

С.А. Гриценко¹,
М.А. Дерхо¹,
М.Б. Ребезов^{2, 3}, ✉
С.В. Соломаха¹

¹Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

²Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

³Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

✉ rebezov@ya.ru

Поступила в редакцию:
05.03.2023

Одобрена после рецензирования:
30.03.2023

Принята к публикации:
14.04.2023

Svetlana A. Gritsenko¹,
Marina A. Derkho¹,
Maksim B. Rebezov^{2, 3}, ✉
Svetlana V. Solomakha¹

¹South Ural State Agrarian University,
Troitsk, Russia

²Ural State Agrarian University,
Yekaterinburg, Russia

³V.M. Gorbatoev Federal Research Center
for Food Systems of the Russian Academy
of Sciences, Moscow, Russia

✉ rebezov@ya.ru

Received by the editorial office:
05.03.2023

Accepted in revised:
30.03.2023

Accepted for publication:
14.04.2023

Характеристика изменчивости показателей крови свинок родительских пород, используемых для промышленного скрещивания

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Компоненты крови играют важную роль в оценке биологического статуса племенных животных в соответствии с их видовыми, генетическими, половыми, экстерьерными (и так далее) характеристиками, что актуализирует проблему поиска гематологических маркеров, сопряженных с породой.

Методы. Работа выполнена на ремонтных свинках пород дюрок ($n = 30$), йоркшир ($n = 90$) и ландрас ($n = 15$), которых по результатам бонитировки отобрали для репродуктивных целей. Материалом исследования служила кровь, в которой определяли морфологические и биохимические параметры. Итоговые параметры статистически систематизированы на основе средних значений $\pm$ стандартное отклонение и коэффициентов вариации.

Результаты. Установлено, что варибельность параметров крови ремонтных свинок сопряжена с технологическими условиями содержания и кормления. Количество параметров, взаимосвязанных с генотипом породы, ограничено. Генетической детерминированностью обладает гемоглобин, значение коэффициента вариации которого равно $C_v = 33,61\text{--}38,37\%$, а межпородные различия составляют 2,39–16,19%. В лейкоцитарном пуле крови на основе значений коэффициентов вариации к индикаторным показателям можно отнести количество лимфоцитов ($C_v = 23,42\text{--}27,75\%$) и моноцитов ($C_v = 24,09\text{--}25,20\%$). В липидном спектре крови индикаторными свойствами обладает уровень триглицеридов, значение коэффициента вариации которого $C_v = 165,81\text{--}184,02\%$, а межпородные различия — 25,00–81,82%.

Ключевые слова: ремонтные свинки, кровь, эритрограмма, лейкограмма, белковый и липидный спектр, вариация

Для цитирования: Гриценко С.А., Дерхо М.А., Ребезов М.Б., Соломаха С.В. Характеристика изменчивости показателей крови свинок родительских пород, используемых для промышленного скрещивания. *Аграрная наука*. 2023; 370(5): 42–48. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-370-5-42-48>

© Гриценко С.А., Дерхо М.А., Ребезов М.Б., Соломаха С.В.

Characteristics of variability of blood parameters of pigs of parent breeds used for industrial crossing

ABSTRACT

Relevance. Blood components play an important role in assessing the biological status of breeding animals in accordance with their species, genetic, sexual, exterior, etc. characteristics, which actualizes the problem of finding hematological markers associated with the breed.

Methods. The work was carried out on repair pigs of the Duroc breed ($n = 30$), Yorkshire ($n = 90$) and Landrace ($n = 15$), which were selected for reproductive purposes according to the results of the bonitation. The study material was blood, in which morphological and biochemical parameters were determined. The results are statistically systematized based on the mean values $\pm$ standard deviation and coefficients of variation.

Results. It was found that the variability of the blood parameters of repair pigs is associated with the technological conditions of maintenance and feeding. The number of parameters related to the genotype of the breed is limited. Hemoglobin has genetic determinism, the value of the coefficient of variation of which is $C_v = 33.61\text{--}38.37\%$, and interbreed differences are 2.39–16.19%. In the leukocyte blood pool, based on the values of the coefficients of variation, the indicator indicators include the number of lymphocytes ($C_v = 23.42\text{--}27.75\%$) and monocytes ($C_v = 24.09\text{--}25.20\%$). In the lipid spectrum of the blood, the level of triglycerides has indicator properties, the value of the coefficient of variation of which is $C_v = 165.81\text{--}184.02\%$, and interbreed differences of 25.00–81.82%.

Key words: repair pigs, blood, erythrogram, leukogram, protein and lipid spectrum, variation

For citation: Gritsenko S.A., Derkho M.A., Rebezov M.B., Solomakha S.V. Characteristics of variability of blood parameters of pigs of parent breeds used for industrial crossing. *Agrarian science*. 2023; 370(5): 42–48. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-370-5-42-48> (In Russian).

© Gritsenko S.A., Derkho M.A., Rebezov M.B., Solomakha S.V.

Введение / Introduction

Интерес к роли компонентов крови в оценке биологического статуса племенных животных в соответствии с их видовыми, породными, половыми, экстерьерными (и так далее) характеристиками инициирует поиск гематологических маркеров, позволяющих оценить и прогнозировать хозяйственно полезные признаки, генетические и репродуктивные способности и т.д. [1–3]. Актуальна данная проблема и в свиноводстве, так как ее решение позволило бы повысить качество селекционно-племенной работы в условиях использования собственного генетического ресурса предприятий [3, 4].

У свиней репродуктивные признаки достаточно сложны, и желательные репродуктивные фенотипы относятся к полигенетическим признакам, определяемым эффектами совокупности генов [5]. При этом о характере взаимодействия генотипа организма с параметрами окружающей среды, позволяющего сопоставить его биологический ресурс с конкретными технологическими условиями, можно судить по вариабельности параметров крови, состав которой отражает механизмы и функциональные связи между клетками органов и тканей, определяющие формирование физиологических функций [7]. В частности, контроль состава крови позволяет контролировать процесс развития свинок, снижая уровень их выбраковки, увеличивая продолжительность жизни, а также определяя процесс формирования молочных желез [7].

По данным [8], оценка физиологического и метаболического статуса свинок в ходе их выращивания по ключевым биологическим признакам потенциально влияет на будущие репродуктивные показатели стада свиноматок.

В работе [9] показано, что половая зрелость организма свинок сопряжена не только с морфологическими особенностями яичников, но и составом крови. Это и определяет интерес исследователей к изучению состава крови ремонтных свинок как части технологий, необходимых для обеспечения оптимального воспроизводства товарного поголовья [10–12].

Цели данного исследования — сравнительная оценка вариабельности показателей крови свинок родительских пород, используемых для промышленного скрещивания, и выявление параметров, сопряженных с генетическими особенностями организма.

Материал и методы исследования /

Material and methods

Исследование было проведено в 2022 году на базе ООО «Агрофирма «Ариант» (Увельский район, Челябинская область, Россия) в условиях свинокомплекса, на котором выращиваются чистопородные животные трех пород (дюрок, йоркшир, ландрас), использующиеся как для воспроизводства чистопородных животных, так и двухпородных свинок для получения товарного молодняка свиней.

В качестве объекта исследований были использованы свинки, живая масса которых колебалась от 90 до 110 кг. По результатам бонитировки они были отобраны для репродуктивных целей, так как все учитываемые показатели соответствовали бонитировочным критериям.

Животных разделили на три группы в соответствии с породами:

I группа — дюрок ($n = 30$);

II группа — йоркшир ($n = 90$);

III группа — ландрас ($n = 15$).

Материалом исследования служили стабилизированная цельная кровь и сыворотка крови. Образцы крови брали у животных в ходе проведения бонитировки, используя для этих целей готовые вакуумные пробирки. При этом пробирки для гематологических исследований содержали консервант крови. После заполнения пробирки кровью ее осторожно переворачивали три-четыре раза для равномерного распределения консерванта по ее объему. Лабораторные исследования проводились в первые сутки после взятия образцов крови.

Общий клинический анализ крови выполнен на гематологическом анализаторе SYSMEX XE2100 (Япония). Параметры лейкограммы определены при помощи ручной микроскопии мазков крови. Биохимические исследования выполнены колориметрическим методом при помощи готовых наборов реактивов фирмы «Вектор-Бест» (г. Новосибирск, Россия), «Экосервис» (г. Санкт-Петербург, Россия), «Ольвекс-Диагностикум» (г. Санкт-Петербург, Россия), «Витал Девелопмент Корпорэйшн» (г. Санкт-Петербург, Россия), Sentinel (Италия).

Результаты исследований подвергнуты общепринятой статистической обработке, включающей определение среднего значения параметра, его стандартного отклонения, отклонения среднего значения признака от его средней нормативной величины, регламентируемой минимальными требованиями (границами нормы), коэффициента вариации признаков в статистической выборке.

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

Гематологический анализ актуален не только для диагностики клинического состояния организма животных [13], но и для определения референсных интервалов признаков у особей в разрезе генетических (порода), биологических (возраст, пол) особенностей организма и географического фактора окружающей среды (свиньи завезены в Челябинскую область из Канады). Кроме этого, широкое внедрение в лабораторную практику гематологических анализаторов расширило спектр определяемых параметров, что требует проведения дополнительных исследований для формирования их границ нормы с учетом биологической вариабельности признаков.

В исследовании сравнивались гематологические показатели крови ремонтных свинок разных пород в возрасте бонитировки (табл. 1).

Вариация параметров эритрограммы ремонтных свинок, оцениваемая по коэффициенту вариации, характеризовалась разбросанностью значений в пределах статистической выборки породы на уровне $C_v = 3,73–9,50\%$, что свидетельствует о незначительных отличиях особей в породной группе. Исключением являлся такой показатель, как гемоглобин. Значение коэффициента вариации — $C_v = 33,61–38,37\%$, что соответствует значительному уровню различий в идентичности животных, определяя, соответственно, и возможности аэробного типа метаболизма в их организме. Несомненно, повышенная неоднородность концентраций гемоглобина в разрезе породы отражает кумулятивные эффекты взаимодействий внутренних и внешних факторов и определяет перспективность проведения селекционной работы по данному параметру. О зависимости концентрации гемоглобина в крови от генетического контроля сообщалось в исследовании [14].

Таблица 1. Морфологический состав крови ремонтных свинок
Table 1. Morphological composition of the blood of replacement pigs

Показатель	Порода					
	дюрок (n = 30)		йоркшир (n = 90)		ландрас (n = 15)	
	$\bar{X} \pm m_x$	Cv, %	$\bar{X} \pm m_x$	Cv, %	$\bar{X} \pm m_x$	Cv, %
Эритроциты, $10^{12}/л$	$8,22 \pm 0,10$	6,01	$7,32 \pm 0,05$	7,38	$6,99 \pm 0,21$	9,50
Минимальные требования	6,0–7,5					
$\pm CNB$ ($6,75 \cdot 10^{12}/л$), %	+22,22		+8,44		+3,55	
Hb, г/л	$124,00 \pm 6,93$	33,61	$121,10 \pm 2,33$	38,27	$106,72 \pm 7,50$	36,50
Минимальные требования	90–130					
$\pm CNB$ (110,00 г/л), %	+12,72		+10,09		-2,98	
Ht, %	$51,00 \pm 0,71$	7,19	$47,23 \pm 0,39$	7,98	$45,40 \pm 1,01$	8,70
Минимальные требования	36–45					
$\pm CNB$ (40,50%), %	+25,92		+16,62		+12,09	
MCV, фл.	$62,04 \pm 0,81$	7,12	$64,52 \pm 0,50$	7,47	$64,94 \pm 1,10$	6,62
Минимальные требования	52–62					
$\pm CNB$ (57,00 фл.), %	+8,84		+13,19		+13,92	
МСН, пг	$15,08 \pm 0,21$	5,86	$16,54 \pm 0,11$	6,27	$15,26 \pm 0,16$	3,73
Минимальные требования	17–24					
$\pm CNB$ (20,50 пг), %	-26,43		-19,17		-25,56	
МСНС, г/дл	$24,31 \pm 0,25$	5,27	$25,64 \pm 0,13$	4,99	$23,50 \pm 0,30$	4,40
Минимальные требования	29–34					
$\pm CNB$ (31,50 г/дл), %	-22,81		-18,60		-25,37	
Лейкоциты, $10^9/л$	$18,06 \pm 0,71$	21,11	$18,50 \pm 0,38$	19,75	$16,52 \pm 0,94$	22,11
Минимальные требования	8–16					
$\pm CNB$ ($12,00 \cdot 10^9/л$), %	+50,50		+54,17		+37,66	
Базофилы, %	$0,36 \pm 0,12$	182,30	$0,43 \pm 0,10$	176,5	$0,53 \pm 0,21$	156,33
Минимальные требования	0–1					
$\pm CNB$ (0,50%), %	-28,00		-14,00		+6,00	
Эозинофилы, %	$1,96 \pm 0,23$	66,07	$3,12 \pm 0,24$	73,26	$2,46 \pm 0,36$	57,05
Минимальные требования	1–4					
$\pm CNB$ (2,50%), %	-21,60		+26,00		-1,60	
Палочк. нейтрофилы, %	$3,96 \pm 0,44$	61,56	$3,11 \pm 0,26$	80,83	$2,93 \pm 0,52$	69,94
Минимальные требования	2–4					
$\pm CNB$ (3,00%), %	+32,00		+3,66		-2,33	
Сегмент. нейтрофилы, %	$33,88 \pm 2,62$	43,10	$30,73 \pm 1,27$	39,44	$36,10 \pm 2,99$	32,15
Минимальные требования	40–48					
$\pm CNB$ (44,00%), %	-23,00		-30,15		-17,95	
Лимфоциты, %	$52,03 \pm 2,63$	27,75	$54,63 \pm 1,34$	23,42	$49,98 \pm 3,02$	24,24
Минимальные требования	40–50					
$\pm CNB$ (45,00%), %	+15,62		+21,40		+11,07	
Моноциты, %	$7,81 \pm 0,35$	25,00	$7,98 \pm 0,27$	25,20	$8,00 \pm 0,50$	24,09
Минимальные требования	2–6					
$\pm CNB$ (4,00%), %	+95,25		+99,50		+100,00	

Примечание: минимальные требования — границы нормы по: О.Н. Полозюк и Т.М. Ушакова (Гематология. Персиановский: Донской ГАУ. 2019); CNB — средняя нормативная величина.

При сравнении параметров эритрограммы с минимальными требованиями к показателям было выявлено, что у ремонтных свинок (независимо от их породы) соответствует их границам только уровень гемоглобина, а также у пород йоркшир и ландрас — количество эритроцитов (табл. 1).

При этом нарушен баланс между количеством эритроцитов и гемоглобина, что влияет на морфологические свойства красных клеток, оцениваемые по MCV (средний корпускулярный объем эритроцита), MCH (среднее содержание гемоглобина в эритроците) и MCHC (средняя концентрация гемоглобина в эритроците). В кровеносном русле ремонтных свинок циркулировали эритроциты, средний объем которых превышал минимальные требования к параметру, отличаясь от средней нормативной величины на 8,84–13,92%. Вследствие этого значения MCH и MCHC, характеризующие насыщенность клеток гемоглобином (MCH) и

пространственную упаковку дыхательного белка в цитоплазме клеток (MCHC), были меньше границ минимальных требований, а также уровень CNB на 19,17–26,43% и 18,60–25,37%. Соответственно, это создавало основу к увеличению «скорости оборота» клеток в кровотоке, являясь, с одной стороны, следствием изменения баланса между эритроцитами и гемоглобином, а с другой — причиной его возникновения [15].

Следовательно, в селекционной работе при подборе пар для получения потомства необходимо учитывать наследуемость гемоглобина и уровень гемоглобина в крови родителей, так как он отражает регуляторные эффекты соответствующих генов [14].

При межпородном сравнении данных эритрограммы было выявлено, что свинки породы дюрок превосходили своих аналогов породы йоркшир и ландрас по количеству эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, то есть основных показателей эритрограммы. При этом величина MCV, MCH и MCHC была, наоборот, меньше (табл. 1). Значит, генетические особенности организма свинок влияли на популяцию эритроцитов в кровеносном русле, отражая наличие взаимосвязи «генотип — интерьер». О наличии межпородных различий у ремонтных свинок (как в составе крови, так и при проявлении регуляторных связей) сообщалось в исследованиях [2, 16].

В защитных механизмах организма свиней важную роль играют лейкоциты [17], характер изменений которых позволяет описать уровень антигенной нагрузки на организм и происхождение чужеродных белков.

При сравнении лейкоцитарного состава крови между породами было выявлено, что он статистически значимо не взаимосвязан с породой, следовательно, в большей степени определяется уровнем антигенной нагрузки на организм ремонтных свинок в существующих технологических условиях.

Однако при анализе значений коэффициентов вариации компонентов лейкоцитарного пула крови в породных группах ремонтных свинок было установлено, что их величина колебалась в широких пределах — $Cv = 19,75–182,30\%$, характеризую совокупности по степени рассеивания признаков — как «однородные», так и «неоднородные». Значение коэффициента вариации до 33% было выявлено у таких показателей, как общее количество лейкоцитов ($Cv = 19,75–22,11\%$), число лимфоцитов ($Cv = 23,42–27,75\%$) и моноцитов ($Cv = 24,09–25,20\%$), то есть совокупность данных признаков в статистической матрице породной группы может считаться однородной, а средние значения — значимыми, хотя величина Cv по степени рассеивания данных соответствует критерию «средняя» или «значительная».

Следовательно, в организме свинок в условиях существующей техногенной нагрузки на организм, определяющей превышение общего количества лейкоцитов верхней границы минимальных требований, а также

средней нормативной величины на 37,66–54,17%, приоритетными клетками в лейкоцитарном пуле являлись лимфоциты и моноциты, непосредственно участвующие в формировании иммунитета. Вариабельность их уровня, хотя и выходящая за границы нормы и отличающаяся от СНВ на 11,07–21,405% и 95,25–100%, более строго контролировалась в лейкоцитарном пуле крови, чем другие клетки. На наш взгляд, это связано с их биологической ролью в формировании иммунного статуса организма свиней. Так, моноциты, являясь «профессиональными фагоцитами», участвуют в защите организма от большого количества патогенов, помогая их изолировать и предотвратить диссеминацию, что позволяет контролировать микробную устойчивость организма и управлять врожденными и адаптивными иммунными реакциями [18].

Лимфоциты, как клетки, обеспечивающие «иммунологическую память», формируют врожденный и адаптивный иммунитет, развивая цитотоксическую функцию и выработку антител, а также контролируя, усиливая или ограничивая ответы различных типов клеток посредством положительной или отрицательной связи [19].

Хотелось бы также отметить, что «однородность» совокупности лимфоцитов и моноцитов в статистической матрице породной группы позволяет отнести их к показателям, изменчивость которых можно контролировать на генетическом уровне.

В лейкоцитарном пуле свинок гранулоциты (базофилы ($C_v = 156,33\text{--}182,30\%$), эозинофилы ($C_v = 57,05\text{--}73,26\%$), палочкоядерные нейтрофилы ($C_v = 61,56\text{--}80,83\%$), сегментоядерные нейтрофилы ($C_v = 32,15\text{--}43,10\%$) имели наибольшие значения коэффициентов вариации, статистические выборки данных параметров в разрезе породной группы относятся к неоднородным совокупностям. При этом их уровень соответствовал границам минимальных требований, за исключением сегментоядерных нейтрофилов, возможно, недостаточность количества которых компенсировалась фагоцитарными свойствами моноцитов [18]. Совокупность статистических характеристик гранулоцитов в лейкограмме ремонтных свинок позволяет считать, что их изменчивость отличалась признаками «индивидуализма», то есть определялась индивидуальными особенностями организма при формировании ответа на воздействие факторов окружающей среды, что исключает возможность их использования в качестве «генетических маркеров» в селекционно-племенной работе.

В состав интерьерных показателей ремонтных свинок были включены параметры биохимического состава крови, характеризующие состояние белкового и липидного обмена в их организме.

Анализ результатов белкового состава крови ремонтных свинок (табл. 2) показал, что значения коэффициентов вариации отдельных параметров в статистической выборке породы не превышали критический уровень 33,00%, что позволяет их отнести к однородной совокупности признаков, а также дает основание предположить, что изменчивость белковых параметров крови в организме ремонтных свинок не столько была

Таблица 2. Белковый состав крови свинок

Table 2. The protein composition of the blood of pigs

Показатель	Порода					
	дюрок (n = 30)		йоркшир (n = 90)		ландрас (n = 15)	
	$\bar{X} \pm m_x$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm m_x$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm m_x$	$C_v, \%$
Общий белок, г/л	63,69 $\pm$ 0,72	6,26	65,99 $\pm$ 0,52	7,44	63,69 $\pm$ 0,80	4,89
Минимальные требования	55,00–75,00					
$\pm$ СНВ (65,00 г/л), %	-2,01		+1,52		-2,01	
Альбумины, г/л	27,87 $\pm$ 0,67	8,26	28,56 $\pm$ 0,33	7,26	29,22 $\pm$ 0,66	8,86
Минимальные требования	30,00–40,00					
$\pm$ СНВ (35,00 г/л), %	-20,37		-18,40		-16,51	
Мочевина, ммоль/л	4,10 $\pm$ 0,18	24,22	4,12 $\pm$ 0,08	20,50	3,76 $\pm$ 0,24	24,82
Минимальные требования	3,00–8,00					
$\pm$ СНВ (5,5 ммоль/л), %	-25,45		-25,09		-31,63	
γ -ГТФ, Е/л	32,27 $\pm$ 1,18	32,06	33,69 $\pm$ 1,01	24,19	36,34 $\pm$ 1,00	31,96
Минимальные требования	30,00–72,00					
$\pm$ СНВ (51,00 Е/л), %	-36,72		-33,94		-28,15	
Щелочная фосфатаза, Е/л	119,19 $\pm$ 3,92	30,99	142,75 $\pm$ 3,99	30,21	130,79 $\pm$ 10,69	31,67
Минимальные требования	60,00–108,00					
$\pm$ СНВ (84,00 Е/л), %	+41,89		+69,94		+55,70	
АсАТ, мкмоль/ч-л	0,51 $\pm$ 0,02	18,90	0,49 $\pm$ 0,01	20,65	0,54 $\pm$ 0,04	29,43
Минимальные требования	0,18–0,42					
$\pm$ СНВ (0,30 мкмоль/ч-л), %	+70,00		+63,33		+80,00	
АлАТ, мкмоль/ч-л	0,93 $\pm$ 0,02	14,06	0,84 $\pm$ 0,01	14,79	0,88 $\pm$ 0,03	13,70
Минимальные требования	0,30–1,20					
$\pm$ СНВ (0,75 мкмоль/ч-л), %	+24,00		+12,00		+17,33	

Примечание: минимальные требования — границы нормы по М. Медведевой (Медведева М. Клиническая ветеринарная лабораторная диагностика: справочник. М.: ООО «Аквариум Принт». 2008) и А.П. Курдеко (Курдеко А.П. Биохимический контроль состояния здоровья свиней: рекомендации. Горки: Белорусская ГСХА. 2013); СНВ — средняя нормативная величина

сопряжена с породой, сколько с технологическими особенностями промышленной среды.

Данный вывод подтверждался отсутствием статистически значимых различий между породами свинок. Следовательно, белковые параметры крови ремонтных свинок не могут быть использованы в качестве индикаторов генотипа организма.

При этом выявились и специфические черты в белковом составе крови животных (табл. 2). Так, уровень общего белка отличался очень низкой вариабельностью в статистической матрице породы ($C_v = 4,89\text{--}7,44\%$), подтверждая, что данный параметр является жестко контролируемой пластической константой в организме свинок [20] и его уровень контролируется различными гомеостатическими механизмами. Поэтому его количество в крови практически соответствовало средней нормативной величине, являющейся физиологической оптимальной для животных в возрасте бонитировки.

Аналогичная зависимость выявлена и в отношении альбуминов крови. Значение коэффициента вариации признака в породных группах было равно $C_v = 7,26\text{--}8,86\%$. Хотя концентрация параметра отличалась от СНВ на 16,51–20,37%, но была сопоставима между свинками разных пород (табл. 2), что сопряжено с биологической значимостью данного белка в организме животных, которая заключается в его способности модулировать кислотно-щелочной баланс, регулировать коллоидно-осмотическое давление крови, поддерживать целостность эндотелия сосудов, связывать и транспортировать большое количество эндогенных и экзогенных соединений [21].

Наибольшим уровнем вариабельности среди белковых параметров крови отличались значения активности γ -ГТФ (гамма-глутамилтрансферазы) и ЩФ (щелочной

фосфатазы). Значения коэффициентов вариации признаков составили: $C_v = 24,19-32,06\%$ — для γ -ГТФ, $C_v = 30,21-31,67\%$ — для ЩФ. При этом их значения в статистической выборке породы отличались от СНВ на уровне 28,15–36,72% и 41,89–69,94% соответственно. Как известно, данные ферменты являются мембраносвязанными, их активность сопряжена с состоянием гепатобилиарной системы [22, 23], поэтому можно предположить, что данная функция печени в организме ремонтных свинок имеет наибольшие признаки «индивидуализма», что сопряжено со спецификой транспорта аминокислот через плазматические мембраны.

Липидный обмен играет важную роль в организме свиней, так как специфика процесса жиросотложения определяет органолептические и пищевые свойства получаемой продукции [24].

При этом как липидный метаболизм, так и накопление жира в подкожно-жировой клетчатке сопряжены с генотипом породы [1, 16].

Породы ремонтных свинок, по которым были сформированы опытные группы, различались направлением продуктивности, что, соответственно, отражалось на экспрессии генов метаболизма липидов в разных тканях, определяя различия в липидном спектре крови. При анализе параметров липидного состава крови в породных группах по значению коэффициента вариации было выявлено, что наименьшей степенью рассеивания значений в статистической матрице признака обладает такой параметр, как общие липиды ($C_v = 9,97-16,43\%$), что позволяет считать совокупность данного биохимического параметра однородной. При этом практически отсутствуют межпородные различия и отличия от средней нормативной величины, то есть уровень общих липидов в крови ремонтных свинок является физиологически оптимальным для данного возраста (табл. 3).

Это обусловлено тем, что общие липиды — это показатель, который отражает сумму всех липидов, циркулирующих в крови, поэтому не обладает диагностической и прогностической значимостью [1, 18, 25–27].

Общепринятыми индикаторами липидного метаболизма в организме животных считаются уровни общего холестерина и триглицеридов [1, 18]. Значения данных параметров в статистической матрице породы отличались высоким уровнем рассеивания, так как сопряжены и с индивидуальными, и с генетическими особенностями организма. Так, для общего холестерина коэффициент вариации был равен $C_v = 35,80-42,30\%$, триглицеридов — $C_v = 165,81-184,02\%$ (табл. 3).

Ремонтные свинки в возрасте бонитировки не имели достоверных межпородных различий по концентрации холестерина в крови, хотя их уровни отличались от средней нормативной величины на 38,12–50,62%. Поэтому можно утверждать, что данный уровень холестерина в крови свинок соответствует физиологическому состоянию организма в существующих технологических условиях.

Наиболее интересен такой параметр, как триглицериды. Его концентрация не только характеризовалась

Таблица 3. Липидный профиль крови ремонтных свинок
Table 3. Lipid profile of the blood of replacement pigs

Показатель	Порода					
	дюрок (n = 30)		йоркшир (n = 90)		ландрас (n = 15)	
	$X \pm m_x$	$C_v, \%$	$X \pm m_x$	$C_v, \%$	$X \pm m_x$	$C_v, \%$
Общие липиды, г/л	3,03 ± 0,09	16,43	3,11 ± 0,05	15,80	3,00 ± 0,10	9,97
Минимальные требования	2,50–3,40					
±СНВ (2,95 г/л), %	+2,71		+5,42		+1,69	
Общий холестерин, ммоль/л	2,21 ± 0,20	42,30	2,25 ± 0,10	35,80	2,41 ± 0,20	37,66
Минимальные требования	1,10–2,10					
±СНВ (1,60 ммоль/л), %	+38,12		+40,62		+50,62	
Триглицериды, ммоль/л	0,60 ± 0,20	165,81	0,48 ± 0,10	173,3	0,33 ± 0,15	184,02
Минимальные требования	0,30–0,70					
±СНВ (0,50 ммоль/л), %	+20,00		-4,00		-34,00	

Примечание: минимальные требования — границы нормы по [19]; СНВ — средняя нормативная величина.

высокими значениями коэффициента вариации в выборке породы, но имела статистически значимые межпородные отличия, что свидетельствовало о зависимости их метаболизма от генотипа животных. При этом наибольший уровень триглицеридов циркулировал в крови свинок породы дюрок, относящейся к мясному направлению продуктивности, более низкий — пород йоркшир и ландрас, то есть у свинок мясо-сального направления продуктивности породы. Поскольку свинки выращивались в однотипных технологических условиях содержания и кормления, то различия в концентрации триглицеридов могут быть связаны с генетическими факторами. К аналогичным выводам в своих исследованиях пришли [18, 28–30]. Поэтому данный параметр может быть использован в качестве индикатора породы в селекционно-племенной работе.

Выводы / Conclusion

Анализ морфологического и биохимического состава крови свинок родительских пород, используемых для промышленного скрещивания, в возрасте бонитировки показал, что технологические условия содержания и кормления влияют на вариабельность параметров крови и у породы дюрок, и у пород йоркшир и ландрас, определяя сходность их значений. При этом количество показателей крови, сопряженное с генотипом породы, ограничено. В составе эритрограммы генетической детерминированностью обладает гемоглобин, значение коэффициента вариации которого — $C_v = 33,61-38,37\%$, а межпородные различия составляют 2,39–16,19%. В лейкоцитарном пуле крови в условиях отсутствия межпородных различий наибольшие значения коэффициентов вариации характерны для количества лимфоцитов ($C_v = 23,42-27,75\%$) и моноцитов ($C_v = 24,09-25,20\%$), что позволяет их отнести к признакам, изменчивость которых можно контролировать на генетическом уровне. В белковом спектре крови не выявлено параметров, сопряженных с породой, а в липидном — индикаторными свойствами обладает уровень триглицеридов. Данный показатель крови характеризуется значением коэффициента вариации на уровне $C_v = 165,81-184,02\%$, а также межпородными различиями в пределах 25,00–81,82%.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.
Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.
Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work.
The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.
The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дерхо М.А., Смирнова Е.В. Липиды крови как маркеры формирования толщины шпика у ремонтных свинок. *ЕВРАЗИЯ-2022: социально-гуманитарное пространство в эпоху глобализации и цифровизации. Материалы Международного научного культурно-образовательного форума*. Челябинск: ЮУрГАУ. 2022; 286–288. <https://elibrary.ru/obtuzs>
2. Мекин Р.С., Дерхо М.А. Особенности взаимосвязей между гормонами тиреотропин-тиреоидной системы в организме молодянка свиней разного пола и породы. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2021; 245(1): 101–107. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-245-1-101-108>
3. Derkho M.A., Gritsenko S.A., Vilver D.S., Sereda I.I., Fomina N.V. Thyroid hormone role in metabolic status and economic beneficial features formation in replacement gilts of different breeds. *Periodico Tchê Química*. 2019; 16(31): 472–483. https://doi.org/10.52571/PTQ.v16.n31.2020.478_Periodico31_pgs_472_483.pdf
4. Gritsenko S. *et al.* Assesment of blood parameters of pigs of different breeds and its interrelation with lifetime animal performange indicators. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 2020; 29(5s): 1411–1417. <https://elibrary.ru/natscc>
5. Zak L.J., Gaustad A.H., Bolarin A., Broekhuijsen M.L.W.J., Walling G.A., Knol E.F. Genetic control of complex traits, with a focus on reproduction in pigs. *Molecular Reproduction and Development*. 2017; 84(9): 1004–1011. <https://doi.org/10.1002/mrd.22875>
6. Chitakasempornkul K. *et al.* Investigating causal biological relationships between reproductive performance traits in high-performing gilts and sows. *Journal of Animal Science*. 2019; 97(6): 2385–2401. <https://doi.org/10.1093/jas/skz115>
7. Faccin J.E.G., Tokach M.D., Goodband R.D., DeRouchey J.M., Woodworth J.C., Gebhardt J.T. Gilt development to improve offspring performance and survivability. *Journal of Animal Science*. 2022; 100(6): skac128. <https://doi.org/10.1093/jas/skac128>
8. Patterson J., Foxcroft G. Gilt Management for Fertility and Longevity. *Animals*. 2019; 9(7): 434. <https://doi.org/10.3390/ani9070434>
9. Vela A. *et al.* Determination of puberty in gilts: contrast of diagnostic methods. *Porcine Health Management*. 2022; 8: 28. <https://doi.org/10.1186/s40813-022-00271-0>
10. Ребезов М.Б., Топурия Г.М., Сингариева Н.Ш. Иммунобиохимические показатели крови свиноматок. *Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции*. Курск. 2020; 2: 330–334. <https://elibrary.ru/wyqhx5>
11. Ребезов М.Б., Топурия Г.М., Сингариева Н.Ш., Кохан Ю.Ю. Показатели крови свиноматок и их приплода. *Приоритетные направления регионального развития. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием*. Курган. 2020; 769–772. <https://elibrary.ru/nwslrt>
12. Топурия Л.Ю., Топурия Г.М. Влияние иммуностимуляторов на морфологический состав крови свиноматок. *Проблемы устойчивости биоресурсов: теория и практика. Материалы Международной научно-практической конференции*. Оренбург. 2007; 264–266. <https://elibrary.ru/vrzgfp>
13. Roland L., Drillich M., Fidschuster B., Schwendenwein I., Iwersen M. *Short communication*: Evaluation of an automated in-house hematology analyzer for bovine blood. *Journal of Dairy Science*. 2014; 97(9): 5580–5586. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7736>
14. Patel K.V. Variability and heritability of hemoglobin concentration: an opportunity to improve understanding of anemia in older adults. *Haematologica*. 2008; 93(9): 1281–1283. <https://doi.org/10.3324/haematol.13692>
15. Derkho M. *et al.* Erythrocytes and Their Transformations in the Organism of Cows. *International Journal of Veterinary Science*. 2019; 8(2): 61–66. <https://elibrary.ru/wvefob>
16. Смирнова Е.В., Дерхо М.А., Фомина Н.В. Хозяйственно полезные признаки и их взаимосвязь с параметрами крови у ремонтных свинок разных пород. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2020; 244(4): 174–182. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-244-4-174-182>
17. Li R. *et al.* Comparison of hematologic and biochemical reference values in specific-pathogen-free 1-month-old Yorkshire pigs and Yorkshire-Landrace crossbred pigs. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2019; 83(4): 285–290.
18. Sampath P., Moideen K., Ranganathan U.D., Bethunaickan R. Monocyte Subsets: Phenotypes and Function in Tuberculosis Infection. *Frontiers in Immunology*. 2018; 9: 1726. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01726>
19. Fan X., Rudensky A.Y. Hallmarks of Tissue-Resident Lymphocytes. *Cell*. 2016; 164(6): 1198–1211. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.02.048>
20. Derkho M.A., Baltabekova A.Zh., Balabaev B.K., Derkho A.O. Biochemical Blood Profile of the Kazakh White-Headed Breed Depending on Age. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. 2021; 12(12): 12A12K. <http://doi.org/10.14456/itjemast.2021.242>
21. Bihari S., Bannard-Smith J., Bellomo R. Albumin as a drug: its biological effects beyond volume expansion. *Critical Care and Resuscitation*. 2020; 22(3): 257–265.

REFERENCES

1. Derkho M.A., Smirnova E.V. Formation of the thickness of the late in repair pigs. *EURASIA-2022: Social and Humanitarian space in the era of globalization and Digitalization. Proceedings of the International Scientific Cultural and Educational Forum*. Chelyabinsk: South Ural State Agrarian University. 2022; 286–288. (In Russian) <https://elibrary.ru/obtuzs>
2. Mekin R.S., Derkho M.A. Features of the relationship between the hormones of the thyrotropin-thyroid system in the body young pigs of different sexes and breeds. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2021; 245(1): 101–107. (In Russian) <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-245-1-101-108>
3. Derkho M.A., Gritsenko S.A., Vilver D.S., Sereda I.I., Fomina N.V. Thyroid hormone role in metabolic status and economic beneficial faieures formation in replacement gilts of different breeds. *Periodico Tchê Química*. 2019; 16(31): 472–483. https://doi.org/10.52571/PTQ.v16.n31.2020.478_Periodico31_pgs_472_483.pdf
4. Gritsenko S. *et al.* Assesment of blood parameters of pigs of different breeds and its interrelation with lifetime animal performange indicators. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 2020; 29(5s): 1411–1417. <https://elibrary.ru/natscc>
5. Zak L.J., Gaustad A.H., Bolarin A., Broekhuijsen M.L.W.J., Walling G.A., Knol E.F. Genetic control of complex traits, with a focus on reproduction in pigs. *Molecular Reproduction and Development*. 2017; 84(9): 1004–1011. <https://doi.org/10.1002/mrd.22875>
6. Chitakasempornkul K. *et al.* Investigating causal biological relationships between reproductive performance traits in high-performing gilts and sows. *Journal of Animal Science*. 2019; 97(6): 2385–2401. <https://doi.org/10.1093/jas/skz115>
7. Faccin J.E.G., Tokach M.D., Goodband R.D., DeRouchey J.M., Woodworth J.C., Gebhardt J.T. Gilt development to improve offspring performance and survivability. *Journal of Animal Science*. 2022; 100(6): skac128. <https://doi.org/10.1093/jas/skac128>
8. Patterson J., Foxcroft G. Gilt Management for Fertility and Longevity. *Animals*. 2019; 9(7): 434. <https://doi.org/10.3390/ani9070434>
9. Vela A. *et al.* Determination of puberty in gilts: contrast of diagnostic methods. *Porcine Health Management*. 2022; 8: 28. <https://doi.org/10.1186/s40813-022-00271-0>
10. Rebezov M.B., Topuria G.M., Singarieva N.Sh. Immunobiochemical indicators of blood sows. *Innovations in the scientific and technical support of the agro-industrial complex of Russia. Proceedings of the All-Russian (national) scientific and practical conference*. Kursk. 2020; 2: 330–334. (In Russian) <https://elibrary.ru/wyqhx5>
11. Rebezov M.B., Topuria G.M., Singarieva N.Sh., Kokhan Yu.Yu. Blood values of sows and their fetus. *Priority directions of regional development. Proceedings of the All-Russian (national) scientific-practical conference with international participation*. Kurgan. 2020; 769–772. (In Russian) <https://elibrary.ru/nwslrt>
12. Topuriya L.Yu., Topuriya G.M. The effect of immunostimulants on the morphological composition of the blood of sows. *Problems of sustainability of bioresources: theory and practice. Proceedings of the International scientific-practical conference*. Orenburg. 2007; 264–266. (In Russian) <https://elibrary.ru/vrzgfp>
13. Roland L., Drillich M., Fidschuster B., Schwendenwein I., Iwersen M. *Short communication*: Evaluation of an automated in-house hematology analyzer for bovine blood. *Journal of Dairy Science*. 2014; 97(9): 5580–5586. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7736>
14. Patel K.V. Variability and heritability of hemoglobin concentration: an opportunity to improve understanding of anemia in older adults. *Haematologica*. 2008; 93(9): 1281–1283. <https://doi.org/10.3324/haematol.13692>
15. Derkho M. *et al.* Erythrocytes and Their Transformations in the Organism of Cows. *International Journal of Veterinary Science*. 2019; 8(2): 61–66. <https://elibrary.ru/wvefob>
16. Smirnova E.V., Derkho M.A., Fomina N.V. Economically useful signs and their relationship with blood parameters in repair pigs of different breeds. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2020; 244(4): 174–182. (In Russian) <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-244-4-174-182>
17. Li R. *et al.* Comparison of hematologic and biochemical reference values in specific-pathogen-free 1-month-old Yorkshire pigs and Yorkshire-Landrace crossbred pigs. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2019; 83(4): 285–290.
18. Sampath P., Moideen K., Ranganathan U.D., Bethunaickan R. Monocyte Subsets: Phenotypes and Function in Tuberculosis Infection. *Frontiers in Immunology*. 2018; 9: 1726. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01726>
19. Fan X., Rudensky A.Y. Hallmarks of Tissue-Resident Lymphocytes. *Cell*. 2016; 164(6): 1198–1211. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.02.048>
20. Derkho M.A., Baltabekova A.Zh., Balabaev B.K., Derkho A.O. Biochemical Blood Profile of the Kazakh White-Headed Breed Depending on Age. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. 2021; 12(12): 12A12K. <http://doi.org/10.14456/itjemast.2021.242>
21. Bihari S., Bannard-Smith J., Bellomo R. Albumin as a drug: its biological effects beyond volume expansion. *Crit Care Resusc*. 2020; 22(3): 257–265.

22. Siller A.F., Whyte M.P. Alkaline Phosphatase: Discovery and Naming of Our Favorite Enzyme. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2018; 33(2): 362–364. <http://doi.org/10.1002/jbmr.3225>
23. Neuman M.G., Malnick S., Chertin L. Gamma glutamyl transferase — an underestimated marker for cardiovascular disease and the metabolic syndrome. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2020; 23(1): 65–74. <http://doi.org/10.18433/jpps30923>
24. Palma-Granados P., Seiquer I., Benítez R., Óvilo C., Nieto R. Effects of lysine deficiency on carcass composition and activity and gene expression of lipogenic enzymes in muscles and backfat adipose tissue of fatty and lean piglets. *Animal*. 2019; 13(10): 2406–2418. <http://doi.org/10.1017/S1751731119000673>
25. Еременко В.И., Титовский А.В. Динамика общих липидов в крови хрячков разных пород. *Молодежная наука — гарант инновационного развития АПК. Материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. Курск. 2019; 2: 42, 43. <https://elibrary.ru/lybvxe>
26. Гудилин И.И., Деметьева Т.А. Показатели обмена липидов в крови свиней в различные периоды онтогенеза. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2009; (6): 94–96. <https://elibrary.ru/khncmf>
27. Безбородых В.В., Безбородов Н.В. Содержание липидов в крови при стимуляции воспроизводительной функции у свиноматок. *Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. Материалы 68-й Международной научно-практической конференции*. Рязань. 2017; 3: 28–33. <https://elibrary.ru/zhqzvf>
28. Потылицина В.В., Лобанова С.М., Коткин К.Л., Столяр М.А. К вопросу выбора антикоагулянта при исследовании агрегационной активности тромбоцитов. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2015; 60(9): 43. <https://elibrary.ru/bbigrh>
29. Мирошников М.В., Султанова К.Т., Ковалева М.А., Макарова М.Н. Вариативность биохимических показателей крови и установление референтных интервалов в доклинических исследованиях. Сообщение 7: морские свинки. *Лабораторные животные для научных исследований*. 2022; (3): 4–15. <http://doi.org/10.57034/2618723X-2022-03-01>
30. Лебедева И.Ю., Лейбова В.Б., Соломахин А.А., Митяшова О.С., Рыков Р.А. Reproductive status and biochemical parameters of Holstein cows with different milk productivities in connection with the dynamics of lipid metabolism during the postpartum period. *Agricultural Biology*. 2018; 53(6): 1180–1189. <http://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.6.1180rus>
22. Siller A.F., Whyte M.P. Alkaline Phosphatase: Discovery and Naming of Our Favorite Enzyme. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2018; 33(2): 362–364. <http://doi.org/10.1002/jbmr.3225>
23. Neuman M.G., Malnick S., Chertin L. Gamma glutamyl transferase — an underestimated marker for cardiovascular disease and the metabolic syndrome. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2020; 23(1): 65–74. <http://doi.org/10.18433/jpps30923>
24. Palma-Granados P., Seiquer I., Benítez R., Óvilo C., Nieto R. Effects of lysine deficiency on carcass composition and activity and gene expression of lipogenic enzymes in muscles and backfat adipose tissue of fatty and lean piglets. *Animal*. 2019; 13(10): 2406–2418. <http://doi.org/10.1017/S1751731119000673>
25. Eremenko V.I., Titovsky A.V. Dynamics of total lipids in the blood of boars of different breeds. *Youth science is the guarantor of the innovative development of the agro-industrial complex. Proceedings of the X All-Russian (national) scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists*. Kursk. 2019; 2: 42, 43. (In Russian) <https://elibrary.ru/lybvxe>
26. Gudilin I.I., Dementyeva T.A. Lipid metabolism indices in blood of pigs in different periods of ontogenesis. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2009; (6): 94–96. (In Russian) <https://elibrary.ru/khncmf>
27. Bezborodikh V.V., Bezborodov N.V. The content of lipids in the blood during stimulation of the reproductive function in sows. *Principles and technologies of production greening in agriculture, forestry and fisheries. Proceedings of the 68th International scientific and practical conference*. Ryzan. 2017; 3: 28–33. (In Russian) <https://elibrary.ru/zhqzvf>
28. Potylitsina V.V., Lobanova S.M., Kotkin K.L., Stolyar M.A. On the issue of choosing an anticoagulant in the study of platelet aggregation activity. *Russian Clinical Laboratory Diagnostics*. 2015; 60(9): 43. (In Russian) <https://elibrary.ru/bbigrh>
29. Miroshnikov M.V., Sultanova K.T., Kovaleva M.A., Makarova M.N. Variability of blood biochemical parameters and establishment of reference intervals in preclinical studies. Part 7: Guinea pig. *Laboratory animals for science*. 2022; (3): 4–15. (In Russian) <http://doi.org/10.57034/2618723X-2022-03-01>
30. Lebedeva I.Yu., Leybova V.B., Solomakhin A.A., Mityashova O.S., Rykov R.A. Reproductive status and blood biochemical parameters of Holstein cows with different milk productivities in connection with the dynamics of lipid metabolism during the postpartum period. *Agricultural Biology*. 2018; 53(6): 1180–1189. (In Russian) <http://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.6.1180rus>

ОБ АВТОРАХ:

Светлана Анатольевна Гриценко,
доктор биологических наук, заведующая кафедрой кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки с.-х. продукции,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Россия
zf.usavm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2334-4925>

Марина Аркадьевна Дерхо,
доктор биологических наук, заведующая кафедрой естественно-научных дисциплин,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Россия
derkho2010@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3818-0556>

Максим Борисович Ребезов,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор:
• Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия;
• Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук,
ул. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Светлана Викторовна Соломаха,
старший преподаватель,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Россия
sfedyanina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2479-7240>

ABOUT THE AUTHORS:

Svetlana Anatolyevna Gritsenko,
Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Feeding, Animal Hygiene, Technology of Production and Processing of Agricultural Products,
South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin str., Troitsk, 457103, Russia
zf.usavm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2334-4925>

Marina Arkadyevna Derkho,
Doctor of Biological Sciences, Head Department of Natural Sciences Disciplines,
South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin str., Troitsk, 457103, Russia
derkho2010@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3818-0556>

Maksim Borisovich Rebezov,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor:
• Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht str., Yekaterinburg, 620075, Russia;
• V.M. Gorbatoev Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences,
26 Talalikhin str., Moscow, 109316, Russia
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Svetlana Viktorovna Solomakha,
Senior Lecturer,
South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin str., Troitsk, 457103, Russia
sfedyanina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2479-7240>