

Научная статья  
УДК 619:612.3:636.4  
doi: 10.48612/vch/kvzd-38nr-g8a6

## ИЗМЕНЕНИЕ ГИСТОСТРУКТУРЫ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ 12-ПЕРСТНОЙ КИШКИ У РАСТУЩИХ СВИНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД И ИХ ПОМЕСЕЙ

Наталья Ивановна Кульмакова<sup>1)</sup>, Александр Дмитриевич Левшин<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева  
127434, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2)</sup>ФГБНУ «ФНЦ зернобобовых и крупяных культур»  
302502, Орловская обл., п. Стрелецкий, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье изложены результаты исследования гистоструктуры слизистой оболочки 12-перстной кишки у чистопородных и помесных свиней. Знание микроструктурных изменений слизистой оболочки в процессе роста животного позволяет глубже понимать физиологические механизмы, определяющие эффективность усвоения кормов и, как следствие, темпы роста животных. Исследование изменений в ответ на особенности кормления, условия содержания позволяет понять адаптивные возможности слизистой оболочки и ее микроструктурные перестройки, направленные на оптимизацию пищеварения в условиях меняющейся среды. В научном эксперименте были использованы чистопородные подсвинки крупной белой (КБ) и скороспелой мясной породы (СМ-1), а также помеси КБ × СМ-1 и СМ-1 × КБ, КБ × ландрас, КБ × крупная черная (КЧ). В опытных группах отмечена тенденция к увеличению толщины слизистой оболочки 12-перстной кишки, длины ворсинок и толщины крипталльного слоя с 6-и до 8-и месяцев. Самую толстую слизистую оболочку имели чистопородные свиньи крупной белой породы (3458–3589 мкм). Наиболее выраженный рост средней длины ворсинок наблюдался также у чистопородных свиней крупной белой породы: с 2832±17,4 мкм до 3963±18,1 мкм (на 40 %). Короткие ворсинки наблюдаются у групп, где в качестве свиноматки или в качестве хряка присутствует порода скороспелая мясная (СМ-1). Рост крипталльного слоя происходит медленнее, чем рост ворсинок. Максимальная толщина крипталльного слоя отмечена у чистопородных свиней крупной белой породы, она составила 881–914 мкм. Минимальная толщина у чистопородных свиней скороспелой мясной породы СМ-1 – 732–756 мкм. Более интенсивное развитие слизистой оболочки и ее крипталльного слоя, длины ворсинок 12-перстной кишки у чистопородных свиней крупной белой породы в разные возрастные периоды свидетельствует о том, что структурно-функциональная организация процессов жизнедеятельности и формирования продуктивных качеств у них выше, что подтверждается эффективностью переваривания корма, высоким приростом живой массы и лучшей конверсией корма.

**Ключевые слова:** гистоструктура слизистой оболочки, 12-перстная кишка, длина ворсинок, крипталльный слой, адсорбционные свойства, параметры всасывания, молекулярные ингредиенты.

**Для цитирования:** Кульмакова Н. И., Левшин А. Д. Изменение гистоструктуры слизистой оболочки 12-перстной кишки у растущих свиней различных пород и их помесей // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2026 №2(37). С. 84-89.

doi: 10.48612/vch/kvzd-38nr-g8a6

Original article

## CHANGES IN THE HISTOSTRUCTURE OF THE DUODENAL MUCOSA IN GROWING PIGS OF VARIOUS BREEDS AND THEIR HYBRIDS

Natalia I. Kulmakova<sup>1)</sup>, Alexander D. Levshin<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
127434, Moscow, Russian Federation

<sup>2)</sup>FSBSI «FSC of leguminous and cereal crops»  
302502, Oryol region, Streletsky village, Russian Federation

**Abstract.** The article presents the results of a study of the histostucture of the duodenal mucosa in purebred and crossbred pigs. Knowledge of the microstructural changes in the duodenal mucosa during animal growth allows for a deeper understanding of the physiological mechanisms that determine the efficiency of feed absorption and, consequently, the growth rate of animals. The study of changes in response to feeding and housing conditions allows for an understanding of the adaptive capabilities of the duodenal mucosa and its microstructural adjustments aimed at optimizing digestion in a changing environment. The study used purebred Large White (LW) and Early-finishing Meat (EM-1) piglets, as well as crossbred LW × EM-1 and EM-1 × LW, LW × Landrace and LW × Large Black (LB) piglets. In the experimental groups, there was a trend towards an increase in the thickness of the duodenal mucosa, villus length, and crypt depth from 6 to 8 months of age. The purebred Large White pigs had the thickest duodenal mucosa (3458–3589 μm). The most pronounced increase in the average length of villi was also observed in purebred Large White pigs: from 2832±17.4 μm to 3963±18.1 μm (40 %). Short villi were observed in groups where the Early-finishing Meat (EM-1)

breed was used as a sow or a boar. The growth of the crypt layer was slower than the growth of the villi. The maximum thickness of the crypt layer was observed in purebred Large White pigs, which was 881–914  $\mu\text{m}$ . The minimum thickness was observed in purebred Early-finishing Meat (EM-1) pigs, which was 732–756  $\mu\text{m}$ . The more intensive development of the mucous membrane and its crypt layer, as well as the length of the villi in the duodenum, in purebred Large White pigs at different ages indicates that their structural and functional organization of vital processes and the formation of productive qualities is higher, which is confirmed by the efficiency of feed digestion, high live weight gain, and better feed conversion.

**Keywords:** mucosal histostructure, duodenum, villi length, cryptal layer, adsorption properties, absorption parameters, molecular ingredients.

**For citation:** Kulmakova N. I., Levshin A. D. Changes in the histostructure of the duodenal mucosa in growing pigs of various breeds and their hybrids // *Vestnik Chuvash State Agrarian University*. 2026 No. 2(37). Pp. 84-89.

doi: 10.48612/vch/kvzd-38nr-g8a6

### **Введение.**

Эффективное пищеварение и здоровый желудочно-кишечный тракт напрямую влияют на качество мясной продукции, включая ее питательную ценность, вкус и безопасность.

Известно, что 12-перстная кишка играет ключевую роль в пищеварении и абсорбции питательных веществ. Изучение микроструктурных изменений ее слизистой оболочки в процессе роста животного позволяет глубже понимать физиологические механизмы, определяющие эффективность усвоения кормов и, как следствие, темпы роста животных. Исследование изменений в ответ на особенности кормления, условия содержания позволяет понять адаптивные возможности слизистой оболочки и ее микроструктурные перестройки, направленные на оптимизацию пищеварения в условиях меняющейся среды [2, 11].

Сравнительный анализ различных пород свиней и их помесей позволит выявить генетически обусловленные особенности в строении и реактивности слизистой оболочки 12-перстной кишки. Это может привести к открытию новых биомаркеров, связанных с пищеварительной эффективностью или устойчивостью к определенным условиям [1, 9].

Различные породы и их помеси по-разному реагируют на определенные типы кормления на микроструктурном уровне. Поэтому необходимо создавать более эффективные и специализированные рационы, направленные на стимуляцию развития слизистой оболочки и улучшение ее функциональной активности. Знание породных различий в микроструктуре слизистой оболочки 12-перстной кишки у свиней и их помесей может стать ценным инструментом для селекционеров – это позволит отбирать животных с физиологически развитым желудочно-кишечным трактом, что приведет к повышению продуктивности (скорости роста, конверсии корма) и, как следствие, к экономической эффективности производства [10].

Изменения в микроструктуре слизистой оболочки 12-перстной кишки могут быть ранними индикаторами различных патологических состояний, включая воспалительные процессы, нарушение абсорбции, влияние патогенов [7, 8]. Более глубокое понимание этих изменений позволит разрабатывать более ранние и точные методы диагностики, а также эффективные стратегии профилактики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта у свиней [3].

Рост и развитие свиней часто связаны со стрессовыми факторами (отъем, транспортировка, изменение рациона). Животные с хорошо работающей пищеварительной системой, как правило, лучше переносят различные стрессовые факторы.

С учетом высоких темпов развития свиноводства и постоянного стремления к повышению его экономической эффективности, исследования микроструктурных изменений слизистой оболочки 12-перстной кишки у растущих свиней различных пород и их помесей представляет несомненный научный и практический интерес, связанный как с фундаментальной наукой, так и с практическими аспектами животноводства.

**Цель работы** – изучить гистоструктуру 12-перстной кишки у свиней чистопородных и помесных групп в возрасте 6-и и 8-и месяцев.

### **Материалы и методы исследования.**

В научном эксперименте были использованы чистопородные подсвинки крупной белой (КБ) и скороспелой мясной породы (СМ-1), а также помеси КБ  $\times$  СМ-1 и СМ-1  $\times$  КБ, КБ  $\times$  ландрас, КБ  $\times$  крупная черная (КЧ).

В ходе гистологического исследования по стандартным протоколам проводилась проводка образцов 12-перстной кишки, заливка в парафин. Затем путем резки на микротоме и окрашивания гематоксилином и эозином изготавливались постоянные гистологические препараты [6]. Обработка полученных препаратов заключалась в измерении толщины стенки, длины ворсинок, толщины кристалльного слоя 12-перстной кишки у подсвинков различных пород и их помесей в возрасте 6 и 8 месяцев. Число измерений на каждом препарате было не меньше 30.

### **Результаты исследования.**

Уровень электронной поляризации сыворотки крови, подкожного и внутреннего жира тесно связан с закономерными изменениями структурной организации слизистой оболочки 12-перстной кишки у растущих свиней различных пород и их помесей. Анализ полученных данных, приведенных в таблице, показывает, что параметры структурно-функциональной организации слизистой оболочки 12-перстной кишки, с одной стороны, и электронной поляризации сыворотки крови, подкожного и внутреннего жира, с другой стороны, у растущих свиней различных пород и их помесей находятся в обратной взаимосвязи.

Таблица 1. Гистоструктура слизистой оболочки 12-перстной кишки у растущих свиней различных пород и их помесей

Table 1. Histostructure of the duodenal mucosa in growing pigs of various breeds and their crosses

| Группы поросят, полученные при скрещивании |                       | Возраст | Параметры структурной организации слизистой оболочки 12-перстной кишки (в мкм) |      |           |      |
|--|-----------------------|---------|--|------|-----------|------|
| свиноматки                                 | хряки                 |         | свинки   |      | хрячки    |      |
|  |                       |         | M±m  | td   | M±m       | td   |
| <b>1. Толщина</b>                          |                       |         |  |      |           |      |
| крупная белая порода                       | крупная белая порода  | 6 мес.  | 3458±21,4  | –    | 3416±20,8 | –    |
|  |                       | 8 мес.  | 3589±23,6  | –    | 3542±22,7 | –    |
| крупная белая порода                       | СМ-1                  | 6 мес.  | 2981±15,3  | 18,1 | 2953±15,8 | 17,7 |
|  |                       | 8 мес.  | 3081±16,2  | 17,7 | 3062±19,4 | 16,1 |
| крупная белая порода                       | крупная черная порода | 6 мес.  | 3127,±14,2   | 12,9 | 3125±20,6 | 9,94 |
|  |                       | 8 мес.  | 3273±16,7  | 10,9 | 3240±21,7 | 9,61 |
| крупная белая порода                       | ландрас               | 6 мес.  | 3250±13,8  | 8,17 | 3202±21,3 | 7,19 |
|  |                       | 8 мес.  | 3385±14,6  | 7,35 | 3345±19,4 | 6,59 |
| СМ-1                                       | СМ-1                  | 6 мес.  | 2876±18,4  | 20,6 | 2867±18,1 | 19,9 |
|  |                       | 8 мес.  | 2967±19,2  | 20,4 | 2958±17,6 | 20,3 |
| СМ-1                                       | крупная белая порода  | 6 мес.  | 2927±18,6  | 18,7 | 2917±19,2 | 17,6 |
|  |                       | 8 мес.  | 3039±19,3  | 18,0 | 3052±19,8 | 16,3 |
| <b>2. Длина ворсинок</b>                   |                       |         |  |      |           |      |
| крупная белая порода                       | крупная белая порода  | 6 мес.  | 2832±17,4  | –    | 2804±16,8 | –    |
|  |                       | 8 мес.  | 3963±18,1  | –    | 2947±17,5 | –    |
| крупная белая порода                       | СМ-1                  | 6 мес.  | 2409±15,3  | 18,2 | 2384±13,6 | 19,4 |
|  |                       | 8 мес.  | 2507±16,1  | 18,8 | 2495±15,8 | 19,1 |
| крупная белая порода                       | крупная черная порода | 6 мес.  | 2554±12,4  | 11,8 | 2541±11,9 | 12,8 |
|  |                       | 8 мес.  | 2679±14,1  | 12,4 | 2662±15,0 | 12,4 |
| крупная белая порода                       | ландрас               | 6 мес.  | 2648±13,7  | 8,31 | 2610±13,5 | 9,00 |
|  |                       | 8 мес.  | 2780±16,3  | 7,51 | 2753±15,8 | 8,23 |
| СМ-1                                       | СМ-1                  | 6 мес.  | 2315±14,7  | 22,7 | 2306±13,8 | 22,9 |
|  |                       | 8 мес.  | 2406±15,2  | 23,6 | 2397±14,6 | 24,1 |
| СМ-1                                       | крупная белая порода  | 6 мес.  | 2360±13,8  | 21,2 | 2355±12,7 | 21,3 |
|  |                       | 8 мес.  | 2470±14,9  | 21,0 | 2486±13,6 | 20,8 |
| <b>3. Толщина крипталльного слоя</b>       |                       |         |  |      |           |      |
| крупная белая порода                       | крупная белая порода  | 6 мес.  | 881±4,5  | –    | 870±4,1   | –    |
|  |                       | 8 мес.  | 914±5,2  | –    | 902±4,9   | –    |
| крупная белая порода                       | СМ-1                  | 6 мес.  | 759±3,8  | 20,1 | 752±3,6   | 21,6 |
|  |                       | 8 мес.  | 784±4,1  | 19,6 | 780±3,7   | 19,9 |
| крупная белая порода                       | крупная черная порода | 6 мес.  | 797±4,0  | 13,9 | 795±3,5   | 13,9 |
|  |                       | 8 мес.  | 833±4,3  | 12,0 | 815±4,2   | 11,9 |
| крупная белая порода                       | ландрас               | 6 мес.  | 828±4,4  | 7,63 | 815±4,0   | 9,52 |
|  |                       | 8 мес.  | 862±4,2  | 8,60 | 852±4,5   | 7,50 |
| СМ-1                                       | СМ-1                  | 6 мес.  | 732±3,8  | 25,3 | 730±3,4   | 26,2 |
|  |                       | 8 мес.  | 756±3,7  | 24,8 | 753±3,8   | 24,0 |
| СМ-1                                       | крупная белая порода  | 6 мес.  | 746±3,4  | 23,9 | 743±3,3   | 24,1 |
|  |                       | 8 мес.  | 774±3,6  | 22,1 | 772±3,7   | 21,2 |

Во всех опытных группах наблюдается тенденция к увеличению толщины слизистой оболочки 12-перстной кишки с 6-и до 8-и месяцев. У чистопородных свиней крупной белой породы толщина увеличивается с 3458±21,4 мкм до 3589±23,6 мкм. Самая толстая слизистая оболочка отмечена у чистопородных животных крупной белой породы (3458–3589 мкм). Наименьшая толщина наблюдается у чистопородных свинок СМ-1 (2876 мкм в 6 месяцев и 2967 мкм в 8 месяцев). Помеси имели промежуточные значения по данному показателю: например, крупная белая × крупная черная (3127–3273 мкм) или крупная белая × ландрас (3250–3385 мкм).

Следовательно, порода или сочетание пород оказывают значительное влияние на толщину слизистой оболочки 12-перстной кишки. Чистопородные животные крупной белой породы имеют наиболее развитую слизистую оболочку по толщине, что может быть связано с их мясной скороспелостью и пищеварительной адаптацией.

Во всех группах наблюдается значительное увеличение средней длины ворсинок с 6-и до 8-и месяцев. Это естественный процесс роста и удлинения ворсинок, который увеличивает площадь поверхности для абсорбции питательных веществ корма. Наиболее выраженный рост наблюдается у

чистопородных животных крупной белой породы: с  $2832 \pm 17,4$  мкм до  $3963 \pm 18,1$  мкм (на 40 %). Это говорит о более высокой абсорбционной способности в 12-перстной кишке у этих животных. Самые короткие ворсинки наблюдаются у групп, где присутствует порода СМ-1 (как в качестве свиноматки, так и в качестве хряка): чистопородные СМ-1: 2315–2406 мкм; помесь крупная белая × СМ-1: 2409–2507 мкм; помесь СМ-1 × крупная белая: 2360–2470 мкм. Вероятно, порода СМ-1 оказывает доминирующее влияние на этот признак у помесей. Свинки имели немного большую длину ворсинок, чем хрячки. Так, например, в 8 месяцев у крупной белой породы свинки имели длину ворсинок равную  $3963 \pm 18,1$  мкм, хрячки –  $2947 \pm 17,5$  мкм. Разница составила около 1000 мкм.

Породная принадлежность оказывает существенное влияние на длину ворсинок в 12-перстной кишке. Крупная белая порода демонстрирует наилучшие показатели – самую большую длину ворсинок, что коррелирует с лучшей абсорбцией питательных веществ. Порода скороспелая мясная (СМ-1) характеризуется более короткими ворсинками и высокой внутригрупповой вариабельностью по этому признаку. Вероятно, это связано с потенциальными различиями в эффективности пищеварения и абсорбции. Помеси занимают промежуточное положение по этому показателю.

Крипталый слой – это железистые трубки между ворсинками, содержащие стволовые клетки, секретирующие клетки и клетки Панета. Толщина криптального слоя отражает регенеративный потенциал слизистой оболочки, секреторную функцию и темпы обновления эпителия. Во всех группах отмечено увеличение толщины криптального слоя с 6-и до 8-и месяцев. Средний прирост составил от 3 до 6 % (от 732 до 756 мкм у породы СМ-1; от 881 до 914 мкм у крупной белой породы). Рост криптального слоя происходит медленнее, чем рост ворсинок. Максимальная толщина криптального слоя отмечается у чистопородных свиной крупной белой породы, она составила 881–914 мкм. Минимальная толщина у чистопородных свиной СМ-1: 732–756 мкм.

Ярко выраженное разнообразие в этих показателях говорит о высокой структурно-функциональной организации процессов жизнедеятельности и о формировании продуктивных качеств у растущих свиной. Особенно это касается растущих свиной скороспелой мясной породы СМ-1, так как рост и развитие толщины слизистой оболочки и ее криптального слоя, длины ворсинок 12-перстной кишки у этих свиной проявляются менее интенсивно, сохраняя метаболическую и структурно-функциональную молодость, что положительно сказывается на уровне выраженности ее абсорбционных свойств и кинетике всасывания различных питательных веществ, особенно их органических молекулярных ингредиентов, имеющих ярко выраженные полярные свойства. Это обусловлено тем, что в постнатальный период масса цитоплазмы клеток увеличивается значительно быстрее, чем их кардио-плазмы и благодаря этому степень полярности слизи-

стой оболочки 12-перстной кишки, обуславливающей уровень ее абсорбционных свойств и кинетики процессов всасывания, уменьшается, так как при этом ядерно-цитоплазматическое отношение расширяется и по этой причине функциональное состояние клеток заметно снижается. Благодаря этому толщина слизистой оболочки ее криптального слоя, длина ворсинок 12-перстной кишки у растущих свиной указанной мясной породы увеличивается менее интенсивно, чем у растущих свиной крупной белой породы. При этом у хряков скороспелой мясной породы СМ-1 генетический потенциал передачи по наследству структурно-функциональных признаков слизистой оболочки 12-перстной кишки, связанных с ее более высокими абсорбционными свойствами и кинетическими параметрами всасывания, проявляется в значительно большей степени, чем у хряков крупной белой породы и породы ландрас. Способностью передавать эти признаки структурно-функциональной организации слизистой оболочки 12-перстной кишки по наследству на более высоком уровне обладают свиноматки скороспелой мясной породы СМ-1, чем хряки этой породы, так как здесь сказывается очень сильное влияние материнского организма на эмбриогенез потомства. Поэтому параметры структурно-функциональной организации слизистой оболочки 12-перстной кишки и электронной поляризации сыворотки крови, подкожного и внутреннего жира растущих свиной различных пород и их помесей находятся в прямой зависимости, так как по мере увеличения одних анализируемых параметров пропорционально возрастают другие параметры и наоборот [3, 5, 6].

#### Выводы.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в возрасте 6-и и 8-и месяцев длина ворсинок, толщина криптального слоя у чистопородных под-свинок КБ породы и помесей сочетания КБ × КЧ и КБ × ландрас значительно выше, а у чистопородных под-свинок скороспелой мясной породы СМ-1 и ее помесей с КБ увеличение показателей в изучаемые возрастные периоды было незначительным. Так, у чистопородных под-свинок скороспелой мясной породы СМ-1 с 6-и до 8-и месяцев толщина криптального слоя увеличилась на 24 мкм, или 3,28 %, а у под-свинок сочетания КБ × КЧ, КБ × Ландрас на 36 мкм (4,52 %) и 34 мкм (4,11 %) соответственно.

Более интенсивное развитие слизистой оболочки и ее криптального слоя, длины ворсинок 12-перстной кишки у чистопородных свиной крупной белой породы в разные возрастные периоды свидетельствует о том, что структурно-функциональная организация процессов жизнедеятельности и формирования продуктивных качеств у них выше, что подтверждается эффективностью переваривания корма, высоким приростом живой массы и лучшей конверсией корма [5, 8].

Изучение изменений микроструктуры слизистой оболочки 12-перстной кишки у растущих свиной различных пород и их помесей способствует углублению научных знаний о физиологии пищеварения свиной, повышению эффективности свиноводства за счет оптимизации селекции, кормления и профилактики за-

болеваний и снижению экономических потерь в отрасли.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грудев, Д. И. Генетические основы разведения свиней и повышения их продуктивности / Д. И. Грудев // Свиноводство. – Москва : Колос, 1974. – С. 199-209.
2. Климов, П. К. Функциональные взаимосвязи в пищеварительной системе / П. К. Климов. – Ленинград : Наука, 1980. – 270 с.
3. Козликин, А. В. Химический состав внутренних органов и тканей мясных свиней / А. В. Козликин // Современные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса России : материалы научно-практической конференции молодых учёных. – Персиановский, 2004. – С. 145.
4. Кульмакова, Н. И. Откормочные качества чистопородных и гибридных подсвинков / Н. И. Кульмакова, А. Д. Левшин, С. Д. Монгуш // Вестник Тувинского государственного университета. Естественные и сельскохозяйственные науки. – 2022. – № 2 (93). – С. 56-62.
5. Левшин, А. Д. Возрастные изменения линейных промеров и живой массы у чистопородных и помесных подсвинков / А. Д. Левшин, Н. И. Кульмакова // Свиноводство. – 2021. – № 7. – С. 16-19.
6. Методы морфологических исследований и методическое пособие / С. М. Сулейманов, А.В. Гребенщиков, В. В. Сафонов [и др.]. – изд. 2-е, дополненное и переработанное. – Воронеж : Воронежский ЦНТИ, 2007. – 87 с.
7. Митрофанова, Т. М. Морфологическая и гистохимическая характеристика тонкого отдела кишечника свиней в эмбриогенезе : автореферат на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Т. М. Митрофанова. – Саранск. – 2012.
8. Морфологическое состояние желудочно-кишечного тракта птиц в зависимости от рациона / С. В. Савчук, Н. А. Сергеевкова, Н. П. Беляева, Т. В. Саковцева [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 106-118.
9. Свилярёв, И. Ю. Оптимизация оценки племенной ценности свиней / И. Ю. Свилярёв // Свиноферма. – 2006. – № 4. – С. 27-30.
10. Сергиенко, Д. В. Повышение продуктивных качества свиней скороспелой мясной породы СМ-1 степного типа на основе использования животных специализированных генотипов: автореферат на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Д. В. Сергиенко. – Ставрополь, 2011.
11. Физиология сельскохозяйственных животных / А. Н. Голиков, Н. У. Базанова, З. К. Кожебеков [и др.] – Москва : Агрпромиздт, 1991. – 432 с.

### REFERENCES

1. Grudev, D. I. Geneticheskie osnovy` razvedeniya svinej i povu`sheniya ix produktivnosti / D. I. Grudev // Svinovodstvo. – Moskva : Kolos, 1974. – S. 199-209.
2. Klimov, P. K. Funkcional`ny`e vzaimosvyazi v pishhevaritel`noj sisteme / P. K. Klimov. – Leningrad : Nauka, 1980. – 270 s.
3. Kozlikin, A. V. Ximicheskij sostav vnutrennix organov i tkanej myasny`x svinej / A. V. Kozlikin // Sovremennyy`e problemy` ustojchivogo razvitiya agropromy`shlennogo kompleksa Rossii : materialy` nauchno-prakticheskoj konferencii molody`x uchyony`x. – Persianovskij, 2004. – S. 145.
4. Kul`makova, N. I. Otkormochny`e kachestva chistopородny`x i gibridny`x podsvinkov / N. I. Kul`mako-va, A. D. Levshin, S. D. Mongush // Vestnik Tuvinskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvenny`e i sel`skoxozyajstvenny`e nauki. – 2022. – № 2 (93). – S. 56-62.
5. Levshin, A. D. Vozrastny`e izmeneniya linejny`x promerov i zhivoj massy` u chistopородny`x i pomесny`x podsvinkov / A. D. Levshin, N. I. Kul`makova // Svinovodstvo. – 2021. – № 7. – S. 16-19.
6. Metody` morfologicheskix issledovanij i metodicheskoe posobie / S. M. Sulejmanov, A.V. Grebenshnikov, V. V. Safonov [i dr.]. – izd. 2-e, dopolnennoe i pererabotannoe. – Voronezh : Voronezhskij CzNTI, 2007. – 87 s.
7. Mitrofanova, T. M. Morfologicheskaya i gistoximicheskaya xarakteristika tonkogo otdela kishechnika svinej v e`mbriogeneze : avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni kandidata veterinarny`x nauk / T. M. Mitrofanova. – Saransk. – 2012.
8. Morfofunkcional`noe sostoyanie zheludochno-kishechnogo trakta pticz v zavisimosti ot raciona / S. V. Savchuk, N. A. Sergeenkova, N. P. Belyaeva, T. V. Sakovceva [i dr.] // Izvestiya Timiryazevskoj sel`skoxozyaj-stvennoj akademii. – 2019. – № 2. – S. 106-118.
9. Svinaryov, I. Yu. Optimizaciya ocenki plemennoj cennosti svinej / I. Yu Svinaryov // Svinoferma. – 2006. – № 4. – S. 27-30.
10. Sergienko, D. V. Povu`shenie produktivny`x kachestva svinej skorospeloj myasnoj porody` SM-1 stepnogo tipa na osnove ispol`zovaniya zhivotny`x specializirovanny`x genotipov: avtoreferat na soiskanie uche-noj stepeni kandidata sel`skoxozyajstvenny`x nauk / D. V. Sergienko. – Stavropol`, 2011.
11. Fiziologiya sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x / A. N. Golikov, N. U. Bazanova, Z. K. Kozhebekov [i dr.] – Moskva : Aгрpromizdт, 1991. – 432 s.

### **Информация об авторах**

1. **Кульмакова Наталья Ивановна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры ветеринарной медицины, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-0372-6109>, e-mail: [nkylmakova@rgau-msha.ru](mailto:nkylmakova@rgau-msha.ru).

2. **Левшин Александр Дмитриевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник, ФГБНУ «ФНЦ зернобобовых и крупяных культур», 302502, Орловская обл., п. Стрелецкий, ул. Молодежная, д. 10, корп. 1, Россия; e-mail: [lad-ork@yandex.ru](mailto:lad-ork@yandex.ru).

### **Information about the authors**

1. **Kulmakova Natalia Ivanovna**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 127434, Moscow, Timiryazevskaya St., 49, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0372-6109>, e-mail: [nkylmakova@rgau-msha.ru](mailto:nkylmakova@rgau-msha.ru).

2. **Levshin Alexander Dmitrievich**, Candidate of Agricultural Sciences, Junior Researcher, FSBSI «FSC of leguminous and cereal crops», 302502, Oryol Region, Streletsky Village, Molodezhnaya St., 10, Building 1, Russia; e-mail: [lad-ork@yandex.ru](mailto:lad-ork@yandex.ru).

### **Вклад авторов**

Кульмакова Н. И. – научное руководство исследованием, написание статьи.

Левшин А. Д. – определение цели исследования, организация и проведение исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### **Contribution of the authors**

Kulmakova N. I. – scientific research guide, writing an article.

Levshin A. D. – definition of the research purpose, organization and conduct of research, analysis of research results, writing an article.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 09.03.2026. Одобрена после рецензирования 11.03.2026. Дата опубликования 30.06.2026.

The article was received by the editorial office on 09.03.2026. Approved after review on 11.03.2026. Date of publication: 30.06.2026