

к классу элита отнесено 100%, среди сверстников многоплодного типа – 46,1%; к первому классу – 53,9%. Использование баранов породы тексель на матках многоплодного типа увеличила долю элитных особей среди помесей до 76,3% с превосходством над ярками исходного генотипа на 15,1%.

Выводы. 1. Помесный молодняк от скрещивания маток многоплодного типа с баранами породы тексель отличается более высокой энергией роста по сравнению с ягнятами многоплодного типа.

2. Помесные ярки характеризуются более высокими шерстными качествами по сравнению со сверстницами многоплодного типа.

1. Гольцблат А.И., Шацкий А.Д. Продуктивность помесей от скрещивания многоплодных и мясо-шерстных пород в зависимости от вариантов подбора // Вопросы селекции и разведения в животноводстве. – М., 1985. – С. 112-119.

2. Козырь А.А., Шацкий А.Д., Дробышевский П.Ф., Коптик Н.П. Продуктивные качества многоплодного полутонкорунного типа овец // Зоотехническая наука Беларуси: Сб. науч. тр. / НИИ животноводства НАН РБ. Т. 37. – Мн., 2002. – С. 132-134.

3. Козырь А.А., Шацкий А.Д., Коптик Н.П. Новый многоплодный полутонкорунный тип овец // Актуальные проблемы интенсификации производства продуктов животноводства: Материалы междунар. науч.-произв. конф. (г. Жодино, 12-13 окт. 1999 г.). – Мн., 1999. – С. 72-73.

4. Павлов М. Тексель на Ставрополе // Животновод. – 1999. – № 12. – С. 41.

5. Ульянов А.П., Куликова А.Я. Перспективы развития мясного направления в овцеводстве России // Овцы и козы. – 2003. – № 1. – С. 14-19.

6. Шацкий А.Д. Продуктивность стада выводимого многоплодного полутонкорунного типа овец // Науч. – произв. конф. по овцеводству и козоводству: Тез. науч. сообщ. (22-23 апр. 1986 г.). – Ставрополь, 1986. – Ч. I. – С. 119-120.

УДК 636.4.082.4

Т.И. ЕПИШКО, кандидат сельскохозяйственных наук

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО И ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА В ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ДОМЕСТИКАЦИИ И ПОРОДООБРАЗОВАНИЯ

Под действием искусственного и естественного отбора в процессе доместикации и селекционного процесса происходит видоизменение иммуногенетического статуса популяций. Критерием оценки генетической изменчивости, происходящей в популяции, являются иммуногенетические маркеры.

Ключевые слова: дикие свиньи, породы свиней, группы крови, аллели, генотип, откормочная и мясная продуктивность, естественный и искусственный отбор.

Ряд исследователей считает, что группы крови являются нейтраль-

ными в организме животных, не затрагиваются селекционными процессами и отбором на количественные признаки. Чтобы доказать обратное, проследим за процессами domestikации и породообразования, сравним иммуногенетические параметры групп крови дикого кабана [4, 6, 7, 8] и современных высокопродуктивных пород свиней, разводимых в Республике Беларусь: крупной белой, белорусской мясной и белорусской черно-пестрой.

Как известно, отбор в популяциях диких животных идет преимущественно по признакам общей приспособленности и жизнеспособности. Какие именно признаки характеризуют приспособленность диких кабанов в зависимости от ареала обитания, не всегда можно установить, однако, то, что такого рода адаптогенез влияет на фенотип, сомнений не вызывает.

На территории СНГ обитает единственный вид кабана *S. scrofa* L., включающий 5 подвидов: центрально-европейский (*Sus scrofa scrofa* L.), кавказский или румынский (*S. s. attila*), среднеазиатский (*S. s. nigripes*), сибирский (*S. s. sibiricus*) и уссурийский (*S. s. ussurius*). Ареалы подвидов почти не пересекаются, переходят один в другой по широте от Балтийского моря до Тихого океана. Подвиды диких кабанов, будучи хорошо приспособленными к характерным для них ареалам обитания, фенотипически различаются между собой.

Результаты изучения групп крови у диких свиней, обитающих в Северо-Западной зоне России, Прибалтики, Белоруссии показали, что данные популяции генетически очень близки к диким кабанам, обитающим в центральных регионах России, т.е. относятся к Европейскому подвиду *Sus scrofa scrofa* L. [4, 6].

Изучение иммуногенетического статуса пород домашних свиней – крупной белой, белорусской мясной, белорусской черно-пестрой и сравнение его с пятью подвидами диких кабанов, обитающих на территории России и СНГ, показало, что у них генные концентрации многих аллелей территориально очень различаются. Такое распределение аллелей, вероятно, связано с определенным адаптивным преимуществом, которое получили обладатели того или иного антигена этих систем в борьбе с инфекциями и за существование в экстремальных условиях внешней среды. При тестировании животных по группам крови выявляются четкие закономерности распределения их генных частот, которые связаны с географическим распространением пород и историей их создания.

Хотя генетике групп крови домашних и диких свиней за последние годы посвящен ряд обстоятельных исследований, однако до сих пор

нет четкого объяснения разнообразия и распространенности некоторых аллелей, особенно в диких популяциях, которые естественный отбор поддерживает в высоких генных концентрациях. Примером являются такие аллели групп крови, как Da, Ga, Ka, частоты которых колеблются от 0,2 до 1,0 (рис.1).

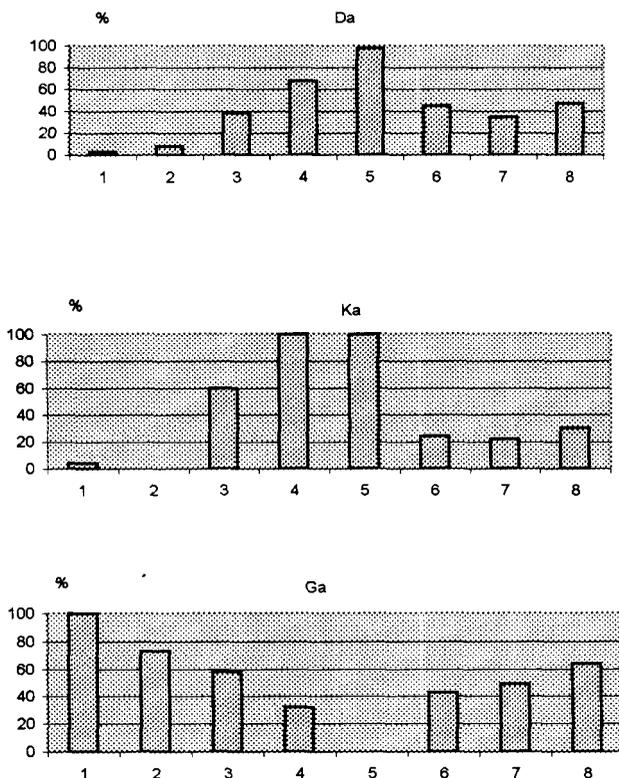


Рис.1. Частота встречаемости антигенов групп крови Da, Ka и Ga у разных подвидов диких кабанов и домашних свиней.

Дикие свиньи: 1 – европейский, 2 – кавказский, 3 – среднеазиатский, 4 – уссурийский, 5 – сибирский (Данные Сердюка Г.Н., Горелова И.Г.). Домашние свиньи: 6 – крупная белая, 7 – белорусская мясная, 8 – белорусская черно-пестрая.

У диких кабанов наблюдается определенный градиент изменения концентрации аллелей некоторых изучаемых систем групп крови в виде географической клинальности, т.е. увеличение частот одних и

уменьшение других антигенов по мере продвижения ареалов подвидов от Восточной Азии к центральной Европе. Так, если аллель Gb центральноевропейской популяции кабанов отсутствует, то у сибирских его встречаемость равна 100%. Противоположную закономерность распространения имеет аллель Ga: сибирские кабаны не имеют антигена Ga, а у европейских его частота равна 1,0. Аналогичная картина наблюдается по антигенам Da, Ka, La, Fa и др.

Приведенные сведения указывают на наличие у диких свиней сбалансированного полиморфизма с локальным, очень интенсивным действием отбора на различные аллели. Такое неравномерное территориальное распределение аллелей свидетельствует о том, что разные подвиды диких свиней, по-видимому, неодинаково восприимчивы к тем или иным заболеваниям и по-разному реагируют на изменения, происходящие в окружающей среде. Подобные процессы не исключены и у различных пород домашних свиней.

Особый интерес вызывает изучение иммуногенетического полиморфизма свиней в связи с действием направленного искусственного отбора на формирование и совершенствование откормочной и мясной продуктивности.

Для выявления данных ассоциаций нами был изучен иммуногенетический статус крупной белой, белорусской мясной и белорусской черно-пестрой пород свиней (табл. 1, 2) и проведен сравнительный анализ с данными аллелофонда *Sus scrofa scrofa* L. – европейского дикого кабана (табл. 3).

При изучении аллелофонда и генетической структуры крупной белой (КБ), белорусской мясной (БМ) и белорусской черно-пестрой (БЧ) пород свиней выявлены достоверные различия по уровню полиморфизма генетических систем эритроцитарных антигенов (табл. 1, 2). Каждая порода характеризуется специфическим иммуногенетическим профилем, отличным от других, что свидетельствует о своеобразии генофонда.

При сравнении изучаемых популяций по А системе групп крови обращает на себя внимание высокая численность животных в крупной белой (69,8%) и белорусской черно-пестрой (63,7%) породах с аллелем $A_{c/p}$ и более низкая частота встречаемости – у белорусской мясной (34,7%) породы, у которой одновременно наблюдается высокая встречаемость животных с генотипом $A_{./}$ (28,7%), что, очевидно, характерно для мясных пород.

Система А связана со стрессчувствительностью и адаптационными способностями свиней [1, 6]. Высокую концентрацию $A_{c/p}$ аллеля мож-

Таблица 1

Характеристика уровня полиморфизма локусов эритроцитарных антигенов

Система	Фенотип	Встречаемость фенотипов, %		
		КБ (n=179)	БМ (n=114)	БЧ (n=102)
1	2	3	4	5
A	c/p	69,8	34,8	63,7
	c/-	15,1	20,9	17,6
	-/p	9,5	15,6	16,7
	-/-	5,6	28,7	2,0
B	a/a	41,9	73,7	35,3
	a/b	54,7	26,3	58,8
	b/b	3,4	-	5,9
D	a/b	90,5	67,8	94,1
	b/b	9,5	32,2	5,9
E	aeg/aeg	-	0,9	1,0
	aeg/bdg	25,7	7,1	12,9
	aeg/bdf	50,3	30,1	63,3
	aeg/edg	1,1	1,8	2,0
	aeg/edf	2,8	14,2	8,9
	bdg/bdg	1,1	1,7	-
	bdg/bdf	0,6	1,7	1,0
	bdg/edg	4,5	7,1	-
	bdg/edf	11,2	18,6	8,9
	bdg/edf	-	1,8	-
	edg/edg	0,5	4,4	2,0
	edg/edf	0,5	9,7	-
	aeg/aef	1,7	0,9	-
F	a/a	-	-	5,9
	a/b	65,4	52,2	79,4
	b/b	34,6	47,8	14,7
G	a/a	1,8	14,3	30,8
	a/b	82,9	70,1	65,4
	b/b	15,3	15,6	3,8
H	a/b	5,6	17,4	7,8
	a/-	48,0	32,2	31,4
	-/b	7,8	8,7	2,0
	-/-	38,6	41,7	58,8
K	a/a	7,8	12,2	8,8
	a/b	33,0	19,1	42,2
	b/b	59,2	68,7	49,0
L	agi/agi	2,3	4,4	2,9
	agi/adhi	1,1	1,7	9,8
M	agi/bcgi	21,4	22,6	5,9
	agi/bdhi	0,6	-	-
	adhi/bcgi	68,5	36,5	76,5
	adhi/bdfi	2,2	6,1	2,9
	bcgi/bcgi	1,1	10,4	-
	bcgi/bdfi	2,8	18,3	2,0

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
M	a/d	3,4	1,9	3,1
	a/-	2,3	-	-
	.d	19,3	25,0	17,7
	-/-	75,0	73,1	79,2

Таблица 2

Концентрация аллелей локусов групп крови у свиней разных пород

Система	Аллели	Породы		
		КБ	БМ	БЧ
A	c	0,425	0,278*	0,407*
	p	0,397	0,252*	0,402
	-	0,179	0,470**	0,191
B	a	0,693	0,868*	0,647
	b	0,307	0,132*	0,353
D	a	0,453	0,339	0,471
	b	0,547	0,661	0,529
E	aeg	0,408	0,279*	0,446
	aef	0,008	0,005	-
	bdg	0,221	0,190	0,114***
	bdf	0,254	0,168*	0,322***
	edg	0,036	0,137**	0,030
	edf	0,073	0,221***	0,089
F	a	0,327	0,261*	0,456***
	b	0,673	0,739	0,544***
G	a	0,432	0,494	0,635***
	b	0,568	0,506*	0,365***
H	a	0,265	0,248***	0,196***
	b	0,070	0,130***	0,049
	-	0,665	0,622	0,755**
K	a	0,243	0,217	0,299
	b	0,757	0,783	0,701**
L	agi	0,138	0,165	0,108
	adhi	0,360	0,222**	0,446***
	bcgi	0,475	0,491	0,422***
	bchi	0,003	-	-
	bdfi	0,025	0,122***	0,025
M	a	0,028	0,009**	0,016
	d	0,114	0,134	0,104**
	-	0,858	0,856	0,880 *
Количество	голов	179	114	102

Примечание: Достоверность разницы дана относительно крупной белой породы:
* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

но объяснить влиянием диких предков – европейского кабана (табл. 3) либо связью данного аллеля с адаптационной способностью. При вы-

ведении белорусской черно-пестрой породы свиней с целью создания у них более крепкой конституции и устойчивости к заболеваниям использовалась гибридизация с дикими кабанями по типу вводного скрещивания. В таких случаях, безусловно, важную роль генетических маркеров «генов прочности» играют группы крови, в данном случае А и Н – систем групп крови.

Таблица 3

Частота встречаемости аллелей у европейского кабана

(Данные аллелофонда групп крови европейского дикого кабана – Сердюк Г.Н. [6] и Горелов И. Г. [3]).

Система	Аллели	Концентрация аллелей
А	c	0,720
	p	0,280
В	a	1,000
	b	-
D	a	0,013
	b	0,987
E	bdgkmps	0,174
	bdfkmp	0,568
	edghkmnps	0,258
	edfhkmnps	-
F	a	-
	b	1,000
G	a	1,000
	b	-
L	adhi	0,007
	bcgi	0,478
	bdfi	0,501
	adhjl	0,014
Количество голов		72

Генетические различия между породами наблюдаются и по В – системе групп крови. Выявлен слабый полиморфизм у животных белорусской мясной породы. Установлено достоверное преобладание ($P \leq 0,05$) в популяции белорусской мясной породы животных с антигеном V_a , концентрация которого составила 0,868 с одновременно низкой концентрацией аллеля V_b – 0,132. Не исключено, что высокая встречаемость аллеля V_b у крупной белой (0,307) и белорусской черно-пестрой (0,359) связана с какими-либо продуктивными или качественными признаками, свойственными только этим породам.

По системе D у исследованных нами пород свиней фактор $D_{a/a}$ не выявлен, так же как и у их диких предков – европейского кабана, од-

нако аллель D_a в популяциях встречается в гетерозиготном состоянии и концентрация его достаточно высока (0,339-0,693).

Антиген D_b выявлен у 32,2% животных белорусской мясной породы, что значительно выше, чем у других изучаемых нами пород (9,5-5,9%). Очевидно, это связано с направлением продуктивности животных и процессом их создания. У мясных пород концентрация данного антигена значительно выше – 0,661, что согласуется с результатами исследований других авторов.

Большой интерес для изучения генетических особенностей культурных пород свиней, установления сходства и различия между ними представляет самая полиморфная E система групп крови. Антигены данной системы контролируются у домашних свиней 17 аллелями, у диких – 4, а у европейского подвида – только 3 аллелями.

Наибольшим генотипическим разнообразием по данному локусу характеризуется белорусская мясная порода, фенотип которой включает 13 наиболее встречающихся генотипов, в то время как крупная белая порода представлена 11 генотипами, детерминируемые 6 аллелями, а черно-пестрая – 9 генотипами. Между ними также наблюдаются различия по концентрации аллелей E – локуса, которые носят достоверный характер. Эти различия в основном связаны с направлением продуктивности пород. Так, у свиней породы БМ – мясного направления продуктивности – выявлена высокая концентрация аллеля E_{edf} (0,221; $P \leq 0,001$) в то время как у КБ – мясосального направления продуктивности – и БЧ – сального направления продуктивности – данный аллель встречается очень редко. Наши результаты согласуются с данными Сердюка Г.Н. [6] и Епишина В.А. [5], полученными при исследовании мясных пород (ландрас, дюрок, кахиб).

Для пород свиней мясо-сального и сального направления продуктивности (КБ и БЧ) характерна высокая концентрация аллеля E_{aeg} (соответственно 0,407 и 0,446) и аллеля E_{bdf} (0,254 и 0,322; $P \leq 0,001$); у животных мясной породы он встречается значительно реже (0,279 и 0,168; $P \leq 0,05$).

У изучаемых нами пород, так же как и у дикого кабана, наблюдается высокая концентрация аллеля E_{bdf} . Особенно выделяется белорусская черно-пестрая порода (0,332; $P \leq 0,001$), характеризующаяся высокими показателями резистентности и адаптационной способности в сравнении с другими породами, у которой данный генотип встречается у 60% животных, что указывает не только на их филогенетическую связь, но и свидетельствует о высокой адаптационной ценности этого аллеля. Именно этим, на наш взгляд, можно объяснить столь широкое

распространение данного аллеля как у диких, так и домашних свиней.

По G – системе групп крови изучаемые нами породы свиней имеют довольно своеобразную характеристику. Наибольшее количество животных KB и BM пород имеют генотип $G_{b/b}$ (14,9 и 15,6%) и $G_{a/b}$ (80,7 и 70,1%). Очевидно, что данный аллель связан с генами, детерминирующими мясные признаки, так как наиболее часто встречается у свиней мясного направления продуктивности. В то же время, 30,8% животных популяции БЧ являются носителями антигена G_a , что, несомненно свидетельствует о филогенетической связи с европейскими кабанами. Характерно, что у дикого европейского кабана наблюдается 100%-ная концентрация G_a аллеля [3], что обеспечивает ему определенные преимущества в борьбе за существование.

Об участии диких предков в филогенезе современных пород можно судить, анализируя F_a – систему групп крови. Установлено, что 5,9% свиней белорусской черно-пестрой породы являются носителями антигена F_a , который получили от своего дикого предка – азиатского кабана. Вероятно, в эту популяцию антиген F_a попал в результате скрещивания с другими породами (беркширская, кемеровская и др.). У белорусской мясной и крупной белой пород антиген F_a не выявлен, впрочем, как и у многих белых, широко распространенных пород. Высокая концентрация F_b аллеля у белорусской мясной породы (0,739) объясняется взаимосвязью данного аллеля с генами, детерминирующими мясную продуктивность.

Большой интерес при изучении генетического статуса животных вызывает H – система групп крови. Встречается большое количество работ, свидетельствующих о связи данной системы с продуктивностью и стрессустойчивостью животных. Полное отсутствие H_a и H_b антигенов групп крови у различных видов диких предков [2, 4], наличие которых у домашних свиней тесно связано со стресс-синдромом, указывает на их селекционную значимость, и особи с такой группой крови не имеют преимуществ в выживании и размножении в жестких условиях естественного отбора, который отмечает животных-носителей перечисленных групп крови.

Нами установлено, что у 58% животных белорусской черно-пестрой породы концентрация антигена H_c составляет 0,755, что значительно ($P \leq 0,01$) превосходит данную характеристику других пород. Эта особенность и обеспечивает животным черно-пестрой породы высокую резистентность и устойчивость к стрессам. Для белорусской мясной породы характерна наиболее высокая концентрация H_a (0,248; $P \leq 0,001$) и H_b (0,130; $P \leq 0,001$) аллелей, наличие которых вероятно связано с

проявлением продуктивности животных.

При характеристике К – системы групп крови также установлены различия по уровню полиморфизма локусов эритроцитарных антигенов. Выявлено, что генотип $K_{b/b}$ встречается у 68,7% животных белорусской мясной породы, при этом концентрация K_b антигена в популяции достигает 0,783, а антигена K_a – 0,217 ($P \leq 0,001$), что значительно отличается от других пород. В доступной нам литературе не выявлены данные, указывающие на содержание этой системы у различных подвидов дикого кабана. Очевидно, что система К групп крови сцеплена с генами, детерминирующими количественные и качественные признаки свиней, а аллель K_b – мясные признаки, так как наиболее часто встречается у свиней мясного направления продуктивности.

Существенно дополняет информацию о генетической структуре и филогенезе изучаемых пород L – система групп крови. У большинства современных пород свиней наиболее часто встречаются аллели agi , $bcsi$, $bdfi$, $adhi$, концентрация которых самая высокая и у диких свиней.

Обращает на себя внимание очень высокая генная частота L_{adhi} у белорусской черно-пестрой (0,446; $P \leq 0,01$) и крупной белой пород (0,360), что значительно превышает генную концентрацию у белорусской мясной породы (0,222; $P \leq 0,01$).

При исследовании M – системы групп крови значительных различий в концентрации аллелей не установлено, если не считать, что в популяции белорусской мясной породы практически отсутствует антиген M_a .

Таким образом, изучение аллелофонда групп крови БМ, КБ, БЧ и диких свиней показало, что группы крови могут служить надежным критерием в изучении генезиса пород. По группам крови можно не только установить филогенез пород, но и определить принадлежность даже незначительного прилития крови других пород. Особое значение это приобретает на современном этапе в условиях интенсивного пороодообразовательного процесса, когда в процессе эволюции и селекции происходит видоизменение пород и линий сельскохозяйственных животных на основе использования различных видов скрещивания и формирования животных определенного типа. Данные изменения обуславливаются также и мутациями, естественным и искусственным отбором. Все это влияет на генетическую структуру в целом либо определенных популяций. Поэтому наглядным критерием оценки генетической изменчивости, происходящей в популяциях, являются генетические маркеры биоструктур крови, позволяющие контролировать генетические процессы, происходящие в породах и внутривидовых

группах свиней, и на этой основе принимать решения по использованию соответствующих селекционных приемов по их совершенствованию.

Вопреки мнению ряда исследователей, что группы крови являются нейтральными в организме животных и не затрагиваются селекционными процессами, проведенный нами сравнительный анализ генетического статуса разводимых в РБ пород и диких свиней показал, что группы крови не являются нейтральными в организме животных, изменяются в ходе селекционного процесса и их характеристики являются ответом на отбор.

Однако мы все еще не знаем, какова роль полиморфизма и как может повлиять на общее состояние популяции отбор только полезных вариантов. Еще ни в одном стаде не была достигнута гомозиготность ни по одному полиморфному аллелю групп крови, полиморфных белковых систем или полиморфных участков ДНК. Это очень интересная научная проблема, которая может раскрыть многие механизмы генетического полиморфизма животных.

Выводы. Под действием искусственного и естественного отбора в процессе domestikации и селекционного процесса происходит видоизменение иммуногенетического статуса популяций. Критерием оценки генетической изменчивости, происходящей в популяции, являются иммуногенетические маркеры.

1. Амбросьева Е.Д. Биохимические маркеры в свиноводстве: (Обзор) // *Аграрная Россия*. – 2002. – №5. – С. 19-30.
2. Горелов И.Г., Савина М.А., Ермолаев В.И. и др. Генетический полиморфизм семиреченской породы свиней // *Сельскохозяйственная биология*. – 1999. – №2. – С. 55-60.
3. Горелов И.Г., Савина М.А., Ермолаев В.И. и др. Популяционно-генетические исследования цивильской породы свиней // *Свиноводство*. – 2000. – № 3. – С. 9-12.
4. Горелов И.Г., Савина М.А., Новиков А.А. и др. Иммуногенетика и биоразнообразие домашних и диких свиней // *Аграрная Россия*. – 2002. – №5. – С. 33-38.
5. Епишин В.А., Гупалов Н.В., Жукова Н.М. Особенности аллелофонда и воспроизводительные качества свиней формируемых линий центрального типа новой мясной породы // *Селекция сельскохозяйственных животных на устойчивость к болезням и повышение естественной резистентности: Сб. науч. трудов*. – М., 1989. – С. 24-26.
6. Сердюк Г.Н. Иммуногенетические маркеры и их использование для повышения эффективности селекции свиней: Автореф. д-ра биол. наук. – СП(б)-Пушкин, 2000. – 58 с.
7. Тихонов В.Н., Никитин С.В., Горелов И.Г. и др. // *Генетика*. – 1984. – Т.20. – №4. – С. 662-671.
8. Тихонов В.Н. Иммуногенетика и биохимический полиморфизм домашних и диких свиней. – Новосибирск: Наука, 1991. – 3030 с.