

УДК 636.4.082

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-19-23>

Оригинальное исследование/Original research

**Федюк В.В.,
Чертов А.А.**

Донской государственный аграрный университет, Россия, 346493, Ростовская обл., Октябрьский район, п. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24
E-mail: mail@dongau.ru

Ключевые слова: свиньи, индекс резистентности, наследуемость, повторяемость, живая масса

Для цитирования: Федюк В.В., Чертов А.А. Влияние индексов резистентности свиноматок на рост их потомства. Аграрная наука. 2021; 351 (7-8): 19–23.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-19-23>**Конфликт интересов отсутствует****Victor V. Fedyuk,
Arkadi A. Chertov**

Donskoy State Agrarian University, Russia, 346493, Rostov region, Oktyabrsky district, s. Persianovsky, Krivoshlykov str., 24
E-mail: mail@dongau.ru

Key words: pigs, resistance index, heritability, repeatability, live weight

For citation: Fedyuk V.V., Chertov A.A. Influence of sow resistance indices on the growth of their offspring. Agrarian Science. 2021; 351 (7-8): 19–23. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-19-23>**There is no conflict of interests**

Влияние индексов резистентности свиноматок на рост их потомства

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Селекция свиней направлена в первую очередь на улучшение их воспроизводительных и откормочных качеств. В меньшей степени в селекции учитываются показатели иммунного статуса животных и их резистентность к условно-патогенной микрофлоре, по-видимому потому, что из-за значительной вариабельности отдельных показателей крови в онтогенезе для улучшения этих признаков селекционным путем требуется работа с животными многих поколений. Актуальной задачей является ускорение этого процесса.

Методы. Сформированы 6 групп животных, в том числе: 2 группы по 20 основных свиноматок породы дюрок (Д) и крупной белой породы (КБ) и 2 группы поросят, их потомков; по 10 подсвинков из каждой группы ежемесячно взвешивались, определяли их линейные промеры. Исследование естественной резистентности было проведено по следующим показателям: лизоцимная, бактерицидная и комплементарная активность сыворотки крови измерялись общепринятыми методами и в авторской модификации, реакции гемагглютинации и бактериальной агглютинации — общепринятыми методами, показатели фагоцитоза определяли общепринятыми методами и в авторской модификации.

Результаты. Разработан новый способ комплексной оценки уровня естественной резистентности свиней по восьми показателям крови — индекс резистентности (*IR*). Впервые в качестве статистического веса признаков были использованы два коэффициента — повторяемости (r_w) и наследуемости (h^2). Установлено, что приросты живой массы были выше у потомства, полученного от свиноматок с $IR > 60$ баллов. Потомство высокорезистентных свиноматок также имело преимущество по линейным промерам.

Influence of sow resistance indices on the growth of their offspring

ABSTRACT

Relevance. Pig breeding is primarily aimed at improving their reproductive and fattening qualities. To a lesser extent, the selection takes into account the indicators of the immune status of animals and their resistance to conditionally pathogenic microflora, apparently because due to the significant variability of individual blood parameters in ontogenesis, work with animals of many generations is required to improve these signs by breeding. The urgent task is to accelerate this process.

Methods. 6 groups of animals were formed, including: 2 groups of 20 young sows of the Durock breed and large white breed and 2 groups of piglets, their offspring; 10 piglets from each group were weighed monthly, their linear measurements were determined. The study of natural resistance was carried out according to the following indicators: lysozyme, bactericidal and complementary activity of blood serum were measured by conventional methods and in the author's modification, hemagglutination reaction and bacterial agglutination — by conventional methods, indicators of phagocytosis were determined by conventional methods and in the author's modification.

Results. A new method of comprehensive assessment of the level of natural resistance of pigs based on eight blood parameters — the resistance index (*IR*) — has been developed. For the first time, two coefficients — repeatability (r_w) and persistence (h^2) — were used as the statistical weight of traits. It was found that the live weight gain was higher in the offspring obtained from sows with an $IR > 60$ points. The offspring of highly resistant sows also had an advantage in linear torso measurements.

Поступила: 6 июня
После доработки: 26 июня
Принята к публикации: 10 сентября

Received: 6 June
Revised: 26 June
Accepted: 10 September

Введение

Селекция свиней направлена в первую очередь на улучшение их воспроизводительных и откормочных качеств [1, 2]. В меньшей степени в селекции учитываются показатели иммунного статуса животных и их резистентность к условно патогенной микрофлоре, по-видимому, потому, что из-за значительной вариабельности отдельных показателей крови в онтогенезе для улучшения этих признаков селекционным путем требуется работа с животными многих поколений. Актуальной задачей является ускорение этого процесса.

Отечественные ученые разработали весьма эффективные методы исследования иммунного статуса животных и человека [3, 4], однако способа комплексной (индексной) оценки состояния иммунной системы и резистентности организма к микрофлоре в баллах до сих пор не было.

В последние годы отбор и подбор сельскохозяйственных животных по селекционным индексам получили широкое распространение [5, 6]. Главным вопросом при конструировании индексов является определение коэффициента веса селекционируемых признаков: чем точнее и объективнее составлен селекционный индекс, тем меньше поколений потребуются для улучшения всей популяции животных. Результаты отбора зависят от того, правильно ли в индексе учтены коэффициенты наследуемости, повторяемости и корреляции между всеми факторами [7].

Научная новизна нашего исследования заключалась в разработке нового индекса для оценки резистентности свиней, включающего четыре защитных свойства иммунокомпетентных клеток. Впервые для вычисления индекса резистентности нами были использованы коэффициенты возрастной повторяемости каждого входящего в него показателя.

Цель работы заключалась в том, чтобы изучить влияние резистентности свиноматок на рост поросят — их потомков. Для решения поставленной цели провели: определение коэффициентов наследуемости и повторяемости защитных свойств крови свиней; разработку более информативных индексов резистентности (*IR*); изучение роста поросят, полученных от свиноматок с разными значениями *IR*.

Методика

В хозяйстве индивидуального предпринимателя Кислова Олега Олеговича, расположенном в хуторе Яново-Грушевский Октябрьского района Ростовской области, были сформированы 6 групп животных, в том числе: 2 группы — по 20 основных свиноматок породы дюрк (Д) и крупной белой породы (КБ) и 2 группы поросят, их потомков.

По 10 подсвинков из каждой группы ежемесячно взвешивались, измеряли линейные промеры тела общепринятыми методами.

Исследование естественной резистентности было проведено по следующим показателям:

- лизоцимная активность сыворотки крови [8],
- бактерицидная активность сыворотки крови [8],
- комплементарная активность сыворотки крови [8],
- реакции гемагглютинации и бактериальной агглютинации [9],
- фагоцитарная активность нейтрофилов измерялась путем постановки опсонофагоцитарной реакции, определения фагоцитарного индекса, фагоцитарного числа [9],
- фагоцитарная емкость крови определялась расчетным путем [9].

У каждого животного определяли показатели резистентности, присваивая им соответствующий балл за каждый показатель [10]. Для определения статистического веса показателей резистентности использовали коэффициенты их наследуемости и повторяемости, вычисленные в данной выборке животных. Свиней с *IR* выше 60 баллов относили к высоко-, меньше 50 — к низкорезистентным.

Определение коэффициентов наследуемости признаков, характеризующих уровень защиты организма, было проведено методом дисперсионного анализа путем обработки однофакторных статистических комплексов.

Полученные в ходе опыта данные были обработаны биометрическими методами, в том числе были определены коррелятивные взаимосвязи между интерьерными и хозяйственно-полезными признаками, коэффициенты повторяемости и наследуемости.

Результаты

Среди изученных показателей естественной резистентности самым высоким коэффициентом наследуемости характеризовалась фагоцитарная активность нейтрофилов (ФА), что говорит о значительном генетическом контроле над способностью лейкоцитов поглощать микрофлору. В меньшей степени проявилось влияние наследственности на фагоцитарную активность (ФА) и фагоцитарный индекс (ФИ). Из гуморальных показателей, относящихся к свойствам сыворотки крови, более высокие коэффициенты имеют бактерицидная (БАСК) и лизоцимная активность (ЛАСК), эти же показатели относительно стабильнее в онтогенезе, чем уровень антител и система комплемента. Проведенный анализ показал, что в целом состоянии защитных свойств крови в онтогенезе в среднем на 67% подчинено не генетическим, а внешним факторам. Велика зависимость показателей резистентности организма от внешних факторов.

В таблице 1 приведены собственные результаты, полученные путем обработки однофакторных статистических комплексов, в которых градациями являлись индивидуальные номера животных, а каждый варьирующий признак включал восемь последовательных измерений. Выбор этого способа был сделан на том основании, что таким путем вычисляется единый коэффициент для любого количества повторных измерений. Наименьшей возрастной повторяемостью и низкими коэффициентами наследуемости характеризовались титры антител. Индекс резистентности (*IR*) построен по стобальной системе. Животные, у которых большинство показателей приближались к верхней границе данной выборки, имели индексы ближе к 100 баллам.

Низкая возрастная повторяемость показателей резистентности затруднила отбор животных по индексам. Близкими к средним были коэффициенты r_w только у четырех показателей: БАСК, ЛАСК, ФА и ФИ. Полученные значения коэффициентов наследуемости и повторяемости были использованы при вычислении индивидуального индекса резистентности каждого животного опытных групп.

При составлении индекса резистентности были использованы следующие защитные свойства крови:

- бактериолизирующая способность ферментов крови, которая заключается в их способности растворять бактериальные оболочки. Для изучения этого свойства мы использовали реакции по определению активности лизоцима и комплемента;

Таблица 1. Наследуемость и возрастная повторяемость показателей резистентности у свиней

Table 1. Heritability and age-related frequency of indicators of resistance in pigs

Защитные свойства крови	Коэффициенты			
	наследуемости (h^2)		повторяемости (r_w)	
	КБ	Д	КБ	Д
Бактериостатические	0,228	0,196	0,226	0,215
Бактериолизирующие	0,277	0,270	0,319	0,320
Антигенсвязывающие	0,113	0,124	0,120	0,133
Активность комплемента	0,168	0,182	0,182	0,191
Фагоцитарная активность	0,390	0,329	0,425	0,440
Фагоцитарный индекс	0,252	0,247	0,288	0,292
Фагоцитарная емкость крови	0,047	0,065	0,104	0,118

– бактериостатическая способность крови обусловлена тем, что органические кислоты, содержащиеся в плазме крови, включаются в процесс размножения микробов и останавливают его. Мы использовали методику определения бактерицидной активности сыворотки крови и бактериостатической способности крови;

– антигенсвязывающая способность крови заключается в способности иммуноглобулинов склеивать микробные клетки между собой и обездвигивать их. Полученный неподвижный конгломерат, состоящий из тысячи микроорганизмов, более доступен для ферментативной обработки, чем движущиеся по кровотоку разрозненные бактерии.

– поглощающая способность клеток крови или фагоцитоз — это свойство лейкоцитов захватывать и переваривать частицы чужеродного белка. Способностью к поглощению и перевариванию бактерий обладают не только лейкоциты крови, но именно они наиболее доступны для практического наблюдения. Для исследования крови с.-х. животных нами были использованы ме-

тоды определения захватывающей способности нейтрофильных гранулоцитов по отношению к золотистому стафилококку.

Обобщая вышеизложенное: для всесторонней оценки состояния естественной защиты организма животных мы рекомендовали вводить в индекс резистентности 8 показателей крови, характеризующих 4 ее защитных свойства.

В результате проведенных исследований нами был разработан новый способ комплексной оценки уровня естественной резистентности свиней — индекс резистентности. Впервые кроме коэффициента наследуемости (h^2) для вычисления статистического веса признаков был использован коэффициент возрастной повторяемости (r_w) (табл. 2 и 3).

Разность между индивидуальными и минимальными значениями по статистической выборке свиноматок мы умножали на статистический вес признака и суммировали итоги по каждому столбцу. Это позволило нам разделить свиноматок на высокорезистентных с $IR > 60$ баллов и низкорезистентных с $IR < 50$ баллов.

Далее предстояло выяснить, как влияет уровень естественной резистентности свиноматок на приросты живой массы поросят. Результаты взвешиваний поросят по группам показаны в таблице 4.

Преимущество в росте у подсвинков, полученных от высокорезистентных матерей, набравших к началу откорма наибольшую живую массу, подтвердилось и анализом показателей среднесуточных приростов живой массы.

Приросты массы были в среднем выше у подсвинков, полученных от высокорезистентных свиноматок со второго по восьмой месяцы жизни.

Таблица 2. Индекс резистентности на примере свиноматки породы дюрок

Table 2. Resistance index on the example of a sow of the Duroc breed

Показатели резистентности	Защитные свойства крови							
	бактериостатические, %		антигенсвязывающие, титр		бактериолизирующие, %		поглощающие и переваривающие (фагоцитоз)	
	БАСК	БСК	РА с <i>Salmonella</i>	РА с <i>E.coli</i>	ЛАСК	РСК	ФА, %	ФИ, мт/лейкоцит
r_w — повторяемость	0,305	0,293	0,164	0,124	0,363	0,182	0,41	0,349
h^2 — наследуемость	0,345	0,347	0,212	0,164	0,425	0,23	0,467	0,413
$k = \frac{100(h^2 \cdot r_w)}{\sum h^2 + \sum r_w}$	13,56	13,35	7,84	6,01	16,44	8,60	18,30	15,90
V_{\min}	40,00	32,80	16	32	34,10	13,50	31,60	3,24
V_{\max}	72,50	54,70	264	334	63,10	16,40	45,80	4,37
V_i	64,60	47,30	196	252	58,60	14,20	40,20	4,00
$K_i = \frac{k}{V_{\max} - V_{\min}}$	0,417	0,6097	0,034	0,0206	0,5669	2,964	1,2886	14,069
$X = V_i - V_{\min}$	24,60	14,50	160,80	208,40	24,50	0,70	8,60	0,76
$R = K_i \cdot X$	10,264	8,840	5,5132	4,312	13,89	2,075	11,082	10,692
$IR = \sum R$	Итого: 66,67 баллов							

Таблица 3. Индекс резистентности на примере свиноматки крупной белой породы

Table 3. Resistance index on the example of a sow of the large white breed

Показатели резистентности Биометрические показатели	Защитные свойства крови							
	бактериостатические, %		антигенсвязывающие, титр		бактериолизирующие, %		поглощающие и переваривающие (фагоцитоз)	
	БАСК	БСК	РА с <i>Salmonella</i>	РА с <i>E.coli</i>	ЛАСК	РСК	ФА, %	ФИ, мт/лейкоцит
r_w — повторяемость	0,29	0,285	0,11	0,155	0,357	0,175	0,398	0,337
h^2 — наследуемость	0,339	0,342	0,159	0,202	0,405	0,226	0,462	0,383
$k = \frac{100(h^2 \cdot r_w)}{\sum h^2 + \sum r_w}$	13,6	13,557	5,816	7,7189	16,476	8,670	18,59	15,57
V_{\min}	38,2	33	32	40	32	12	30,5	3,14
V_{\max}	69	57	256	320	62	16,7	45	4,08
V_i	57,44	45,6	237	234	53,4	13,2	38,6	3,65
$K_i = \frac{k}{V_{\max} - V_{\min}}$	0,44	0,56	0,0259	0,0276	0,549	1,8447	1,282	16,56
$X = V_i - V_{\min}$	19,24	12,6	205	194	21,4	1,2	8,1	0,51
$R = K_i X$	8,496	7,117	5,32	5,348	11,75	2,21	10,387	8,446
$IR = \sum R$	Итого: 59,08 баллов							

Примечание. V_{\max} — максимальное значение данного показателя по обследованной группе животных; V_{\min} — минимальное значение данного показателя; h^2 — коэффициент наследуемости данного признака; r_w — коэффициент возрастной повторяемости; k — статистический вес коэффициентов наследуемости и повторяемости каждого признака в индексе, %; X — разность между индивидуальным значением признака и минимальным по статистической выборке в натуральном выражении; K — коэффициенты статистического веса каждого показателя по их значимости; R — оценка каждого признака, баллы; IR — индекс резистентности, баллы.

Таблица 4. Абсолютное увеличение массы опытных групп свиней

Table 4. An absolute increase in the mass of experimental groups of pigs

Потомство свиноматок	КБ	Количество, гол.	Масса опытной группы, кг					
			Возраст, мес.					
			4	5	6	7	8	9
С высоким баллом IR	КБ	65	2392,0	3146,0	3932,5	5018,0	5993,0	6760,0
	Д	60	2154,0	2808,0	3522,0	4410,0	5304,0	6000,0
С низким баллом IR	КБ	55	1391,5	1749,0	2167,0	2640,0	3168,0	3861,0
	Д	60	1386,0	1770,0	2184,0	2616,0	3222,0	3894,0

Таблица 5. Индексы телосложения подсвинков опытных групп (n = 90)

Table 5. Body indices of pigs of experimental groups (n = 90)

Возраст, мес.	Опытные группы свиноматок	Индексы телосложения потомства					
		грудной		растянутости		сбитости	
		дюрок	КБ	дюрок	КБ	дюрок	КБ
4	Низкорезистентные	80,3±1,3	80,3±1,5	193,4±5,0	192,0±4,3	89,8±3,3	89,8±3,4
	Высокорезистентные	84,0±1,8	84,4±1,6	204,5±5,6	199,8±4,9	90,3±1,9	89,7±2,3
6	Низкорезистентные	78,3±2,0	81,2±2,3	205,0±4,5	208,5±4,2	89,3±2,5	85,5±3,1
	Высокорезистентные	83,3±2,0	82,5±2,1	200,2±4,4	218,5±5,6	88,6±2,1	85,0±2,5
8	Низкорезистентные	80,4±2,3	79,3±2,1	204,5±3,9	207,4±5,2	85,5±1,9	83,5±2,3
	Высокорезистентные	82,2±2,0	82,4±1,9	205,6±4,3	210,5±4,4	87,0±2,2	86,6±2,3

Затем измерили основные линейные промеры, большинство из которых было больше в течение всего откорма у подсвинков, матери которых имели индекс резистентности выше 60 баллов.

По результатам измерений определили индексы: грудной, растянутости, сбитости. Результаты измерений приведены в таблице 5.

Установлено, что потомство высокорезистентных свиноматок кроме большей живой массы имело также наибольшие значения индексов телосложения: сбитости и грудного.

Выводы

Наследуемость признаков, характеризующих резистентность к условно-патогенной микрофлоре, была у свиней в пределах от 0,047 до 0,390, повторяемость — от 0,104 до 0,425. Относительно высокими коэффициента-

ми возрастной повторяемости отличались фагоцитарная активность нейтрофилов, фагоцитарный индекс, лизоцимная активность и бактерицидность сыворотки крови. Коэффициент повторяемости этих факторов в среднем составил 32,5%. С учетом вышеперечисленного разработанный комплексный показатель — индекс резистентности, предназначенный для более объективной оценки состояния резистентности организма свиней. В новый индекс были включены 8 показателей резистентности, характеризующих четыре защитных свойства крови.

Установлено, что приросты живой массы были в среднем выше у подсвинков, полученных от высокорезистентных свиноматок. Потомство высокорезистентных свиноматок имело преимущество по грудному индексу и индексу сбитости. Предлагаем проводить исследования крови свиней по предложенному нами комплексу показателей.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Михайлов Н.В., Клименко А.И., Третьякова О.Л., Яковенко В.К. *Воспроизводство свиней (технология и селекция)*. п. Персиановский, 2000. 130 с. [Mikhailov N.V., Klimentko A.I., Tretyakova O.L., Yakovenko V.K. *Reproduction of pigs (technology and selection)*. s. Persianovsky, 2000. 130 p. (InRuss.)]
2. Максимов Г.В. Максимов А.Г. *Новое в селекции свиней. Материалы Международной научно-практической конференции*. п. Персиановский, 2005. с. 81-83. [Maksimov G.V., Maksimov A.G. *New in pig breeding. Materials of the International Scientific and Practical Conference*. s. Persianovsky, 2005. p. 81-83. (InRuss.)]
3. Новиков В.В., Дмитриенко В.В. *Основные параметры иммунного статуса клинически здоровых свиней. Ветеринария*. 1993;2: 22-25. [Novikov V.V., Dmitrienko V.V. *The main parameters of the immune status of clinically healthy pigs. Journal Veterinary Medicine*. 1993;2: 22-25. (InRuss.)]
4. Петров Р.В., Хаитов Р.М., Пинегин Б.В., Орадовская И.В., Еремина О.Ф., Саидов М.З. *Оценка иммунного статуса человека при массовых обследованиях. Методические рекомендации для научных работников и врачей практического здравоохранения (разработаны сотрудниками института иммунологии министерства здравоохранения России)*. Иммунология. 1992; 6: 51-62 [Petrov, R.V. Khaïtov R.M., Pinegin B.V., Oradovskaya I.V., Eremina O.F., Saidov M.Z. *Assessment of human immune status in mass examinations. Methodical recommendations for scientists and doctors of practical health care (developed by the staff of the Institute of immunology of the Ministry of health of Russia)*. *Journal Immunology*. 1992;6: 51-62 (InRuss.)]

ОБ АВТОРАХ:

Федюк Виктор Владимирович, заведующий кафедрой разведения сельскохозяйственных животных, частной зоотехнии и зооигиены имени академика П.Е. Ладана, доктор с.-х. наук, профессор Донского государственного аграрного университета.

Чертов Аркадий Аркадьевич, аспирант кафедры разведения сельскохозяйственных животных, частной зоотехнии и зооигиены имени академика П.Е. Ладана Донского государственного аграрного университета.

5. Бажов Г.М., Погодаев В.А. *Свиноводство: учебник*. Ставрополь: *Сервисшкола*. 2009. 528 с. [Bazhov, G.M., Pogodaev V.A. *Pig farming: Textbook* / G.M. Bazhov, V.A. Pogodaev. Stavropol: *Servisshkola*. 2009. 528 p. (InRuss.)]

6. Бажов Г.М. *Интенсивное свиноводство: учебник*. Санкт-Петербург: *Лань*. 2021. 416 с. [Bazhov G.M. *Intensive pig farming: Textbook*. St-Petersburg: *Lan*. 2021. 416 p. (InRuss.)]

7. Федюк В.В. *Селекционные приемы повышения резистентности свиней. Материалы Международной научно-практической конференции. Актуальные проблемы производства свинины в Российской Федерации*. п. Персиановский. 2009. с. 50-52. [Fedyuk V.V. *Breeding techniques for increasing the resistance of pigs. Materials of the International Scientific and Practical Conference. Actual problems of pork production in the Russian Federation*. s. Persianovsky. 2009. p. 50-52. (InRuss.)]

8. Федюк, В.В. *Естественная резистентность организма свиней: монография*. п. Каменоломни. 2000. 100 с. [Fedyuk, V.V. *Natural resistance of pigs: monography*. s. Kamenolomni. 2000. 100 p. (InRuss.)]

9. Федюк, В.В., Крыштоп Е.А. *Методы исследования естественной резистентности сельскохозяйственных животных, научно-практические рекомендации*. п. Персиановский. 2000. 18 с. [Fedyuk, V.V., Kryshstop E.A. *Methods of studying the natural resistance of farm animals, scientific and practical recommendations*. s. Persianovsky. 2000. 18 p. (InRuss.)]

10. Федюк В.В., Чертов А.А. *Разработка и использование в селекции свиней индексов резистентности и иммунного статуса*. *Аграрная наука*. 2020; 11-12: 41-44. [Fedyuk V.V., Chertov A.A. / *Journal Agrarian Seines*. 2020; 11-12: 41-44. (InRuss.)]

ABOUT THE AUTHORS:

Fedyuk Victor Vladimirovich, the Head of the Department of Farm Animal Breeding, Private Zootechnics and Zoo Hygiene named after academician P.E. Ladan of the Donskoy State Agrarian University., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Donskoy State Agrarian University.

Chertov Arkadi Arkadiyevich, Post-graduate Student of the Department of Farm Animal Breeding, Private Zootechnics and Zoo Hygiene named after academician P.E. Ladan