

DOI: 10.37925/0039-713X-2023-8-40-43

УДК 612.017.12:636.4.082.342

# Исследования двух показателей неспецифического иммунитета крови трехпомесных боровков



*М.В. ДОВЫДЕНКОВА, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник, e-mail: majra\_2005@list.ru, С.Ю. ЗАЙЦЕВ, доктор биолог. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: s.y.zaitsev@mail.ru, ФГБНУ ФИЦ ВИЖ имени Л.К. Эрнста*

Интенсификация отрасли свиноводства, основу которой составляет селекция современных пород свиней на мясность, приводит к напряженности практически всех функциональных систем организма и нередко является причиной повышенной восприимчивости к неблагоприятным условиям внешней среды и снижения резистентности к заболеваниям.

Изучение способов повышения неспецифического иммунитета свиней с использованием специализированных мясных пород отечественного и зарубежного происхождения является вполне актуальным и позволяет характеризовать физиологическое состояние организма животных в процессе адаптации к определенным факторам окружающей среды.

В результате исследований проведена статистическая обработка показателей неспецифической резистентности в MS Excel и биохимических параметров крови гибридов свиней следующих пород: крупная белая х ландрас х дюрок (КБхЛхД) в возрасте 100–130 дней с целью изучения иммунного статуса поросят исследуемого возраста в соответствии с биохимическими показателями.

Было установлено, что лизоцимная активность животных находилась на достаточно высоком уровне и составила в среднем 49,32% против среднего физиологического показателя 35,29%. Бактерицидная активность сыворотки крови у большинства животных низкая – 24,39% против среднего физиологического показателя 56,12%. Установлена сильная корреляция между бактерицидной и лизоцимной активностью.

**Ключевые слова:** молодняк, свиньи, гибриды, порода, кровь, неспецифическая резистентность.

## **Studies of two indicators of the nonspecific immunity of three-breed boar blood**

*M. V. DOVYDENKOVA, candidate of agricultural sciences, researcher, e-mail: majra\_2005@list.ru, S. Yu. ZAITSEV, doctor of biological sciences, leading researcher, e-mail: s.y.zaitsev@mail.ru, Federal Research Center for Animal Husbandry named after academy member L.K. Ernst*

The intensification of pig-breeding, which is based on the selection of modern breeds of pigs for meat leads to the tension of almost all functional systems of the body and is often the cause of increased susceptibility to adverse environmental conditions and reduced resistance to diseases.

Hence, the study of ways to increase the nonspecific immunity of pigs using specialized meat breeds of domestic and foreign origin is quite relevant and allows us to characterize the physiological state of the animal organism in the process of adaptation to certain environmental factors.

Statistical processing of indicators of nonspecific resistance in MS Excel and biochemical blood parameters of hybrids of pigs of the following breeds: Large White x Landrace x Duroc (LWxLxD) aged 100–130 days was carried out in order to study the immune status of piglets of the studied age, in accordance with biochemical indicators. It was found that the lysozyme activity of animals was at a fairly high level and averaged 49.32% against the average physiological indicator of 35.29%. The bactericidal activity of blood serum in most animals is low 24.39% against the average physiological index of 56.12%. A strong correlation between bactericidal and lysozyme activity has been established.

**Key words:** young animals, pigs, hybrids, breed, blood, nonspecific resistance.

## ■ Введение

Важным условием интенсивного ведения свиноводства является формирование животных с повышенной сопротивляемостью к болезням и другим вредным воздействиям, сильной устойчивостью к стрессам, закрепленной в генотипе, пригодных к длительному продуктивному использованию.

Только свиньи, сочетающие высокие хозяйственно полезные качества с необходимым уровнем устойчивости к воздействию внешней среды, способны окупать затраты на кормление, содержание и обеспечивать рентабельность производимой продукции. Наряду со специфической невосприимчивостью животных к различным заболеваниям, образующейся в результате выработки иммунологической реактивности в ответ на вакцинацию, у них существуют и неспецифические факторы защиты. Это так называемая естественная резистентность.

Защитные возможности организма животных, даже в пределах одного и того же биологического вида, могут иметь существенные различия, связанные с индивидуальными и породными особенностями [1–5]. По данным исследований ряда авторов [6–11], межпородные колебания гуморальных защитных факторов имели значительную амплитуду колебаний: так, в частности, бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК) в зависимости от породы составляла 41–64%, а лизоцимная активность сыворотки крови (ЛАСК) – 30–49% [4]. По результатам исследований В.В. Федюк с соавт. [9–11], колебания активности лизоцима в сыворотке крови в зависимости от породной принадлежности составляют 8–12%, бактерицидной активности – 14–15%, фагоцитарной активности нейтрофилов – 10–11% [8].

По данным О.Н. Полозюк, у поросят КБ в период завершения действия колострального иммунитета, когда расходуются антитела, полученные с молозивом матери, в большей степени, чем у помесей, сокращается бактерицидная и лизоцимная активность сыворотки крови [6, 7]. Способность лейкоцитов к фагоцитозу сохраняется на относительно высоком уровне. У поросят-сосунов (1/4КБ+1/4Л+1/2Д), напротив, при хорошей бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови низкий фагоцитарный

индекс, фагоцитарное число и емкость крови, титры естественных антител. Поросята 1/2КБ+1/2Л в возрасте 15–20 дней обладают достаточно высокой бактерицидной активностью сыворотки крови и интенсивной антигенсвязывающей способностью глобулинов [5].

Мнения исследователей относительно наличия или отсутствия особенностей естественной защиты у разнополых организмов неоднозначны. О существовании половых различий по отдельным факторам резистентности у свиней сообщают В.В. Федюк с соавт. [9–11]. По данным этих авторов, хряки обладают более высоким уровнем естественной резистентности по сравнению со свиноматками [9–11].

Как указывают Г.Н. Сердюк, О.А. Лозгачева, Г.В. Максимов с соавт., половые различия по факторам естественной резистентности у свиней впервые проявляются в возрасте пяти-шести месяцев, то есть в момент начала половой дифференциации физиологических процессов, и затем увеличиваются с возрастом животных [3, 8]. При обследовании свиней нескольких пород отмечены достоверные отличия хряков от свиноматок по гуморальным показателям резистентности, что дает основание говорить о биологической закономерности данных различий, обусловленных полом [3, 7, 8].

О.Н. Полозюк с соавт. при сравнении показателей естественной резистентности свиней трех пород установили, что более высоким уровнем резистентности организма характеризовались животные породы дюрок [6, 7]. У них были самые большие показатели лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови. Северокавказские свиньи превосходили КБ и дюрок по содержанию иммуноглобулинов в сыворотке крови, что косвенно указывает на потенциально высокий уровень специфических антител. Самые низкие показатели гуморальной неспецифической защиты были отмечены у крупной белой породы, а северокавказские занимали промежуточное положение. По мнению авторов, большие межпородные различия могут служить причиной плохой сочетаемости пород в некоторых системах промышленного скрещивания [6].

Величина каждого показателя резистентности у одного и того же животного существенно изменяется

с возрастом: защитные возможности растущего организма постепенно повышаются, а в стареющем организме также постепенно угасают. Экспериментальные данные говорят о том, что в разном возрасте организм обладает неодинаковой восприимчивостью к инфекционному началу и по-разному реагирует на воздействие климатических, социальных и прочих неблагоприятных факторов.

В связи с вышеизложенным, большое значение в плане изучения гуморальных факторов естественной резистентности имеют такие признаки неспецифической защиты организма, как бактерицидная и лизоцимная активность сыворотки крови. Определение этих показателей позволяет достаточно точно оценить статус гуморальной защиты животного организма.

**Целью работы** являлось изучение бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови гибридов свиней как факторов неспецифической защиты организма.

## ■ Материалы и методы исследований

Исследования по изучению изменчивости параметров неспецифического иммунитета и биохимических показателей сыворотки крови свиней трехпородных гибридов F2 (крупная белая х ландрас х дюрок) были проведены на поголовье численностью 30 клинически здоровых хряков, проходящих тестовый откорм на автоматических кормовых станциях Shauer (Cooper, Франция) в селекционно-гибридном центре, в возрасте пяти месяцев и средней живой массой 100 кг.

Материалом для исследований служила сыворотка крови, полученная центрифугированием при 5000 об./мин. в течение 15 минут.

Определение лизоцимной активности сыворотки крови проводили по модифицированной методике с использованием микробиологического анализатора Multiskan FC (Thermo Fisher Scientific Inc., Финляндия) с установлением процента лизиса, количества лизоцима (мкг) в 1 мл сыворотки крови, удельной единицы активности (ед.а.) в пересчете на 1 мг белка.

Для исследования использовали музейный тест-штамм *Micrococcus luteus* 4698 ATCC 1537 ATCC 2665, культивируемый на скошенном

мясо-пептонном агаре при 37°C в течение 16 часов. Тест-культуру стандартизовали на спектрофотометре Multiskan против фосфатного буфера, применяя зеленый светофильтр (длина волны – 540 нм) в микропланшетах на 96 лунок. Стандартная взвесь культуры соответствует 0,60–0,62 McF (единицы стандарта мутности по Макфарланду).

Количество лизоцима в 1 мл сыворотки крови определяли по калибровочной кривой, построенной по стандартному раствору лизоцима.

Пересчет уровня лизоцимной активности ферментов в единицы активности на 1 мг белка выражали в условных (удельных) единицах активности на 1 мг белка (уд.ед.а./мг белка).

Для определения бактерицидной активности сыворотки крови готовили суспензию суточной музейной тест-культуры *Escherichia coli* M-17-02 с оптической плотностью 1,90 McF. Измерения проводили сразу и через пять часов культивирования при 37°C на микробиологическом анализаторе Multiskan FC при длине волны 540 нм (зеленый светофильтр).

Процент БАСК рассчитывали по формуле:

$$\% \text{БАСК} = (D_k - D_0) / D_k \cdot 100,$$

где  $D_k$  – оптическая плотность контроля,  $D_0$  – оптическая плотность опытного образца.

Исследования по изучению изменчивости показателей неспецифического иммунитета и биохимического состава сыворотки крови свиней проводились с использованием пакетов программ Microsoft Office Excel 2010.

## ■ Результаты исследований и обсуждение

Для проведения исследований были сформированы три группы свиней в зависимости от величины показателей ЛАСК в сыворотке крови: первая – 30...<50%, вторая – 50–60%, третья – 60...>70%. Параметры БАСК оценивали у животных, попавших в группы, сформированные относительно показателей ЛАСК. На основе произведенных исследований были получены результаты, отображенные в **таблице 1**.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что животные имели достаточно высокие показатели лизоцимной активности, составляющие в среднем 39,49% для первой группы, 55,84%

**Таблица 1. Иммунологические показатели крови животных (%)**

Группа		1-я	2-я	3-я
Показатель	n	15	7	6
ЛАСК	M	39,49	55,84	66,80
	m	1,98	0,64	2,26
	$\sigma$	7,7	1,68	5,05
	Cv	19,0	3,0	38,0
БАСК	M	26,17	24,84	31,35
	m	3,93	5,15	1,11
	$\sigma$	15,24	13,62	2,48
	Cv	58,0	54,0	8,0

**Примечание:** M – среднее значение, m – ошибка среднего значения,  $\sigma$  – стандартное отклонение, Cv – коэффициент вариации.

**Таблица 2. Корреляционная матрица зависимости показателей неспецифического иммунитета и биохимического состава сыворотки крови свиней**

Показатель	БАСК, %	ЛАСК, %	Лизоцим, мкг/мл сыворотки	Уд.ед.а, ед.а./мг белка
Общий белок, г/л	-0,14	-0,19	-0,21	<b>-0,55</b>
Альбумин, г/л	-0,13	-0,18	-0,16	<b>-0,44</b>
Глобулин, г/л	-0,14	-0,19	<b>-0,25</b>	<b>-0,51</b>
Мочевина, мМ/л	0,02	0,20	<b>0,45</b>	<b>0,27</b>
Креатинин, мкМ/л	0,03	-0,12	0,11	<b>-0,51</b>
Глюкоза, мМ/л	0,01	-0,11	-0,07	0,04
Общий билирубин, мкМ/л	<b>-0,49</b>	<b>0,26</b>	-0,18	-0,13
Триглицериды, мМ/л	-0,07	<b>0,40</b>	0,18	<b>0,26</b>
Холестерин, мМ/л	-0,08	-0,14	0,01	<b>-0,54</b>
АЛТ, МЕ/л	<b>-0,26</b>	-0,12	0,08	-0,02
АСТ, МЕ/л	<b>-0,44</b>	<b>0,30</b>	<b>0,29</b>	<b>0,68</b>
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	-0,10	-0,19	-0,20	<b>-0,47</b>

**Примечание:** полужирным шрифтом выделены показатели, которые соответствуют значимым положительным или отрицательным корреляциям.

– для второй, 66,80% – для третьей. Как известно, среднее значение ЛАСК, согласно данным литературы, достигает 35,29%, что говорит о хорошей гуморальной защите организма свиней [9, 10].

Показатели бактерицидной активности сыворотки крови, напротив, у этих же животных были низкие и составили для первой группы 26,17%, для второй – 24,84%, для третьей – 31,35% против среднего физиологического показателя 56,12%, что указывает на крайне слабую сопротивляемость к болезням и другим вредоносным воздействиям, активизации стрессового фактора [9, 10].

Однако стоит отметить, что, по некоторым данным, бактерицидная активность сильно возрастает к 180-дневному возрасту и приближается к средней физиологической норме [2]. Также у заболевших или переживших стресс животных вследствие повышенного антигенного воздействия наблюдаются значительные изменения в иммунном статусе, характеризующиеся напряженностью защитных систем организма и неустойчивой динамикой показателей [12].

Для определения взаимосвязи между показателями бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови была рассчитана корреляционная матрица и показано, что коэффициент корреляции между БАСК и ЛАСК составляет 0,67 – это соответствует высокой корреляции между показателями.

Показатели корреляционной зависимости выявляют неоднозначно трактуемую картину (**табл. 2**).

Корреляции между биохимическими показателями сыворотки крови гибридных свиней и неспецифического иммунитета преимущественно низкие как отрицательные, так и положительные. В свою очередь, биохимические параметры в основном положительно и отрицательно взаимосвязаны между собой на умеренном и высоком уровне ( $r=0,4-0,8$ ). При этом общий билирубин, АЛТ, АСТ обладают умеренной отрицательной связью с бактерицидной активностью сыворотки. Лизоцимная активность сыворотки крови положительно и значимо коррелирует с такими показателями, как билирубин, триглицериды и АСТ, что свидетельствует о

повышенном иммунном ответе при увеличении этих биохимических показателей крови свиней.

Общий белок, альбумин, глобулин, креатинин, холестерин и щелочная фосфатаза обладают высокой отрицательной связью с удельной единицей активности белка. Тогда как с триглицеридами, мочевиной и АСТ, напротив, характеризуется умеренной положительной связью. Что касается основных биохимических показателей, то здесь отмечено влияние только на содержание лизоцима и удельную единицу активности белка.

Однако бактерицидная активность и белковый показатель, напротив, указывают на отрицательную корреляцию с биохимическими параметрами. Это говорит о снижении фагоцитарной активности клеток крови при качественном изменении состава крови. Возможным объяснением является сокращение двигательной

активности фагоцитарного компонента. Влияние остальных биохимических показателей на неспецифический иммунитет было незначительным.

### ■ Заключение

Изученные показатели неспецифического иммунитета коррелируют между собой как по исследуемому поголовью, так и при разделении на группы по лизоцимной активности.

Так, корреляция между БАСК и ЛАСК составила 0,67, а в первой-третьей группе – 0,30, 0,60 и 0,40 соответственно. Отрицательная зависимость БАСК и положительная ЛАСК наблюдалась с биохимическими показателями, которые отвечают за работу печени. Умеренные отрицательные показатели зависимости были отмечены между БАСК и билирубином (-0,49), АЛТ (-0,26) и АСТ (-0,44), в то время как между ЛАСК и билирубином (0,26),

триглицеридами (0,40) и АСТ (0,30) выявлены положительные показатели зависимости.

Показатель, который максимально коррелирует со всеми исследуемыми биохимическими параметрами сыворотки крови, – удельные единицы активности, отражающие истинную активность лизоцима сыворотки крови.

Полученные данные корреляции дают возможность в дальнейшем давать оценку иммунному статусу поросят исследуемого возраста в совокупности с биохимическими показателями.

**Авторы благодарят Р.В. Рыкова и А.Ю. Солину за техническую помощь в измерении ряда показателей**

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект №20-16-00032-П**

### Литература

- Белкина Н.Н. Естественная резистентность свиней степного типа СМ-1 в зависимости от возраста и пола/Н.Н. Белкина, В.В. Федюк//Разведение и селекция свиней на Дону. Персиановский, 1995. С. 23–25.
- Дениченко Е.Л. Стресс-реактивность и качество мяса свиней мясных типов: Автореферат диссертации кандидата с.-х. наук/Е.Л. Дениченко. Персиановский, 2005. 24 с.
- Максимов Г.В. Естественная резистентность свиней в условиях промышленной технологии выращивания/Г.В. Максимов, О.Н. Полозюк, Е.И. Федюк, Е.А. Крыштоп. Ветеринария, 2010. №9. С. 43–47.
- Плященко С.И. Метод повышения продуктивных и защитных функций организма ремонтных свинок в условиях промышленной технологии/С.И. Плященко, В.Т. Сидоров, В.А. Медведский. Научные основы развития животноводства в БССР, 1990. С. 112–115.
- Плященко С.И. Естественная резистентность ремонтных свинок при включении в рацион кормового препарата микробиологического каротина/С.И. Плященко, А.В. Соляник. Селекция с.-х. животных на устойчивость к болезням, повышение резистентности и продуктивного долголетия, 1992. Вып. 9. С. 141–143.
- Полозюк О.Н. Естественная резистентность подсосных поросят и отъемышей/О.Н. Полозюк. Свиноводство, 2010. №3. С. 44–45.
- Полозюк О.Н. Оценка уровня неспецифической защиты организма свиней различных межпородных сочетаний при промышленном скрещивании/О.Н. Полозюк, В.В. Кошляк, Е.И. Федюк. Ветеринарная патология, 2012. №1. С. 144–147.
- Сердюк Г.Н. Естественная резистентность свиней и методы ее повышения/Г.Н. Сердюк, О.А. Лозгачева. Селекция с.-х. животных на устойчивость к болезням в условиях промышленной технологии. Пути повышения резистентности животных, 1986. Вып. 6. С. 34–38.
- Федюк В.В. Естественная резистентность организма свиней. Камеоломни, 2000. 100 с.
- Федюк В.В. Естественная резистентность и воспроизводительные качества свиней в условиях промышленной технологии/В.В. Федюк, Е.И. Федюк, Д.В. Ильченко. Ветеринарная патология, 2015. №1(59). С. 134–142.
- Федюк В.В., Колесников И.А., Колесников М.А. Технологические мероприятия, повышающие резистентность свиней. Аграрная наука, 2019. №5. С. 11–13.
- Иммунологические показатели крови при применении пробиотиков. НПФ «Исследовательский центр». URL: <https://vetom.ru/index.php?catid=0&id=444>.

## Правила оформления научных статей в журнал «Свиноводство»

**Уважаемые читатели! Напоминаем вам, как правильно оформлять научные статьи для нашего журнала.**

В начале статьи – УДК. Название статьи должно быть кратким – не более 5–7 слов – и отражать суть рассматриваемой проблемы (на русском и английском языках), полные ФИО (рус., англ.) с указанием ученых степеней/званий автора и соавторов. Аннотация – на 3–5 предложений (рус., англ.). Ключевые слова – 4–6 шт. (рус., англ.).

Статья может включать в себя небольшое количество схем, таблиц, рисунков, диаграмм и фотографий. Они должны быть приведены полностью в соответствующем месте статьи, озаглавлены и пронумерованы. По тексту статьи приводятся ссылки на соответствующие таблицы или рисунки. Графики, диаграммы, рисунки и фотографии надо присылать отдельно графическими файлами (JPG или TIF) с разрешением 300 dpi. В конце обязательно наличие списка литературы, расположенной в алфавитном порядке, вначале русскоязычной, а затем иностранной, но со сквозной нумерацией в соответствии с ГОСТом 7.1-2003. Индекс DOI присваивается редакцией.

Авторы несут ответственность за точность приводимых в рукописи цитат и статистических данных. Подписчики, оформившие годовую подписку на журнал, имеют приоритет в публикации материалов.

Статьи принимаются по электронной почте редакции: [svinovodstvo2004@mail.ru](mailto:svinovodstvo2004@mail.ru) и [pig-breeding@mail.ru](mailto:pig-breeding@mail.ru).