

**Динамика популяций и изменчивость генома у лошадей**

УДК 636.12/.13:636.082:575.222.5:577.2:575.174

doi: 10.15389/agrobiology.2014.4.35rus

**ИНБРИДИНГ И СТЕПЕНЬ  
ГОМОЗИГОТНОСТИ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ У ЛОШАДЕЙ  
(*Equus caballus*) ОРЛОВСКОЙ РЫСИСТОЙ ПОРОДЫ**

Л.А. ХРАБРОВА, Н.В. БЛОХИНА, А.В. УСТЬЯНЦЕВА

Оценка животных по родословным не позволяет отслеживать фактическое сходство пробанда с предками, в том числе при использовании инбридинга. Общее число определяемых у лошадей маркерных генов уже достигло нескольких сотен, что дает возможность надежно контролировать значительную часть генома животных и использовать генетическую информацию в практической селекции. Ранее мы показали, что у чистокровной верховой породы степень гомозиготности по микросателлитным локусам не имеет прямой зависимости от степени инбридинга в родословной, и самый большой размах вариабельности этого показателя наблюдается в группе инбредных лошадей. В настоящей работе нами было изучено влияние инбридинга на индивидуальном уровне у лошадей орловской рысистой породы. Проведен анализ взаимосвязи между степенью гомозиготности по 16 микросателлитным локусам (АНТ4, АНТ5, ASB2, ASB17, ASB23, СА425, HMS1, HMS2, HMS3, HMS6, HMS7, НТГ4, НТГ6, НТГ7, НТГ10, VHL20) и показателем инбридинга у 1194 особей из 14 хозяйств (ведущие конные заводы и племенные фермы) большинства регионов России (жеребцы-производители — 190 гол., матки — 688 гол., молодняк — 316 гол.). Данные по локусу LEX 3, локализованному в X-хромосоме, не учитывали, чтобы получить сопоставимые результаты по степени гомо-/гетерозиготности у лошадей разного пола. Было определено, что степень гомозиготности орловских рысаков варьирует в очень широком интервале (от 0 до 75,0 %) и имеет нормальное распределение при положительном коэффициенте асимметрии  $As = 0,186$  и небольшом отрицательном эксцессе  $Ex = -0,039$ . Наибольший разброс показателей степени гомозиготности зарегистрировали в группе лошадей с умеренным инбридингом ( $F_x = 0,1-1,0$  %). Степень гомозиготности аутбредных лошадей также варьировала в широком диапазоне — от 0 (100 % гетерозиготы) до 56,3 %, то есть достигала значений гораздо выше и ниже среднего показателя по популяции. В предыдущих исследованиях такая же закономерность была отмечена у лошадей чистокровной верховой породы. В среднем коэффициент инбридинга у протестированного поголовья составил 1,61 % по Райту и практически не изменился за четыре последних десятилетия. При этом средний коэффициент инбридинга у продуцирующих жеребцов и маток достиг соответственно 1,65 и 1,67 %, у рысистого молодняка — составил 1,45 %. По мере увеличения коэффициента инбридинга степень гомозиготности медленно возрастала во всех половозрастных группах лошадей. Заметное повышение гомозиготности было выявлено только при степени инбридинга 6,10 % и более, то есть на границе инбредной депрессии по хозяйственно полезным признакам. Коэффициент корреляции между степенью гомозиготности микросателлитных локусов и степенью инбридинга составил 0,079, коэффициент регрессии — 0,546. Во всех исследованных группах орловских рысаков отмечалось снижение степени гомозиготности при инбридинге 5,1-6,0 %, что обусловлено применением комплексного инбридинга (на двух предков и более).

**Ключевые слова:** гомозиготность, инбридинг, микросателлиты, ДНК, орловская рысистая порода лошадей.

Совершенствование оценки племенных качеств с использованием показателей, ассоциированных с функционально важными генами или их комплексами, составляет основное направление генетических исследований в современном животноводстве. В настоящее время в селекции сельскохозяйственных пород все шире используются молекулярно-генетические методы, разрабатываются и внедряются технологии полного геномного анализа (1-4). Благодаря успешному завершению проекта по изучению генома лошади общее число маркерных генов, определяемых у этой генетической группы, уже достигло нескольких сотен, что позволяет надежно контролировать значительную часть генома и использовать получаемую информацию в практической селекции (5-7).

Один из перспективных методов ДНК-тестирования животных — изучение микросателлитных локусов, характеризующихся высоким поли-

морфизмом. Переход большинства генетических лабораторий на тестирование и контроль происхождения лошадей по полиморфным локусам микросателлитов ДНК существенно расширил круг генетических маркеров, имеющихся в распоряжении селекционеров. Для практической селекции всех видов животных особенно важно, что широко распространенные в геноме локусы сателлитной ДНК могут быть использованы в качестве генетических маркеров при определении степени гетерозиготности животных как важной составляющей индивидуального геномного анализа.

Для практической селекции несомненный интерес представляет оценка эффективности систем разведения животных на геномном уровне. С генетической точки зрения генотипическая оценка животных по родословным недостаточно информативна, так как не позволяет контролировать фактическое сходство пробанда с предками, в том числе при использовании инбридинга (8, 9). Наши исследования на лошадях чистокровной верховой породы показали, что степень их гомозиготности по микросателлитным локусам не имеет прямой зависимости от степени инбридинга в родословной и самый большой размах варибельности этого показателя наблюдается в группе инбредных лошадей (10). Интересные результаты по взаимосвязи между степенью гетерозиготности по микросателлитным локусам, инбридингом и морфологическими признаками получены при изучении лошадей липицанской породы (11). Установлено, что на степень гетерозиготности инбредных лошадей заметно влияют генетические параметры каждой популяции, поэтому применение родственного разведения (даже в пределах одной породы) в разных хозяйствах приводит к неодинаковым результатам. Также было показано, что по мере увеличения коэффициента инбридинга у лошадей наблюдается уменьшение длины шеи и пясти (11).

Проведенное в нашей лаборатории изучение генетической структуры заводских и местных пород лошадей по локусам микросателлитов ДНК показало, что орловский рысак — одна из самых генетически самобытных пород: для него характерны высокие показатели генетического разнообразия при стабильности аллельфонда (12).

В наших исследованиях была поставлена задача изучить возможность использования микросателлитных локусов, применяемых при контроле происхождения, для оценки степени гетерозиготности лошадей орловской рысистой породы, а также влияние инбридинга на степень гомозиготности рысаков на индивидуальном уровне.

*Методика.* Объектом генетико-популяционного анализа, проведенного в 2010-2013 годах, были лошади орловской рысистой породы: 190 жеребцов-производителей, 688 маток и 316 гол. молодняка (всего 1194 гол.), принадлежащих 14 ведущим хозяйствам и частным владельцам из разных регионов России.

ДНК из волосяных луковиц и образцов крови лошадей выделяли с использованием наборов ExtraGene™ DNA Prep 200 и Diatom™ DNA Prep 200 (ООО «Лаборатория Изоген», Россия). Амплификацию ДНК проводили в ПЦР с мультиплексным набором праймеров StockMarks® for Horses Equine Genotyping Kit («Applied Biosystems», США). Для электрофоретического разделения продуктов амплификации использовали 4-канальный автоматический анализатор ABI 3130 («Applied Biosystems», США). Тестирование выполняли по 16 локусам микросателлитной ДНК: АНТ4, АНТ5, ASB2, ASB17, ASB23, СА425, HMS1, HMS2, HMS3, HMS6, HMS7, НТG4, НТG6, НТG7, НТG10, VHL20.

Степень гомозиготности лошадей (Ca) определяли как средний суммарный показатель по протестированным микросателлитным локусам.

Коэффициент инбридинга  $F_x$  рассчитывали по формуле Райта в общепринятой модификации А.Д. Кисловского с использованием разработанного во Всероссийском НИИ коневодства программного обеспечения ИПС КОНИ-3 с учетом родословной пяти поколений. Характер нормальности распределения степени гомозиготности микросателлитных локусов лошадей оценивали по алгоритму Пирсона и другим критериям (13).

Математическую обработку данных проводили при помощи компьютерных программ MS Excel и Statistica v. 6.0.

**Результаты.** Учитывая разную интенсивность отбора, генетико-популяционный анализ проводили в трех группах лошадей (жеребцы, матки, молодняк). Кроме того, инбредные лошади были подразделены на группы в зависимости от коэффициента инбридинга  $F_x$  с интервалом 1,0 %. Данные по локусу LEX 3, локализованному в X-хромосоме, не были включены в обработку, чтобы получить сопоставимые данные о степени гомо- и гетерозиготности лошадей разного пола.

При анализе родословных у 1194 орловских рысистых лошадей установлено, что только 13,7 % жеребцов-производителей, 14,0 % маток и 20,6 % молодняка были получены методом неродственного спаривания, или аутбридинга (табл. 1), и не имели повторяющихся кличек предков в пяти рядах родословной. В структуре поголовья инбредных лошадей всех половозрастных групп явно преобладали особи с отдаленным инбридингом ( $F_x = 0,1-1,0$  %). С использованием такого инбридинга было связано происхождение 422 особей, что в целом составило 35,34 % от всего проанализированного поголовья (см. табл. 1). К этой группе относились 66 жеребцов-производителей (34,74 %), 261 матка (37,94 %) и почти третья часть поголовья молодняка (30,06 %).

**1. Распределение животных (%) с разным коэффициентом инбридинга  $F_x$  по половозрастным группам на основании анализа родословных у исследованных лошадей (*Equus caballus*) орловской рысистой породы (14 ведущих хозяйств из регионов России, 2010–2013 годы)**

Группа лошадей	n	$F_x$ (%) по Райту								
		0	0,1-1,0	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1-4,0	4,1-5,0	5,1-6,0	6,1-7,0	7,1 и более
Жеребцы	190	13,68	34,74	21,58	6,84	14,74	4,74	1,05	1,58	1,05
Кобылы	688	13,95	37,94	18,17	6,69	13,08	5,38	0,87	1,89	2,03
Молодняк	316	20,57	30,06	24,05	12,66	6,33	2,53	1,27	0,95	1,58
Всего	1194	15,66	35,34	20,27	8,29	11,56	4,52	1,01	1,59	1,76

Практически пятая часть современного племенного состава орловских рысаков (20,27 %) имела коэффициент инбридинга в пределах 1,1-2,0 % по Райту, и в их родословных повторялись клички предков в III-IV и II-V рядах родословной или встречался комплексный инбридинг в степени IV-IV и в более отдаленных степенях родства. При этом различия между группами лошадей оказались несущественными

Доля животных с коэффициентом инбридинга 2,1-3,0 % была существенно ниже (см. табл. 1), повышаясь, тем не менее, в группе с  $F_x$  3,1-4,0 % у лошадей, в родословных которых повторялись клички предков в III-IV и II-V рядах или встречался комплексный инбридинг в степени IV-IV и V-V. При последующем повышении коэффициента инбридинга число особей с соответствующими значениями  $F_x$  резко снижалось (см. табл. 1), и только 1,76 % лошадей этой породы были получены с использованием комплексного инбридинга 7,1 % и более. Средний коэффициент инбридинга по всему обследованному поголовью составил 1,61 % по Райту, то есть практически не увеличился за четыре последних десятилетия (14). При этом средний коэффициент инбридинга продуцирующих жеребцов и

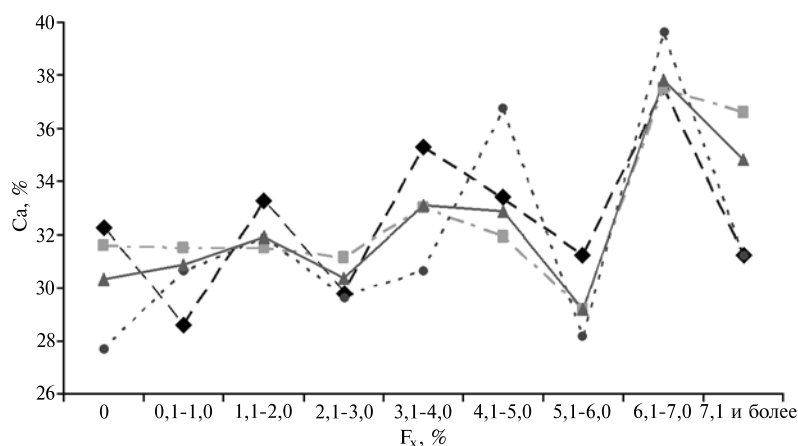
маток равнялся соответственно 1,65 и 1,67 %, тогда как у рысистого молодняка он оказался даже ниже — 1,45 %.

Анализ структуры поголовья лошадей орловской рысистой породы по средней степени гомозиготности показал, что во всех половозрастных группах (независимо от разделения по  $F_x$ ) и в целом по популяции она соответствует нормальному распределению ( $P > 0,999$ ) при положительном коэффициенте асимметрии  $As = 0,186$  и небольшом отрицательном эксцессе  $Ex = -0,039$ . При этом самая многочисленная группа из 260 лошадей (21,78 %) образовала модальный класс со степенью гомозиготности 31,25 %.

Важно отметить, что самый большой разброс по показателям степени гомозиготности был зарегистрирован в группе лошадей с умеренным инбридингом ( $F_x = 0,1-1,0$  %). В этой группе отмечали широкий интервал колебаний — от 0 до 75,00 %. Степень гомозиготности аутбредных лошадей также варьировала в большом диапазоне — от 0 (100 % гетерозиготы) до 56,25 %, то есть достигала значений гораздо выше и ниже средней по популяции. В предыдущих исследованиях такая же закономерность была описана у лошадей чистокровной верховой породы (10).

У жеребцов-производителей при увеличении коэффициента инбридинга не отмечали заметного роста степени гомозиготности, и анализируемый показатель менялся зигзагообразно (табл. 2.). При этом высокие коэффициенты инбридинга (порядка  $F_x = 6,01$  % и более) были выявлены только у пяти производителей, двое из которых имели достаточно высокую степень гетерозиготности — примерно 75,00 % (при среднем показателе по протестированным орловским рысакам 68,54 %). Наиболее гомозиготным среди производителей оказался жеребец Илвач 2005 года рождения от Листопада и Излучины, который был инбридирован на жеребца Первача в степени III, IV-IV и кобылу Излучину в степени IV-IV ( $F_x = 3,13$  %).

Средняя степень гетерозиготности у жеребцов составила 68,40 % и оказалась даже несколько выше, чем у маток (68,10 %). Самую высокую гетерозиготность микросателлитных локусов зарегистрировали у молодняка (69,58 %), но в целом различия между группами были недостоверными.



Степень гомозиготности по микросателлитным локусам ( $Ca$ , %) в половозрастных группах с разным коэффициентом инбридинга ( $F_x$ , %) у исследованных лошадей (*Equus caballus*) орловской рысистой породы:  $\blacklozenge$  — жеребцы,  $\blacksquare$  — кобылы,  $\bullet$  — молодняк,  $\blacktriangle$  — всего по породе ( $n = 1194$ , 14 ведущих хозяйств из регионов России, 2010-2013 годы).

По сравнению с аутбредной группой кобыл у инбредных особей степень гомозиготности по мере увеличения коэффициента инбридинга

также менялась несущественно и увеличивалась только при  $F_x > 6,10$  % и более (рис.).

В группе рысистого молодняка максимальная степень гомозиготности не превышала 62,50 %, наблюдалась менее выраженная индивидуальная вариабельность по степени гетерозиготности микросателлитных локусов (табл. 2), при этом не было выявлено полностью гетерозиготных животных. Практически 40 % лошадей этой группы характеризовались степенью гомозиготности 25,00-31,25 %, а коэффициент инбридинга 5,10 % и более имели всего 3,80 % молодых рысаков (см. табл. 1).

## 2. Распределение по степени гомозиготности микросателлитных локусов в группах с разным коэффициентом инбридинга $F_x$ у исследованных лошадей (*Equus caballus*) орловской рысистой породы (14 ведущих хозяйств из регионов России, 2010-2013 годы)

Степень гомозиготности $S_a$ , %	Группа по коэффициенту инбридинга $F_x$ (%)									Всего, гол.
	0	0,1-1,0	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1-4,0	4,1-5,0	5,1-6,0	6,1-7,0	7,1 и более	
0,00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
6,25	7	14	5	5	1	1	0	1	1	35
12,50	9	34	6	5	3	5	0	0	0	62
18,75	25	51	29	15	21	5	4	0	2	152
25,00	38	73	57	19	22	8	2	3	2	224
31,25	41	90	51	23	36	11	2	2	4	260
37,50	29	65	46	12	19	10	2	4	6	193
43,75	25	58	25	11	19	5	2	6	4	155
50,00	7	23	13	3	9	5	0	2	1	63
56,25	5	7	6	5	7	4	0	0	0	34
62,50	0	4	4	0	0	0	0	1	1	10
68,75	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
75,00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
81,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего:										
число, гол.	187	422	242	99	138	54	12	19	21	1194
доля, %	15,66	35,34	20,27	8,29	11,56	4,52	1,01	1,59	1,76	100
$S_{\text{ср}}$	30,30	30,85	31,92	30,37	33,11	32,87	29,17	37,83	34,82	31,46
$\pm m$	0,008	0,006	0,007	0,013	0,010	0,017	0,028	0,028	0,026	0,003

Проанализировав изменения степени гомозиготности по мере повышения коэффициента инбридинга, установили, что во всех половозрастных группах лошадей и по всему поголовью в целом прослеживается небольшая положительная динамика ее роста (см. рис.). При наличии некоторых колебаний средней степени гомозиготности у инбредных лошадей разных половозрастных групп в пределах 28,60-39,62 % этот важный показатель имел явную тенденцию к увеличению при близкородственных спариваниях.

Коэффициент корреляции ( $r$ ) между коэффициентом инбридинга и степенью гомозиготности по локусам микросателлитов ДНК оказался положительным, но незначительным по величине (0,079). В то же время регрессионный анализ выявил существенную зависимость между этими показателями —  $R_{y/x} = 0,546$ .

Во всех исследованных группах лошадей и в целом у представителей породы отмечали некоторое закономерное снижение степени гомозиготности рысаков в группе с коэффициентом инбридинга ( $F_x$ ) 5,1-6,0 %, а также 7,1 % и более, что может быть обусловлено его комплексным характером и связано с алгоритмом вычисления величины  $F_x$  по формуле Райта. В целом изменения степени гомозиготности во всех сравниваемых половозрастных группах лошадей носили однонаправленный характер, при этом различия между группами были статистически недостоверными.

Мониторинг уровня инбридинга в породах и популяциях служит важной составной частью селекционных программ, при этом только применение генотипирования животных позволяет получить надежную ин-

формацию о влиянии селекции на фактическую степень гомозиготности особей (15, 16).

Таким образом, степень гомозиготности у аутбредных и умеренно инбредных лошадей орловской рысистой породы может варьировать в очень широком интервале (от 0 до 75,00 %). Коэффициент инбридинга, рассчитанный по формуле Райта, характеризует лишь вероятность перехода части генов в гомозиготное состояние, однако при этом не учитывается столь существенный параметр, как степень гомозиготности самого предка, потомство которого было использовано в близкородственных скрещиваниях с целью повышения генетического сходства с ним. Применение умеренного комплексного инбридинга практически дает очень большой разброс гомозиготности и может рассматриваться как аутбредное разведение. Поэтому очень часто рассчитанный коэффициент инбридинга не соответствует фактической гомозиготности животных, для определения которой могут быть использованы микросателлитные локусы и другие ДНК-маркеры, характеризующиеся высоким полиморфизмом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Эрнст Л.К., Зиновьева Н.А. Биологические проблемы животноводства в XXI веке. М., 2008.
2. Марзанов Н.С., Дервишов Д.А., Марзанова С.Н., Комкова Е.А., Озеров М.Ю., Кантанен Ю. Генетическое маркирование, сохранение биоразнообразия и проблемы разведения животных. Сельскохозяйственная биология, 2011, 2: 3-14.
3. Яковлев А.Ф., Смарагдов М.Г., Матюков В.С. ДНК-технологии в селекции сельскохозяйственных животных. Достижения науки и техники АПК, 2011, 8: 49-51.
4. Рукин И.В., Пантюх Е.С., Груздев Д.С. Геномная селекция — будущее в разведении животных. Зоотехния, 2013, 7: 8-9.
5. Bowling A.T., Ruynsky A. The genetics of the horse. CABI Publishing, Wallington, UK, 2000.
6. Сулимова Г.Е., Юдин А.В., Коваленко А.Т., Мохаммад Абади М.Р., Костюченко М.В. ДНК-маркеры в исследовании генофонда лошади. В сб. науч. тр.: Наука о коневодстве на рубеже веков. Дивово, 2005: 146-165.
7. Храброва Л.А. Использование генетических маркеров при генетической оценке лошадей. Зоотехния, 2012, 5: 5-7.
8. Ерохин А.И., Солдатов А.И., Филатов А.М. Инбридинг и селекция животных. М., 1985.
9. Антипов Г.П. О научной обоснованности метода определения инбридинга. Зоотехния, 2003, 2: 2-5.
10. Храброва Л.А. Влияние инбридинга на степень гомозиготности чистокровных верховых лошадей по локусам микросателлитов ДНК. Коневодство и конный спорт, 2010, 5: 7-8.
11. Curik I., Zechner P., Solkner J., Achmann R., Bodo I., Dovic P., Kavcar T., Marti E., Brem G. Inbreeding, microsatellite heterozygosity and morphological traits in Lipizzan horses. J. Heredity, 2003, 94(2): 125-132.
12. Kalashnikov V.V., Khrabrova L.A., Zaitsev A.M., Zaitseva M.A., Kalinikova L.V. Polymorphism of microsatellite DNA in horses of stud and local breeds. Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology], 2011, 2: 41-45 (<http://www.agrobiology.ru/2-2011kalashnikov-eng.html>).
13. Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. М., 1970.
14. Рождественская Г.А. Орловская рысистая порода и методы ее совершенствования. В сб. науч. тр.: Совершенствование заводских пород лошадей. Дивово, 1978, т. XXXI: 3-125.
15. Binns M.M., Boehler D.A., Bailey E., Lear T.L., Cardwell J.M., Lambert D.H. Inbreeding in the Thoroughbred horse. Animal Genetics, 2011, 42(3): 340-342.
16. Смарагдов М.Г. Геномная селекция молочного скота в мире, пять лет практического использования. Генетика, 2013, 49(11): 1251-1260.

*ГНУ Всероссийский НИИ коневодства  
Россельхозакадемии,  
391105 Россия, Рязанская обл., Рыбновский р-н, пос. Дивово,*

*Поступила в редакцию  
31 марта 2014 года*

## INBREEDING AND HOMOZYGOSITY IN ORLOV TROTTER BREED

*L.A. Khrabrova, N.V. Blokhina, A.V. Ust'yantseva*

All-Russian Research Institute of Horse Breeding, Russian Academy of Agricultural Sciences, pos. Divovo, Rybnovskii Region, Ryazan Province, 391105 Russia, e-mail vniik08@mail.ru, l.khrabrova@yandex.ru  
Received March 31, 2014

doi: 10.15389/agrobiol.2014.4.35eng

### Abstract

Evaluation of animals for the pedigree does not track the actual similarity of probands with ancestors, including that when inbreeding is used. The total number of marker genes defined in horses already reached several hundred and enables to control a significant part of the genome of animals and use genetic information in practical breeding. Previously, we showed that Thoroughbred horse degree of homozygosity on microsatellite loci is not directly based on the degree of inbreeding, and the largest scale variability of this indicator is observed in the group of inbred horses. In the present work we investigated the effects of inbreeding in Orlov Trotter breed on an individual level. The analysis was carried out of the relationship between the degree of homozygosity of 16 microsatellite loci (AHT4, AHT5, ASB2, ASB17, ASB23, CA425, HMS1, HMS2, HMS3, HMS6, HMS7, HTG4, HTG6, HTG7, HTG10, VHL20) and an indicator of inbreeding in 1194 individuals from 14 leading horse-breeding studs and farms in Russia, including 19 stallions, 688 mares and 316 foals. Data on the LEX loci 3, localized in X-chromosome, were not taken into account to obtain comparable results on the degree of homo-/heterozygosity in horses of different sex. It has been determined that the degree of homozygosity in Orlov Trotters varies within a wide range (from 0 up to 75.00 %) and has a normal distribution with a positive coefficient of asymmetry  $As = 0.186$  and a small negative excess  $Ex = -0.039$ . The most wide variability on homozygosity was indicated in the horses of mild inbreeding ( $F_x = 0.1-1.0$  %). The homozygosity in outbred horses also varied significantly, from 0 (100 % heterozygosity) to 56.30 %, being much more and less than an average index for the population. Previously, we showed the similar trend in the Thoroughbred horses. The average level of inbreeding of the tested horses amounted to 1.61 % by Wright's inbreeding coefficient ( $F_x$ ) in 5 generations in pedigrees and in fact remained unchanged over the past four decades. The average inbreeding coefficient in sires and mares reached 1.65 % and 1.67 %, respectively, while in young stock was 1.45 % only. Dynamics of changes in homozygosity with increase of inbreeding coefficient in all sex and age groups of compared horses had unidirectional trend of slowly increasing. A significant rise of the homozygosity degree was noted only at inbreeding coefficient of 6.10 % and more, on the margin of inbred depression for economically valuable traits. The coefficient of correlation between the degree of homozygosity of microsatellite loci and the level of inbreeding was 0.079 with the regression coefficient of 0.546. In all groups, it has been found an evident decline in the degree of homozygosity in Orlov Trotter horses when the inbreeding coefficient reached 5.1-6.0 % due to complex inbreeding, with two or more ancestors used.

Keywords: homozygosity, inbreeding, microsatellite DNA, Orlov Trotter breed.

### Научные собрания

#### 10<sup>TH</sup> EUROPEAN CONFERENCE OF PRECISION AGRICULTURE (ECPA)

«EFFICIENT RESOURCES MANAGEMENT UNDER CHANGING GLOBAL CONDITIONS»

(12-16 июля 2015 года, Израиль)

**Организатор:** ARO (Agricultural Research Organization) Министерства сельского хозяйства и развития сельскохозяйственного производства Израиля.

**Тематика конференции:** прецизионное сельское хозяйство как средство эффективного управления ресурсами в условиях глобальных изменений.

ARO — крупнейший сельскохозяйственный исследовательский центр в Израиле, объединяющий шесть институтов (по растениеводству, животноводству, защите растений, почвенным, водным и экологическим исследованиям, переработке и пищевым продуктам), а также четыре опытных станции в разных районах страны. Генбанк Израиля по сельскохозяйственным культурам также расположен в этом центре. На фоне развития всех направлений исследований особое внимание уделяется проблемам ведения сельского хозяйства в аридных зонах, что позволяет Израилю быть мировым лидером по выходу продукции в подобных условиях. Предлагаемые технологии и научные разработки израильских специалистов способны внести существенный вклад в улучшение ситуации на продовольственном рынке и привлекают к себе пристальное внимание ученых и специалистов во всем мире.

**Контакты и информация:** <http://www.ispag.org/Events/9thECPA/>