18	5,65	9,89	74,56	2,12	1,06	1,06	100
теор.	0,19	3,74	29,58	88,95	104,39	47,20	8,36	0,58	283,0
%	0,07	1,32	10,45	31,43	36,89	16,68	2,95	0,20	100

Критерий согласия, вычисленный методом χ^2 -квadrat для каждого вида исследованных животных, оказался значительно больше, чем их стандартное значение ($\chi^2_{\text{эмп}} > \chi^2_{\text{теор}}$). Вычисленные значения критерия Ястремского во всех группах оказались в несколько раз больше, чем их ожидаемые значения, из этого следует, что распределение метафазных клеток по числу хромосом у исследованных животных не подчиняется закономерностям нормального распределения, что наглядно проиллюстрировано на рис. 2, где отчетливо видна разница в характере распределения эмпирической и теоретической кривой по числу хромосом у изученных видов животных.



Рис. 2. Эмпирические и теоретические частоты распределения числа хромосом у лошадей.

В распределении клеток отмечена явная островершинность, которая является характерным свойством экссивной кривой, одновременно в некоторой степени отмечается отрицательная асимметрия, поскольку вершина эмпирической вариационной кривой расположена правее от центра распределения.

Вариации неконституциональных геномных мутаций. Для таких признаков как частота встречаемости полиплоидных клеток в организме животных, основным статистическим параметром является среднее арифметическое, так как значение σ^2 очень близко к ней (табл. 6).

Таблица 6

Распределение животных по количеству полиплоидных клеток

m	Лошади (n=61)		
	$f_{\text{эмп}}$	$f_{\text{теор}}$	Статистические показатели
0	41	40,9	$m(x)=m_c=0,41+0,08;$ $\sigma^2=0,44; \sigma=0,66$ $Cv=150\%$ $\chi^2_{\text{эмп}} = 0,0007 < \chi^2_{\text{ст}} = 0,83$
1	16	16,4	
2	3	3,3	
3	1	0,4	
$P < 0,999; J = 0,95 < 3$			

Из данных таблицы видно, что у 64,75% животных полиплоидные клетки вовсе не встречаются, а увеличение кратности встречаемости таких клеток очень низкое. Характеристики распределения полиплоидных клеток у лошадей — $m = 0,41$ и $\sigma_m^2 = 0,44$ то есть величина среднего арифметического совпадает с величиной дисперсии или очень близка к ней, т.е. $x = \sigma^2$.

Для определения теоретических частот использовалась данные таблицы Пуассона, согласно которой у лошадей при $m = 0,41 \approx 0,4$, т.е. $e^{0,4} P_0(m) = 0,6703$ (рис. 3.4.2.1.). Сравнительный анализ эмпирических и теоретических частот в распределении лошадей по количеству полиплоидных клеток методом χ^2 показывают, что в обоих случаях величина $\chi^2_{\text{эмп}}$ значительно уступает $\chi^2_{\text{ст}}$ ($\chi^2_{\text{эмп}} < \chi^2_{\text{ст}}$). Таким образом с высокой степенью достоверности ($P > 0,999$) можно заключить, что изученные нами распределения лошадей по количеству полиплоидных клеток строго следуют закону Пуассона.

Воспроизводительная способность жеребцов-производителей новокрыгызской породы и спонтанная изменчивость кариотипа. Данные об изменчивости кариотипа клеток крови у исследуемых жеребцов-производителей новокрыгызской породы с разными репродуктивными способностями приводятся в табл. 7.

Как видно из табл.7, наиболее высокий уровень спонтанной изменчивости кариотипа обнаружен у жеребца верхового типа Пакета (28,65%), что на 5,77% превышает средний уровень по группе. Уровень спонтанной изменчивости кариотипа также высок у жеребцов Аламана и Подбора — 25,60 и 25,97% соответственно. Жеребцы-производители Замок, Орок и Салам характеризуются наиболее низкими показателями изменчивости кариотипа (18,01; 19,19 и 19,25%). Если эти данные сопоставить с воспроизводительными качествами исследуемых животных, то можно заметить, что жеребцы-производители с лучшими воспроизводительными способностями (Салам,

Таблица 7

Изменчивость кариотипа клеток крови у жеребцов-производителей, используемых в воспроизводстве ГПЗ «Бакай-Таш»

Кличка, инв. № жеребца-произв.	Исслед. клеток, n	Анеуплоидия			Полиплоидия, %	Хромосомные aberrации	Всего, %
		Гиперплоидия	Гипоплоидия	Всего, %			
Аламан	107	18,48	1,20	19,68	1,52	4,40	25,60
Пакет	98	19,55	1,48	21,03	1,76	5,86	28,65
Орок	113	15,19	0,43	15,62	0,56	3,01	19,19
Подбор	120	19,42	1,28	20,70	1,33	3,94	25,97
Салам	124	15,24	0,56	15,80	0,75	2,70	19,25
Замок	150	14,70	0,21	14,91	0,63	2,47	18,01
В среднем	712	17,09	0,86	17,95	1,09	3,73	22,780

Замок) характеризуются низким уровнем изменчивости кариотипа (14,70; 15,24%), тогда как жеребцы-производители с низкой воспроизводительной способностью (Подбор, Пакет) имеют высокий уровень изменчивости кариотипа (25,70; 28,65%). При анализе кариотипа клеток крови в числе анеуплоидных клеток обнаруживались клетки с отсутствием половых хромосом и аутосом. В ходе цитогенетического исследования не были обнаружены конституциональные аномалии кариотипа.

Так как существует определенная коррелятивная связь между мутабельностью кариотипа соматических и генеративных клеток, мы считаем, что полученные данные в какой-то мере указывают на генетическую природу проявления различных уровней воспроизводительной способности.

Воспроизводительная способность кобыл новокиргызской породы в зависимости от уровня спонтанной изменчивости кариотипа. В процессе цитогенетического анализа выявляются различные формы гетероплоидии, фенотипическое проявление которых связано с нарушениями воспроизводительной функции сельскохозяйственных животных. В настоящее время среди различных пород лошадей, несмотря на достаточно жесткую их селекцию, широко распространены генные и хромосомные заболевания. С целью изучения связи воспроизводительной способности лошадей со спонтанной изменчивостью кариотипа, проведен сравнительный цитогенетический анализ кариотипов кобыл новокиргызской породы «ГПЗ» Бакай-Таш, имеющих различные воспроизводительные способности (табл. 8).

По показателям воспроизводительной способности исследуемых животных мы распределили на 3 группы: I группа (выжеребшие), II группа (абортировавшие и мертвородившие), III группа (яловые). Фенотипически все кобылы были здоровыми. Для полного выяснения причин разной воспроизводительной способности исследовалась уровень спонтанной изменчивости их кариотипа.

Таблица 8

Уровень анеуплоидии у кобыл новокиргызской породы с различной воспроизводительной функцией

Группа животных	Кол. во голов, n	Иссл.но метафаз ΣX	\bar{x}	$m_{\bar{x}}$	Сравнение групп D/t _d ^p			
					I	II	III	В среднем (IV)
Гипоплоидия								
I (выжеребшие)	55	5665	14,12	1,20		2,22*	2,73**	1,15
II (абортировавшие и мертвородившие)	11	1103	18,31	1,45	4,19		0,62	1,59
III (холостые)	16	1597	19,66	1,63	5,54	1,35		5,02**
В среднем	82	8365	15,73	0,72	1,61	2,58	3,93	
Гиперплоидия								
I	55	5665	0,19	0,11		3,44**	3,03**	2,23*
II	11	1103	1,72	0,43	1,53		0,53	2,01*
III	16	1597	2,12	0,62	1,93	0,40		2,08*
В среднем	82	8365	0,76	0,21	0,57	0,96	1,36	
Анеуплоидия								
I	55	5665	14,31	1,37		2,66**	3,31***	1,36
II	11	1103	20,03	1,65	5,72		0,72	1,91
III	16	1597	21,78	1,79	7,47	1,75		5,41***
В среднем	82	8365	16,49	0,84	2,18	3,54	5,29	

В результате исследований установлено (табл. 8), что средний уровень анеуплоидии у изучаемых животных составляет 16,49%, из которых основную долю составляют гипоплоидные клетки (15,73%). При этом животные I-й группы с нормальной воспроизводительной способностью имели достоверно низкие уровни анеуплоидии (14,31%) в сравнении с животными II-й и III-й группы, которые характеризовались нарушением репродуктивных свойств в виде мертворождений, абортирования и яловости (20,03% и 21,78%).

В процессе цитогенетического анализа кариотипа кобыл новокиргызской породы с различной воспроизводительной способностью получены следующие данные по уровню полиплоидных клеток в крови (табл. 9).

Таблица 9

Уровень полиплоидии у кобыл новокиргызской породы с различной воспроизводительной функцией

Группа животных	Кол. во голов, n	Иссл.но метафаз ΣX	\bar{x}	$m_{\bar{x}}$	Сравнение групп D/t _d ^p			
					I	II	III	В среднем (IV)
I	55	5665	0,21	0,14		2,51**	2,61**	2,06*
II	11	1103	1,30	0,41	1,09		0,715	1,47
III	16	1597	1,82	0,60	1,61	0,52		1,88
В среднем	82	8365	0,65	0,16	0,44	0,65	1,17	

Средний уровень полиплоидных клеток по исследуемым животным составил 0,65%. Между тем, по группам наблюдается широкая вариация по этому показателю: от 0,21% в первой группе и до 1,82% в третьей группе животных. Анализ данных таблицы показывает, что уровень полиплоидных клеток у кобыл с нарушениями воспроизводства (II и III группы) существенно и достоверно более высок ($p < 0,05$), чем у животных с нормальной воспроизводительной способностью, причем животные II-й и III-й группы по этому показателю существенно не отличаются.

Как один из типов хромосомных мутаций в соматических клетках часто встречаются структурные нарушения хромосом, т.е. хромосомные aberrации. Результаты по изучению частоты хромосомных aberrаций в клетках крови у исследуемых животных представлены в табл. 10.

Таблица 10

Уровень хромосомных aberrаций кобыл новокиргызской породы с различной воспроизводительной функцией

Группа животных	Кол-во голов, n	Иссл-но метафаз, ΣX	\bar{x}	$m_{\bar{x}}$	Сравнение групп D/t_d^p			
					I	II	III	В среднем (IV)
I	55	5665	3,05	0,50				
II	11	1103	5,71	0,81	2,66		3,83***	1,95
III	16	1597	7,26	0,92	4,21	1,55		1,72
В среднем	82	8365	4,21	0,32	1,16	1,50	3,05	3,13**

При анализе структурных aberrаций хромосом в большинстве случаев в клетках крови лошадей наблюдались пробелы, хроматидные и изохроматидные разрывы, фрагменты. В среднем по выборке обнаружено 4,21% клеток со структурными aberrациями хромосом. По уровню aberrаций хромосом наименьшей долей отличались кобылы I-й группы – 3,05%, а максимальное значение доли aberrантных клеток было у кобыл III группы – 7,26%, кобылы II-й группы занимают промежуточные положение (5,71%). Животные I-й группы имеют статистически достоверно низкие уровни гетероплоидии и хромосомных aberrаций, чем животные II-й и III-й группы. По уровню гетероплоидии и хромосомных aberrаций наименьшей долей (14,52% и 3,05%) отличались кобылы I-й группы с нормальной воспроизводительной способностью, тогда как кобылы II-й и III-й групп с нарушениями воспроизводительных способностей имели статистически достоверно высокие уровни гетероплоидных и aberrантных клеток (соответственно 21,33% и 5,71%; 23,60% и 7,26%).

Таким образом, в целом установлено, что животные с нарушениями воспроизводительной функции характеризуются высоким уровнем соматической спонтанной изменчивости кариотипа (анеуплоидия, полиплоидия, хромосомные aberrации) в сравнении с животными с нормальной воспроизводительной функцией, которые имеют наиболее низкие стабильные уровни изменчивости кариотипа.

ВЫВОДЫ

1. Кариотип лошадей новокиргызской породы и аборигенной местной в целом, для вида *Equus caballus* состоит из 64 хромосом ($2n=64$). Из них 13 пар – метацентрических или субметацентрических и 18 пар – акроцентрических аутосом, а также пары половых хромосом – X и Y. X-хромосома – большой субметацентрик и Y-хромосома самый маленький акроцентрик. У всех исследованных животных X-хромосома была близка по размеру первой паре аутосом, а длина Y-хромосомы приравнивалась к величине тридцатой пары аутосом. Первая пара хромосом по своим средним размерам достоверно ($p < 0,001$) превосходит среднюю длину остальных пар хромосом, а также X- и Y-хромосом.

2. Уровень частоты анеуплоидных и полиплоидных клеток зависит от возраста животного. Животные в возрасте 1–2 мес. имеют наиболее высокие уровни частоты полиплоидных клеток. Лошади II группы (возраст 1 и 2 года) и III группы (3 и 5 лет) имеют низкие уровни полиплоидных клеток ($0,33 \pm 0,19\%$ и $0,15 \pm 0,15\%$) и разница между ними статистически не достоверна ($p > 0,05$). У животных в возрасте 7 лет и старше наблюдается повышение уровня полиплоидных клеток. Также самый высокий уровень анеуплоидных клеток замечен у животных в возрасте 7 лет и старше ($21,71 \pm 1,81\%$), по этим показателям они с большой достоверностью превосходят животных II-й (1–2 года) и III-й (3–5 лет) групп ($p < 0,01$ и $p < 0,001$). Группы жеребят по частоте анеуплоидии также достоверно превосходят животных II и III группы ($p < 0,05$ и $p < 0,005$). Между тем, наблюдаемая разница по уровню анеуплоидии между животными II и III групп оказалась недостоверной.

3. В зависимости от возраста животного по частоте встречаемости aberrантных клеток можно выделить следующие периоды:

1 период – от момента рождения жеребенка до достижения физиологической зрелости, который характеризуется высоким уровнем aberrантных клеток ($5,67 \pm 0,94\%$);

2 период – от 1 года до 6 лет – период низких уровней хромосомных aberrаций ($2,82 \pm 0,50$ и $2,78 \pm 0,55\%$);

3 период – от 7 лет и выше, период увеличения частоты aberrантных клеток ($6,88 \pm 0,89\%$).

4. Основная масса анализированных клеток (74,56%) характеризуется нормальным диплоидным набором хромосом. Распределение животных по диплоидному набору хромосом соответствует закономерностям эксцессивного типа распределения, а по количеству полиплоидных клеток следует закономерностям распределения Пуассона.

5. По уровню гетероплоидии и хромосомных aberrаций наименьшей долей (14,52% и 3,05%) отличаются кобылы I-й группы, с нормальной воспроизводительной способностью, тогда как кобылы II-й и III-й групп с нарушениями воспроизводительных способностей (яловые и абортировавшие) имели статистически достоверно высокие уровни гетероплоидных и aberrантных клеток (соответственно 21,33% и 5,71%; 23,60% и 7,26%).

Наибольшей и низкой спонтанной изменчивостью кариотипа, соответственно, обладают жеребцы-производители Пакет (28,65%), Подбор (25,97%), Замок (18,01%) и Орок (19,19%).

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Полученные результаты позволяют разработать эталонный кариотип лошадей новокиргызской и аборигенной пород, который будет применяться при цитогенетическом тестировании кариотипа племенных животных в фермерских и государственных племенных стадах в процессе их генетического улучшения.

2. Результаты исследований позволяют создавать идиограмму и кариотипический банк данных наиболее распространенных в Кыргызстане пород лошадей – новокиргызской и аборигенной, а также на ранней стадии отбора выявить животных с аномальными кариотипами (провести цитогенетический тест-контроль), превентивно их элиминировать и предотвратить засорение популяции аномальными генотипами.

3. Результаты исследований применяются в учебном процессе Кыргызского аграрного университета им. К.И. Скрябина на зооинженерном и ветеринарном факультетах, на курсах по генетике, биотехнологии и общей биологии.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ ТРУДОВ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Сравнительное изучение линейных параметров хромосом лошадей новокиргызской породы // Известия вузов, - 2004. - №7. - С.42-47.

2. Изменения уровня гетероплоидии в связи с возрастом у лошадей новокиргызской породы // Вестн. Кырг. аграр. ун-та. - 2004. - №1. - С.98-101.

3. Изменение частоты хромосомных aberrаций у лошадей в связи с возрастом // Сб. науч. тр. межд. науч. - практ. конф. Кырг. НИИЖ - Бишкек, 2004. - С.94-96.

4. Нормальная спонтанная изменчивость кариотипа местной аборигенной лошади и лошади новокиргызской породы // Известия вузов. - 2006. - №1-2. - С.35-36.

5. Закономерность распределения животных по количеству полиплоидных клеток // Исследование, результаты. - Алматы, 2000. №3. - С.60-62. (соавт: Бегимкулов Б.К., Чекиров К.Б.)

6. Жылкыда хромосомалык aberrация жиілігінін онтогенез барысында өзгөрүү // Первый междунар. ветеринарный конгресс Республики Казахстан. - Алматы, 2002. - С.10-11. (соавт: Бегимкулов Б.К.)

7. Полиморфизм относительных размеров хромосом лошадей. // Сб. научных трудов КАА. - Бишкек, 2003. - Вып. 1, часть 1. - С.176-182. (соавт: Бегимкулов Б.К., Чоргонбаев Т.Ж.)

8. Цитогенетические основы в животноводстве. // Исследование, результаты. - Алматы, 2001. - №3. - С. 76-77. (соавт: Бегимкулов Б.К., Исманов Э.И. Чекиров К.Б.)

9. Сравнительное изучение линейных параметров хромосом лошадей новокиргызской породы. // Мат. междунар. науч. практ. конф. ИБ и Ф НАН КР - Бишкек, 2002. - С. 82-89. (соавт: Бегимкулов Б.К.)

10. Цитогенетика в селекции сельскохозяйственных животных. // Сб. науч. тр. молод. уч. и спец. Кырг НИИЖ. - Бишкек, 2001. - Вып. 11. - С. 97-99. (соавт: Абдураулов Б.И., Чекиров К.Б.)

**Исаев Мирбек Ашымбековичтин «Кыргызстандагы жергиликтүү кыргыз жылкысы жана жаңыкыргыз тукумундагы жылкылардын кариотибин изилдөө» деген темада 03.00.15 – генетика адистиги боюнча илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасына изденүү үчүн жазылган диссертациясына
КОРУТУНДУ**

Негизги сөздөр: цитогенетикалык талдоо, кариотиптин спонтандык өзгөрүштүгү, анеуплоидия, полиплоидия, хромосомалык aberrациялар, жылкылар.

Изилдөө объектиси: Кыргызстандагы жергиликтүү жылкылар жана жаңыкыргыз тукумундагы жылкылар.

Изилдөөнүн максаты: Жергиликтүү кыргыз жылкылары жана жаңы жаңыкыргыз тукумундагы жылкылардын кариотиптеринин спонтандык мутациясын жана асылдуулугу менен болгон байланышты аныктоо.

Изилдөө методу: цитогенетикалык, биометриялык

Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыгы: Биринчи жолу Кыргызстандын шартында жергиликтүү жылкылардын жана жаңыкыргыз тукумундагы жылкылардын кариотиптеринин цитогенетикалык изилдөөлөр жүргүзүлдү. Кариотиптин спонтандык өзгөрүштүк көрсөткүчтөрү жана жылкылардын жашына, өндүргүчтүк жөндөмдүүлүгүнө карата алардын өзгөрүүсү үйрөнүлдү.

Колдонуу үчүн рекомендациялар: Изилдөөнүн жыйынтыктары жылкылардын асыл тукумдук сапаттарын жогорулатуу үчүн жүргүзүлүүчү селекциялык-асылдандыруу иштеринин практикасында жана айыл чарба жогорку окуу жайларынын зооинженердик, ветеринариялык факультеттеринде «Генетика» курсу боюнча лекция-лык жана лаборатордук - практикалык сабактарды өтүүдө колдонулат.

Колдонуу чөйрөсү: мал чарбасы, зоотехния жана ветеринария, селекция, жаныбарлардын генетикалык ресурстарын сактоо, үйрөнүү маселелери.

диссертации Исаева Мирбека Ашымбековича на тему «Исследование кариотипа аборигенной и новокиргизской пород лошадей в Кыргызстане» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.15 – генетика

Ключевые слова: Цитогенетический анализ кариотипа, спонтанная изменчивость кариотипа анеуплоидия, полиплоидия, хромосомная абберация, возраст, воспроизводственная способность, местной аборигенной лошади и лошади новокиргизской породы.

Объекты исследования: Местные аборигенные лошади и лошади новокиргизской пород в Кыргызстане.

Цель исследований: Изучение уровней спонтанной мутации кариотипа местные аборигенные лошади и лошади новокиргизской пород и ее связи в совершенствовании племенных и продуктивных качеств лошадей.

Методы исследований: цитогенетический, биометрический.

Полученные результаты и новизна: Впервые в условиях Кыргызстана проводились исследования кариотипа местной аборигенной и новокиргизской пород лошадей. Впервые сообщаются результаты исследований уровня хромосомных аббераций, а также изменения его частоты у лошадей различного возраста и воспроизводительной функцией.

Рекомендации по исследованию: Результаты исследований будут использованы в практике проведения в селекционном процессе по совершенствованию племенных и продуктивных качеств лошадей и при проведении лабораторно-практических занятий по курсу «Генетика» для студентов зооинженерных, ветеринарных факультетов сельскохозяйственных ВУЗов.

Область применения: животноводство, зоотехния и ветеринария, селекция, проблемы сохранения и изучения генетических ресурсов животных.

RESUME

dissertation of Isaev Mirbek Ashymbekovich on theme: "Researching the karyotype of local and newkyrgyz horse breeds in Kyrgyzstan Ph. D in biology on speciality 03.00.15 - genetics"

Key words: Cytogenetic analysis of karyotype, spontane changeability of karyotype, aneyploidy, polyploidy, chromosomes aberrations, age, reproductional ability local and newkyrgyz horse breeds.

Research goal: learning of levels spontaneous mutation karyotype of local and newkyrgyz horse breeds and it's connection in perfection pedigree and productive quality of horses.

The methods of the research: cytogenetic and biometric analysis.

Results and their innovation: For the first time in condition of Kyrgyzstan were carried out the researching karyotype of local and newkyrgyz horse breeds. First carried out and reported the results of researching levels of chromosomes aberrations

also changing it's frequency in horses more wide spread breeds in Kyrgyzstan and different age.

Recommendations for usage: The Results of researching will be used in practice of carrying out selection process on developing of productive and breeding quality and in carrying out of laboratory lectures "Genetics" for the shedents of zooen지니어ing, veterinary and agronomical faculties of agricultural universities.

Application area: stock-breeding, zootehny and veterinary, selection, problems of keeping and learning genetic resources of animals.

Формат 60x84¹/₁₆ бумага офсетная. Объем 1,5 печ. листа.

Тираж 100 экз.

Отпечатано ОсОО «Кут-Бер» г. Бишкек, 53. ул. Медерова, 68