

МАСЬ КАК СЕЛЕКЦИОННЫЙ ПРИЗНАК У СВИНЕЙ

В. Н. Дементьев, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

В. Л. Петухов, доктор биологических наук, профессор

О. С. Короткевич, доктор биологических наук, профессор

В. Г. Маренков, кандидат биологических наук, профессор

Е. В. Камалдинов, доктор биологических наук, профессор

О. И. Себежко, кандидат биологических наук, профессор

С. Г. Куликова, доктор биологических наук, профессор

А. И. Желтиков, доктор биологических наук, профессор

В. В. Гарт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

А. Г. Незавитин, доктор биологических наук, профессор

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: dviknik@gmail.com

Ключевые слова: кемеровская
порода свиней, наследуемость,
мась, живая масса

Реферат. При создании кемеровской породы свиней учитывался характер пигментации кожного покрова и щетины животных. В исследования было включено более 1 тыс. животных кемеровской породы. Популяция по степени темной и светлой окраски кожного покрова и щетины была разделена на шесть групп (баллы 1–6). Выявлена наследственная гетерогенность популяции по интенсивности пигментации, которая наследуется промежуточно. При скрещивании животных с наиболее интенсивной черной пигментацией (балл 1 x 1) и менее интенсивной (балл 6 x 6) наблюдался возврат к среднему значению (3,65 балла) – соответственно 2,34 и 4,34 балла. Коэффициенты наследуемости (h^2) интенсивности пигментации кожного покрова и щетины были в пределах 0,35–0,71. Проведенный анализ двухфакторных комплексов свидетельствует о различной степени влияния родителей на интенсивность проявления масти у потомства. Доля генотипического влияния матерей на этот признак у сыновей равна 12,5 %, отцов – 8,3, взаимодействия факторов – 0,95, а общих родителей – 21,7 %. Для дочерей это влияние составило 9,6; 3,1; 1,3 и 14,1 % соответственно. Не выявлено полового диморфизма по интенсивности пигментации кожного покрова и щетины. Сделано предположение, что интенсивность пигментации в определенной степени детерминирована генами с аддитивными эффектами. Установлено, что при гетерогенном подборе по интенсивности пигментации наблюдался внутривидовой гетерозис по живой массе поросят при отъеме, которая была на 5,5 % выше, чем при гомогенных подборках.

В последние годы многие авторы изучали комплекс признаков, характеризующих генофонд и фенофонд пород разных видов животных [1–9]. Для этого используются зоотехнические, гематологические, биохимические, физиологические, химические, ветеринарно-генетические, цитогенетические, иммуногенетические, молекулярные и другие методы исследований [10–17]. Такой же подход использован при изучении генофонда и фенофонда пород Сибири: сибирской северной, кемеровской, скороспелой мясной СМ-1 пород свиней, черно-пестрого и якутского скота, яков и других популяций животных [18–23]. Биоразнообразие пород сельскохозяйственных животных уменьшается. Из 730 пород свиней в мире около 270 находятся на грани исчезновения [7]. В международном масштабе только пять пород свиней широко распространены. Так, круп-

ная белая порода распространена в 117 странах мира, дюрок – в 93, ландрас – в 91, гемпшир – в 54 и пьетрен – в 35 странах [7]. Многие породы и типы сельскохозяйственных животных Сибири исчезли (сибирская северная порода и черно-пестрая породная группа свиней) [7, 24]. На грани исчезновения находятся кемеровская порода свиней, якутский скот, кулундинская овца и другие популяции животных [2, 7, 24].

При выведении и совершенствовании новых пород и типов животных и получении экологически безопасной продукции животноводства следует учитывать комплекс экологических факторов [25–36]. В селекционной работе широко используются генетические, биохимические, химические, цитогенетические, морфологические и другие маркеры продуктивности, устойчивости к заболеваниям, продуктивного долголетия. Одним из

прижизненных маркеров количественных признаков у животных разных видов являются производные кожи [37–39].

В процессе разведения свиней, выведенных с использованием беркширов и других пород, в том числе кемеровской, масть животных имеет определенное практическое значение в селекционной работе [2, 3]. Это обусловлено довольно четкой локализацией белых и темных участков окраски щетины и кожного покрова (фенов), характерной для свиней как беркширской, так и производных пород.

Масть являлась одним из признаков, учитываемых на начальном этапе отбора молодняка при создании кемеровской породы, в связи с необходимостью формирования планируемых фенотипов и генотипов селекционируемых групп [2, 3].

Цель исследования – изучить наследуемость степени пигментации у свиней кемеровской породы и её связь с живой массой поросят.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являлась масть животных. В условиях Кемеровской области специалистами ведущих хозяйств по разведению кемеровской породы выявлены и используются для решения практических задач особенности проявления масти животных [2]. Была разработана градация характеристики этого признака с записью при помощи специальных кодов, которые отмечались в карточках племенных свиноматок, хряков, книгах случек и получения приплода, журналах выращивания ремонтного молодняка.

Для выявления закономерностей связи масти с исследуемыми признаками свиней существующим градациям присвоили баллы, которые использовали в математической обработке исходных данных и анализе полученных результатов [3]. Ниже приведено описание градаций рассматриваемого признака, устанавливаемых визуально для каждого животного. Цифры означают балл:

1 – полностью пигментированное животное (черная масть);

2 – пигментированное, с белыми венчиками у копыт;

3 – «беркширская» масть, т.е. наличие белых отметин на конечностях, кончике хвоста и морде;

4 – «беркширская» совместно с мелкими белыми пятнами по туловищу;

5 – «беркширская» совместно с более крупными, не сливающимися белыми пятнами;

6 – зоны белых участков составляют около 20% поверхности туловища.

Следовательно, чем меньше значение балла для отдельного животного или средняя величина по анализируемой группе, тем более темная масть и, наоборот, чем выше балл, тем светлее масть.

Для исследования были взяты шесть групп животных с учетом интенсивности пигментации кожного покрова и щетины. С целью установления особенностей наследования окраски щетины и кожного покрова у свиней, определения связи масти родителей с качеством и развитием приплода обработали материалы зоотехнического учёта и осуществили опытные спаривания животных. Для характеристики изменения масти животных за длительный промежуток времени обработали материалы ведущего племенного хозяйства за 30-летний учетный период разведения породы. Включили данные случайной выборки 249 разновозрастных свиноматок, использовавшихся в начале, а также 250 голов в конце анализируемого периода. Методом случайной выборки сформировали данные разновозрастных свиноматок, имевших более трех опоросов, без учета масти хряков, использовавшихся для случки с целью получения потомства. В 1-ю группу включили 70 свиноматок темной (баллы 1 и 2), 2-ю – 69 средней (3 и 4 балла) и 3-ю – 39 светлой (5, 6 и 7 баллов) масти. Для опыта отобрали, руководствуясь принципом аналогов по развитию, потомство родителей, проверенных по продуктивности. Ремонтных свинок, достигших возраста 9–10 месяцев, отнесенных по суммарной оценке к классам элита и I, случили, по методу реципрокного спаривания, с хряками класса элита в возрасте 18–24 месяцев, с учетом масти. Животные при подборе имели следующую масть (балл у свинок × хряков): 1-я группа – 1 × 1; 2-я – 1 × 6; 3-я – 6 × 1; 4-я – 6 × 6. Использовали данные 388 потомков, полученные в опоросах 40 свиноматок от сочетания с 4 хряками. Данные обработаны биометрически с помощью программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На основании проведенного исследования установлено, что в процессе разведения кемеровской породы за анализируемый 30-летний период окраска щетины и кожного покрова свиней претерпела существенные изменения. Так, средняя величина балла масти свиноматок в начале была $3,95 \pm 0,10$ а в конце – $4,73 \pm 0,11$ ($P < 0,001$).

Таблица 1

Изменение масти потомства в зависимости от возраста матерей, средний балл

Группа	Балл масти матерей	Порядковый номер опороса					
		1		2		3	
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv
1-я	1+2	2,67±0,15	20,4	2,92±0,22	26,8	3,35±0,19	20,3
2-я	3+4	4,10±0,16	18,9	3,82±0,17	21,3	4,43±0,18	19,8
3-я	5+6+7	4,63±0,13	13,5	4,88±0,16	16,0	4,93±0,17	16,7
В среднем		3,80±0,13	-	4,03±0,14	-	4,39±0,13	-
Межгрупповые различия							
	F	36,2		26,8		15,9	
	r_w	0,648		0,575		0,438	

Таблица 2

Количественные изменения масти у потомства, полученного в результате подбора родителей

Группа	Балл по масти ♀х♂	Число потомков	Балл по масти у потомков		
			хрячков	свинок	в среднем
1-я	1 х 1	101	2,10±0,28	2,65±0,21	2,34±0,14
2-я	1 х 6	106	3,53±0,26	3,41±0,30	3,48±0,19
3-я	6 х 1	87	3,66±0,27	3,84±0,21	3,81±0,10
4-я	6 х 6	94	4,44±0,13	4,25±0,15	4,34±0,10

Учитывая, что в популяции планомерно осуществлялось совершенствование типа, продуктивных качеств селекционируемого поголовья [2, 3], установленное высокодостоверное изменение рассматриваемого признака является свидетельством отражения динамики метаболических процессов, происходящих в организме животных под целенаправленным воздействием генотипа и среды. Факторами, определяющими формирование комплекса признаков, в том числе и масти, могут быть систематическая селекция кемеровской породы на повышение мясных качеств, в том числе с применением вводного скрещивания с породой лакомб (белой масти), и последующее интенсивное использование полученного потомства «в себе» [2].

Сравнение масти свиноматок и полученного от них приплода дало следующие результаты (табл. 1).

По мере повышения величины балла маточно-го поголовья (т.е. «осветления» масти от 1-й к 3-й группе) происходило соответствующее изменение признака у потомков, полученных в учитываемых опоросах по порядку номеров. При этом межгрупповые различия («влияние» масти матерей) с увеличением числа опоросов снижались, хотя находились на достаточно высоком уровне ($P < 0,001$).

Отмечено повышение среднего балла по масти приплода с увеличением числа опоросов матерей. Между потомством свиноматок первого и третьего опоросов разность составила 0,59 ($P < 0,001$).

Полагают, что фенотип по масти кожного покрова у пород свиней кемеровской, беркширской, польско-китайской черно-белая пятнистость определяется генотипами a/a , i/i , E^p/E^p , He/He , be/be , которые соответственно контролируются локусами A , I , E , He , Be . Количественное соотношение окрашенных и неокрашенных участков тела, видимо, определяется другой генетической системой. В связи с этим осуществлены различные варианты скрещиваний родителей, различающихся по степени пигментации (табл. 2).

Не выявлено полового диморфизма по степени пигментации потомства при реципрокном скрещивании $1♀ \times 6♂$ и $6♀ \times 1♂$. Значительные различия по масти потомства при гомогенных подборках 1×1 и 6×6 свидетельствуют о генетической обусловленности степени пигментации кожного покрова и щетины.

Результаты скрещивания генетически разных групп животных ($1♀ \times 6♂$ и $6♀ \times 1♂$) показали, что степень пигментации кожного покрова и щетины наследовалась промежуточно. Фактически полученный балл по пигментации в F_1 –3,65 не отличался от теоретически ожидаемого значения 3,34. Эти данные подтверждают существование генетического полиморфизма по степени пигментации, которая в значительной степени обусловлена аддитивными генами.

При гетерогенном подборе (группы 2-я и 3-я) балл потомства был выше, чем у приплода от гомогенного подбора (1-я и 4-я), если сравнивать

Таблица 3

Соотношение полов и живая масса приплода при отъеме

Группа	Балл по масти мать х отец	От числа родившихся, %		Живая масса, кг
		хрячки	свинки	
1-я	1 х 1	49,5±4,99	50,5±4,99	19,8±0,16
2-я	1 х 6	57,5±4,82	42,5±4,82	21,3±0,23
3-я	6 х 1	43,7±5,34	56,3±5,34	21,0±0,11
4-я	6 х 6	52,1±5,18	47,9±5,18	20,2±0,18

пары 2-я–1-я и 3-я–4-я ($P<0,001$). Это свидетельствует о достоверном воздействии родителей на формирование рассматриваемого признака у потомства.

Подтверждением данного положения служит доля хрячков и свинок в числе полученного молодняка и величина его средней живой массы к отъему от матерей в возрасте 2 месяца (табл. 3).

При гомогенном подборе родителей доля хрячков и свинок не отличалась от теоретически ожидаемой величины 50 : 50. Гетерогенный подбор определил изменение соотношения полов. Во 2-й группе удельный вес хрячков превышал таковой для свинок на 15,0% ($P<0,05$). По 3-й группе отмечена противоположная тенденция: превышение доли свинок по сравнению с хрячками на 12,6%.

Спаривание животных с учётом масти способствовало изменчивости энергии роста приплода. Так, при гомогенном подборе (1-я и 4-я группы) средняя живая масса молодняка в возрасте 2 месяцев была ниже, чем при гетерогенном. Разность минимального и максимального показателей 1-й и 2-й групп составила 1,5 кг, или 7,6% ($P<0,001$). По объединённым группам гетерогенного подбора величина средней живой массы была равна 21,20±0,10 кг. Разность между этим показателем и по группе 1 была 1,4 кг ($P<0,001$), по группе 4 – 1,0 кг ($P<0,001$). Следовательно, гетерогенный подбор по степени пигментации способствовал проявлению внутривидового гетерозиса по живой массе приплода перед отъёмом от матерей в возрасте 2 месяцев [21].

В элементологии сельскохозяйственных животных у разных видов и пород химический состав волоса может быть использован в качестве прижизненного неинвазивного маркера аккумуляции тяжелых металлов в органах и тканях [38, 39]. Это возможно потому, что уровень тяжелых металлов в органах и тканях животных в определенной степени генетически детерминирован [40, 41]. Так, у свиней по содержанию ряда элементов в щетине можно прижизненно определить накопление кадмия в мышечной ткани [35].

Имеется ещё ряд методов, используемых для выявления генетического потенциала свиней

и других видов животных по продуктивности, воспроизводительным качествам, стрессоустойчивости и резистентности животных к заболеваниям [14, 42–45].

Результаты дисперсионного анализа двухфакторных комплексов показали разную степень влияния родителей на проявление масти потомства. Так, в общей фенотипической изменчивости доля генотипического влияния матерей на изучаемый признак у хрячков составила 12,5% ($P<0,001$), отцов – 8,3 ($P<0,001$), взаимодействия факторов – 0,95; общих родителей – 21,7% ($P<0,001$); у свинок соответственно 9,6 ($P<0,001$); 3,1 ($P<0,05$); 1,3; 14,1% ($P<0,001$). Следовательно, генетическая информация о масти родителей более полно реализовалась среди сыновей, чем дочерей ($P<0,001$).

Коэффициент наследуемости степени пигментации кожного покрова и щетины (h^2), вычисленный по формуле $h^2=2\sigma_{p/n}$, при сравнении проявления признаков матерей и сыновей составил 0,71 ($P<0,001$); отцов и сыновей – 0,57 ($P<0,001$); матерей и дочерей – 0,35 ($P<0,05$). Следовательно, в популяции свиней кемеровской породы существует наследственная гетерогенность по степени пигментации кожного покрова и щетины.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена наследственная гетерогенность в популяции свиней кемеровской породы по степени пигментации кожного покрова и щетины. Степень пигментации у свиней наследуется промежуточно. Коэффициент наследуемости этого количественного признака был в пределах 0,35–0,71.
2. Степень пигментации кожного покрова и щетины может быть маркером интенсивности роста животных и использоваться для получения внутривидового эффекта гетерозиса по живой массе поросят при отъеме.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (Russian Science Foundation). Проект № 15–16–30003.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Генетические* методы в селекции свиней / В. А. Бекенев, В. Н. Дементьев, Г. М. Ермолаев [и др.]. – Новосибирск: СибНИИЖ, 2012. – С. 116.
2. *Кемеровская* порода свиней / И. И. Гудилин, В. Н. Дементьев [и др.]. – Новосибирск: НГАУ, 2003.
3. *Дементьев В. Н.* Характеристика и совершенствование пород свиней Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Новосибирск, 2000.
4. *Дементьев В. Н., Кочнев Н. Н.* Значение крупноплодности и особенности роста в раннем онтогенезе при разведении свиней кемеровской породы // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 1 (22), ч. 2. – С. 47–46.
5. *Дементьев В. Н., Куликова С. Г., Кочнев Н. Н.* Воспроизводительные качества свиноматок в условиях промышленной технологии // Главный зоотехник. – 2014. – № 5. – С. 11–17.
6. *Кабанов В. Д.* Свиноводство. – М.: Колос, 2001. – 431 с.
7. *Генофонд* и фенофонд сибирской северной породы и черно-пестрой породной группы свиней / В. Л. Петухов, В. Н. Тихонов, О. С. Короткевич, А. А. Фридчер. – Новосибирск, 2012. – 579 с.
8. *Федоренкова Л. А., Дойлидов В. А., Ятусевич В. П.* Свиноводство племенное и промышленное. – Витебск: ВГАВМ, 2014. – 220 с.
9. *Шейко И. П., Смирнов В. С., Шейко Р. И.* Свиноводство. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 376 с.
10. *Полиморфизм* белков сыворотки крови свиней сибирской северной породы / Е. В. Камалдинов, О. С. Короткевич, В. Л. Петухов, А. И. Желтиков // Докл. РАСХН. – 2010. – № 4. – С. 49–51.
11. *Петухов В. Л., Камалдинов Е. В., Короткевич О. С.* Влияние породы на устойчивость крупного рогатого скота к некоторым болезням // Главный зоотехник. – 2011. – № 1. – С. 10–12.
12. *Генетическая* структура кемеровской и крупной белой пород свиней по системам групп крови / В. Л. Петухов, А. И. Желтиков, В. В. Гарт [и др.] // С.-х. биология. – 2004. – № 2. – С. 43–49.
13. *Себежско О. И., Гарт В. В., Дементьев В. Н.* Гематологический статус скороспелой мясной и крупной белой пород свиней в начальный постнатальный период онтогенеза // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 3. – С. 53–55.
14. *Себежско О. И.* Эффект воздействия ультразвука на биологически активные точки поросят: дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2001. – 112 с.
15. *Фридчер А. А., Петухов В. Л.* Хозяйственно полезные качества свиней приобского типа скороспелой мясной породы СМ-1 // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 8. – С. 59–63.
16. *Single nucleotide polymorphism* in dairy cattle populations of West Siberia / O.S. Korotkevich, M. P. Lyukhanov, V.L. Petukhov [et.al.] // Proceeding of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. – 2014. – P. 487.
17. *The genetic* structure of the siberian pig population on polymorphic system / V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich, V.N. Dementyev, I.I. Gudilin // XXVth International Conference of Animal Genetic. Tours-France. – 1996. – С. 61–62.
18. *Желтикова О. А., Короткевич О. С.* Аккумуляция некоторых макро- и микроэлементов в органах свиней // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2007. – № 8. – С. 48–50.
19. *Нарожных К. Н., Ефанова Ю. В., Короткевич О. С.* Содержание меди в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы // Вестн. НГАУ. – 2013. – № 2 (27). – С. 73–76.
20. *Нарожных К. Н., Ефанова Ю. В., Короткевич О. С.* Содержание железа в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – № 1. – С. 24–25.
21. *Способ* разнородного подбора родительских пар в свиноводстве по фенотипу: пат. RUS 1757557 / Л. К. Эрнст, Ю. К. Свечин, В. Л. Петухов [и др.]. – Заявл. 04.04.1990; опубл. 30.08.1992. – Бюл. № 32.
22. *Динамика* изменчивости в стадах сельскохозяйственных животных как показатель микроэволюционного процесса / М. А. Барсукова, Е. В. Пищенко, К. В. Жучаев, И. В. Морузи // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 1 (22), Ч. 2. – С. 28–31.
23. *Кунц Е., Жучаев К. В.* Влияние возрастного подбора на воспроизводительные качества свиней породы СМ-1 // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 2 (23). – С. 56–59.
24. *Способ* сохранения редких и исчезающих пород животных: пат. RUS 2270562 / В. Л. Петухов, Л. К. Эрнст, А. И. Желтиков [и др.]. – Заявл. 05.05.04; опубл. 27.02.06. – Бюл. № 6.

25. *The content of heavy metals in feeds of the Tyva Republic* / R. B. Chysyma, V. L. Petukhov, E. E. Kuzmina [et al.] // Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment / Editors: C. Boutron, C. Ferrari. – Grenoble, 2003. – P. 297–299.
26. *Heavy metal concentration in water and soil of different ecological areas of Tyva Republic* / R. B. Chysyma, Y. Y. Bakhtin, V. L. Petukhov [et al.] // Ibid. – P. 301–302.
27. *Content of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the forages of various ecological zones of Western Siberia* / O. S. Korotkevich, V. L. Petukhov, O. I. Sebezshko [et al.] // Russian Agriculcultural Sciences. – 2014. – Т. 40, № 3. – P. 195–197.
28. *Нарожных К. Н. Ефанова Ю. В., Короткевич О. С.* Содержание кадмия в некоторых органах и тканях бычков герефордской породы // Мир науки, культуры, образования. – 2012. – № 4. – С. 315–318.
29. *Петухов В. Л., Миллер И. С., Короткевич О. С.* Содержание тяжелых металлов в мышцах судака (*Stizostedion lucioperca*) // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 2 (23), ч. 2. – С. 49–52.
30. *Способ получения высокопродуктивных производителей сельскохозяйственных животных*: пат. RUS 2414124 / В. Л. Петухов, Л. К. Эрнст, А. И. Желтиков [и др.]. – Заявл. 15.06.2009; опубл. 20.03.11. – Бюл. № 8.
31. *Стрижкова М. В. Петухова Т. В., Короткевич О. С.* Содержание свинца в органах и тканях бычков черно-пестрой породы // Главный зоотехник. – 2011. – № 6. – С. 66–68.
32. *Konovalova T. V.* Content of heavy metals in the muscle tissue of cattle // Proceedings of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment. Rome, 2012. E3S Web of Conference 1, 15002 (2013) DOI:10.1051/e3sconf/20130115002
33. *Marmuleva, N. I. Barinov E. Ya., Petukhov V. L.* Radionuclides accumulation in milk and its products // Journal De Physique IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment / Editors: C. Boutron, C. Ferrari. – Grenoble, 2003. – P. 827–829.
34. *Accumulation of heavy metals in the muscles of Zander from Novosibirsk water basin* / I. S. Miller, V. L. Petukhov, O. S. Korotkevich [et al.] // Proceeding of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment. Rome, 2012 E3S Web of Conference 1, 11007 (2013) DOI:10.1051/e3sconf/20130111007.
35. *The content of the lead some organs and tissues of Heford bull-calves* / K. N. Narozhnykh, V. L. Petukhov, U. V. Efanova [et al.] // Ibid.
36. *Cs-137 and Sr-90 level in diary products* / V. L. Petukhov, Yu. A. Dukhanov, I. Z. Sevryuk [et al.] // Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment / Editors: C. Boutron, C. Ferrari. – Grenoble, 2003. – P. 1065–1066.
37. *Способ определения содержания кадмия в органах и мышечной ткани свиней*: пат. RUS 2342659 / В. Л. Петухов, О. А. Желтикова, О. С. Короткевич [и др.]. – Заявл. 28.03.07; опубл. 27.12.08. – Бюл. № 36.
38. *Content of heavy metals in the hair* / S. A. Patrashkov, V. L. Petukhov, O. S. Korotkevich, I. V. Petukhov // Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment / Editors: C. Boutron, C. Ferrari. – Grenoble, 2003. – С. 1025–1027.
39. *Способ оценки кадмия в печени и легких крупного рогатого скота*: пат. RUS 2548774 / О. С. Короткевич, К. Н. Нарожных, Т. В. Коновалова [и др.]. – Заявл. 25.03.14; опубл. 20.04.15. – Бюл. № 11.
40. *Способ определения содержания кадмия в мышечной ткани крупного рогатого скота*: пат. RUS 2426119 / В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, А. И. Желтиков, Т. В. Петухова. – Заявл. 24.03.10; опубл. 10.08.11. – Бюл. № 22.
41. *Способ определения содержания свинца в органах крупного рогатого скота*: пат. RUS 2421726 / О. С. Короткевич, В. Л. Петухов, М. В. Стрижкова [и др.]. – Заявл. 08.04.10; опубл. 20.06.11. – Бюл. № 17.
42. *Способ определения содержания меди в мышечной ткани рыбы*: пат. RUS 2555518 / О. С. Короткевич, И. С. Миллер, Т. В. Коновалова [и др.]. – Заявл. 28.07.14; опубл. 10.07.15. – Бюл. № 19.
43. *Зайко О. А., Коновалова Т. В.* Характеристика генофонда линий породы свиней СМ-1 по аккумуляции свинца в некоторых органах и тканях // Свиноводство. – 2013. – № 8. – С. 11–12.
44. *Короткевич О. С.* Биологический эффект воздействия ультразвука и низкоинтенсивного лазерного излучения на организм свиней: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Новосибирск, 2000. – 38 с.

45. Способ стимуляции репродуктивных качеств свиноматок: пат. RUS 2377772 / В.Л. Петухов, О.С. Короткевич, О.И. Себежко, Т.В. Петухова. – Заявл. 02.06.08; опубл. 10.01.10. – Бюл. № 1.
46. Зайко О.А., Короткевич О.С., Петухов В.Л. Особенности аккумуляции макро- и микроэлементов в миокарде свиней скороспелой мясной породы // Главный зоотехник. – 2013. – № 6. – С. 35–40.
47. Зайко О.А., Короткевич О.С., Петухов В.Л. Содержание макро- и микроэлементов в печени свиней скороспелой мясной породы (СМ-1) и их связь с уровнем свободных аминокислот в сыворотке крови // Докл. РАСХН. – 2013. – № 5. – С. 51–53.
1. Bekenev V.A., Dement'ev V.N., Ermolaev G.M. i dr. *Geneticheskie metody v selektsii sviney*. Novosibirsk: SibNIIZh, 2012. pp. 116.
2. Gudilin I.I., Dement'ev V.N. i dr. *Kemerovskaya poroda sviney*. Novosibirsk: NGAU, 2003.
3. Dement'ev V.N. Kharakteristika i sovershenstvovanie porod sviney Zapadnoy Sibiri [Avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk]. Novosibirsk, 2000.
4. Dement'ev V.N., Kochnev N.N. *Znachenie krupnoplodnosti i osobennosti rosta v rannem ontogeneze pri razvedenii sviney kemerovskoy porody* [Vestn. NGAU], no. 1 (22), ch. 2 (2012): 47–46.
5. Dement'ev V.N., Kulikova S.G., Kochnev N.N. *Vosproizvoditel'nye kachestva svinomatok v usloviyakh promyshlennoy tekhnologii* [Glavnyy zootekhnik], no. 5 (2014): 11–17.
6. Kabanov V.D. *Svinovodstvo*. Moscow: Kolos, 2001. 431 p.
7. Petukhov V.L., Tikhonov V.N., Korotkevich O.S., Fridcher A.A. *Genofond i fenofond sibirskoy severnoy porody i cherno-pestroy porodnoy gruppy sviney*. Novosibirsk, 2012. 579 p.
8. Fedorenkova L.A., Doylidov V.A., Yatusevich V.P. *Svinovodstvo plemennoe i promyshlennoe*. Vitebsk: VGAVM, 2014. 220 p.
9. Sheyko I.P., Smirnov V.S., Sheyko R.I. *Svinovodstvo*. Minsk: IVTs Minfina, 2013. 376 p.
10. Kamaldinov E.V., Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Zheltikov A.I. *Polimorfizm belkov syvorotki krovi sviney sibirskoy severnoy porody* [Dokl. RASKhN], no. 4 (2010): 49–51.
11. Petukhov V.L., Kamaldinov E.V., Korotkevich O.S. *Vliyanie porody na ustoychivost' krupnogo rogatogo skota k nekotorym boleznyam* [Glavnyy zootekhnik], no. 1 (2011): 10–12.
12. Petukhov V.L., Zheltikov A.I., Gart V.V. i dr. *Geneticheskaya struktura kemerovskoy i krupnoy beloy porod sviney po sistemam grupp krovi* [S.-kh. biologiya], no. 2 (2004): 43–49.
13. Sebezhko O.I., Gart V.V., Dement'ev V.N. *Gematologicheskiy status skorospeloy myasnoy i krupnoy beloy porod sviney v nachal'nyy postnatal'nyy period ontogeneza* [Dostizheniya nauki i tekhniki APK], no. 3 (2012): 53–55.
14. Sebezhko O.I. *Effekt vozdeystviya ul'trazvuka na biologicheski aktivnye tochki porosyat* [Dis. ... kand. biol. nauk]. Novosibirsk, 2001. 112 p.
15. Fridcher A.A., Petukhov V.L. *Khozyaystvenno poleznye kachestva sviney priobskogo tipa skorospeloy myasnoy porody SM-I* [Sib. vestn. s.-kh. nauki], no. 8 (2010): 59–63.
16. Korotkevich O.S., Lyukhanov M.P., Petukhov V.L. et.al. Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia. *Proceeding of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. 2014. pp. 487.
17. Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Dement'ev V.N., Gudilin I.I. The genetic structure of the siberian pig population on polymorphic system. *XXVth International Conference of Animal Genetic*. Tours-France. 1996. pp. 61–62.
18. Zheltikova O.A., Korotkevich O.S. *Akkumulyatsiya nekotorykh makro- i mikroelementov v organakh sviney* [Sib. vestn. s.-kh. nauki], no. 8 (2007): 48–50.
19. Narozhnykh K.N., Efanova Yu.V., Korotkevich O.S. *Soderzhanie medi v nekotorykh organakh i myshechnoy tkani bychkov gereforskoy porody* [Vestn. NGAU], no. 2 (27) (2013): 73–76.
20. Narozhnykh K.N., Efanova Yu.V., Korotkevich O.S. *Soderzhanie zheleza v nekotorykh organakh i myshechnoy tkani bychkov gereforskoy porody* [Molochnoe i myasnoe skotovodstvo], no. 1 (2013): 24–25.
21. Ernst L.K., Svechin Yu.K., Petukhov V.L. i dr. *Sposob raznorodnogo podbora roditel'skikh par v svinovodstve po fenotipu*. Pat. RUS 1757557. Zayavl. 04.04.1990; opubl. 30.08.1992. Byul. № 32.
22. Barsukova M.A., Pishchenko E.V., Zhuchayev K.V., Moruzi I.V. *Dinamika izmenchivosti v stadakh sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh kak pokazatel' mikroevolyutsionnogo protsessa* [Vestn. NGAU], no. 1 (22), Ch. 2 (2012): 28–31.

23. Kunts E., Zhuchaev K. V. *Vliyanie voznrastnogo podbora na vosproizvoditel'nye kachestva sviney porody SM-1* [Vestn. NGAU], no. 2 (23) (2012): 56–59.
24. Petukhov V. L., Ernst L. K., Zheltikov A. I. i dr. *Sposob sokhraneniya redkikh i ischezayushchikh porod zhivotnykh*. Pat. RUS 2270562. Zayavl. 05.05.04; opubl. 27.02.06. Byul. № 6.
25. Chysyma R. B., Petukhov V. L., Kuzmina E. E. et al. The content of heavy metals in feeds of the Tyva Republic. *Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment*. Editors: C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble, 2003. pp. 297–299.
26. Chysyma R. B., Bakhtin Y. Y., Petukhov V. L. et al. Heavy metal concentration in water and soil of different ecological areas of Tyva Republic. *Ibid.* pp. 301–302.
27. Korotkevich O. S., Petukhov V. L., Sebezhko O. I. et al. Content of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in the forages of various ecological zones of Western Siberia. *Russian Agricultural Sciences*, T. 40, no. 3 (2014): 195–197.
28. Narozhnykh K. N., Efanova Yu. V., Korotkevich O. S. *Soderzhanie kadmiya v nekotorykh organakh i tkani bychkov gerefordskoy porody* [Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya], no. 4 (2012): 315–318.
29. Petukhov V. L., Miller I. S., Korotkevich O. S. *Soderzhanie tyazhelykh metallov v myshtsakh sudaka (Stizostedion lucioperca)* [Vestn. NGAU], no. 2 (23), ch. 2 (2012): 49–52.
30. Petukhov V. L., Ernst L. K., Zheltikov A. I. i dr. *Sposob polucheniya vysokoproduktivnykh proizvoditeley sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh*. Pat. RUS 2414124. Zayavl. 15.06.2009; opubl. 20.03.11. Byul. № 8.
31. Strizhkova M. V., Petukhova T. V., Korotkevich O. S. *Soderzhanie svintsa v organakh i tkanyakh bychkov cherno-pestroy porody* [Glavnyy zootekhnik], no. 6 (2011): 66–68.
32. Konovalova T. V. Content of heavy metals in the muscle tissue of cattle. *Proceedings of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment*. Rome, 2012. E3S Web of Conference 1, 15002 (2013) DOI:10.1051/e3sconf/20130115002.
33. Marmuleva, N. I., Barinov E. Ya., Petukhov V. L. Radionuclides accumulation in milk and its products. *Journal De Physique IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment*. Editors: C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble, 2003. pp. 827–829.
34. Miller I. S., Petukhov V. L., Korotkevich O. S. et al. Accumulation of heavy metals in the muscles of Zander from Novosibirsk water basin. *Proceeding of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment*. Rome, 2012 E3S Web of Conference 1, 11007 (2013) DOI:10.1051/e3sconf/20130111007.
35. Narozhnykh K. N., Petukhov V. L., Efanova U. V. et al. The content of the lead some organs and tissues of Heford bull-calves. *Ibid.*
36. Petukhov V. L., Dukhanov Yu. A., Sevryuk I. Z. et al. Cs-137 and Sr-90 level in dairy products. *Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment*. Editors: C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble, 2003. pp. 1065–1066.
37. Petukhov V. L., Zheltikova O. A., Korotkevich O. S. i dr. *Sposob opredeleniya sodержaniya kadmiya v organakh i myshechnoy tkani sviney*. Pat. RUS 2342659. Zayavl. 28.03.07; opubl. 27.12.08. Byul. № 36.
38. Patrashkov S. A., Petukhov V. L., Korotkevich O. S., Petukhov I. V. *Content of heavy metals in the hair*. *Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment*. Editors: C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble, 2003. pp. 1025–1027.
39. Korotkevich O. S., Narozhnykh K. N., Konovalova T. V. i dr. *Sposob otsenki kadmiya v pecheni i legkikh krupnogo rogatogo skota*. Pat. RUS 2548774. Zayavl. 25.03.14; opubl. 20.04.15. Byul. № 11.
40. Petukhov V. L., Korotkevich O. S., Zheltikov A. I., Petukhova T. V. *Sposob opredeleniya sodержaniya kadmiya v myshechnoy tkani krupnogo rogatogo skota*. Pat. RUS 2426119. Zayavl. 24.03.10; opubl. 10.08.11. Byul. № 22.
41. Korotkevich O. S., Petukhov V. L., Strizhkova M. V. i dr. *Sposob opredeleniya sodержaniya svintsa v organakh krupnogo rogatogo skota*. Pat. RUS 2421726. Zayavl. 08.04.10; opubl. 20.06.11. Byul. № 17.
42. Korotkevich O. S., Miller I. S., Konovalova T. V. i dr. *Sposob opredeleniya sodержaniya medi v myshechnoy tkani ryby*. Pat. RUS 2555518. Zayavl. 28.07.14; opubl. 10.07.15. Byul. № 19.
43. Zayko O. A., Konovalova T. V. *Kharakteristika genofonda liniy porody sviney SM-1 po akkumulyatsii svintsa v nekotorykh organakh i tkanyakh* [Svinovodstvo], no. 8 (2013): 11–12.
44. Korotkevich O. S. *Biologicheskiy effekt vozdeystviya ul'trazvuka i nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya na organizm sviney*. [Avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk]. Novosibirsk, 2000. 38 p.
45. Petukhov V. L., Korotkevich O. S., Sebezhko O. I., Petukhova T. V. *Sposob stimulyatsii reproduktivnykh kachestv svinomatok*. Pat. RUS 2377772. Zayavl. 02.06.08; opubl. 10.01.10. Byul. № 1.

46. Zayko O.A., Korotkevich O.S., Petukhov V.L. *Osobennosti akkumulyatsii makro- i mikroelementov v miokarde sviney skorospeloy myasnoy породы* [Glavnyy zootekhnik], no. 6 (2013): 35–40.
47. Zayko O.A., Korotkevich O.S., Petukhov V.L. *Soderzhanie makro- i mikroelementov v pecheni sviney skorospeloy myasnoy породы (SM-1) i ikh svyaz' s urovnem svobodnykh aminokislot v syvorotke krovi* [Dokl. RASKhN], no. 5 (2013): 51–53.

COLOR AS A SELECTION TRAIT OF PIGS

**Dementyev V.N., Petukhov V.L., Korotkevich O.S.,
Marenkov V.G., Kamaldinov E.V., Sebezhko O.I.,
Kulikova S.G., Zheltikov A.I., Gart V.V., Nezavitin A.G.**

Key words: Kemerovskaia pig, heritability, breed, color, body weight

*Abstract. The researchers applied parameters of skin and hair pigmentation of pigs when breeding Kemerovskaia pig. The research employed 1 thousand of Kemerovskaia pigs. They were divided into 6 groups according to degree of dark and light skin colour (1–6 points). The authors discovered genetic heterogeneity according to pigmentation degree inherited intermediary. The researchers crossbred animals with intense dark pigmentation (1*1 point) and low intense pigmentation (6*6 points) and found out average parameter (3.65 points), 2.34 and 4.34 points correspondently. Coefficients of skin and hair pigmentation inheritability (h^2) varied from 0.35 to 0.71. The paper describes double-factor analysis and shows different degree of influence of parents on color intensity of pedigree. It is observed that genotypic influence of moms on sons color intensity is 12.5%, fathers' influence on sons' color intensity is 8.3%, factors interaction is 0.95% and both parents influence is 21.7%. The paper demonstrates the same research results for daughters, which are 9.6; 3.1; 1.3 and 14.1 correspondently. The research hasn't discovered sexual dimorphism on skin and hair pigmentation intense. The authors make hypothesis that pigmentation intense is determined by additive effect genes. Heterogenic selection on pigmentation intense contributed to breed hybrid vigour of piglets' body weight at weaning, which was 5.5% higher than in homogenic selection.*