

УДК: 637.072

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2026.1.225

## МОРФО-БИОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПИГМЕНТИРОВАННОЙ СКОРЛУПЫ ЯИЦ КУР КРОССА ХАЙСЕКС БРАУН

Васильева Л.Т.\* – канд. с.-х. наук, доц., доц. каф. птицеводства и мелкого животноводства им. П.П. Царенко (ORCID 0000-0002-7941-7786); Сафронов С.Л. – д-р с.-х. наук, доц., доц. каф. кормления и разведения животных (ORCID 0000-0002-5478-9698)

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет  
ветеринарной медицины»

\* ludamila51@mail.ru

**Ключевые слова:** птицеводство, пигментация скорлупы, морфо-биофизические качества скорлупы, кросс Хайсекс браун.

**Key words:** poultry breeding, shell pigmentation, morpho-biophysical qualities of the shell, Hisex brown cross.

Поступила: 10.11.2025

Принята к публикации: 05.03.2026

Опубликована онлайн: 01.04.2026



### РЕФЕРАТ

В промышленном производстве продукции птицеводства сельскохозяйственная птица должна соответствовать определенным требованиям – уровню продуктивности и технологическим свойствам. Товарное птицеводство в настоящее время имеет в своем арсенале высокопродуктивные кроссы кур, от которых получают яйца с белой или коричневой скорлупой. Разнообразие в окраске скорлупы яиц обусловлено спросом на потребительском рынке и продуктивными качествами самих кроссов. Многие считают, что одним из преимуществ яиц с коричневой скорлупой является их толстая и прочная скорлупа. Однако удельный вес доли всех поврежденных яиц в птицеводческих хозяйствах свидетельствует о высокой повреждаемости скорлупы их как белой, так и с коричневой окраской. В связи с этим были изучены морфо-биофизические качества скорлупы яиц кур кросса Хайсекс браун в зависимости от интенсивности (слабой, средней и сильной) пигментации их скорлупы с использованием специальных методик и приборов. Все куры кросса Хайсекс браун находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Исследованиями установлено, что лучшая скорлупа оказалась у яиц со светло коричневой и коричневой скорлупой. Скорлупа этих яиц была толще более чем на 2-2,5 % и тяжелее на 5,1% и 1,15% по сравнению с яйцами, имеющими слабую и сильную пигментацию соответственно. Это определило снижение показателя упругой деформации более чем на 4% ниже, а прочность скорлупы – выше на 12,83% ( $P \leq 0,1$ ) и 1,57%, чем в группах со слабой и сильной пигментацией.

## ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Товарное птицеводство в настоящее время имеет в своем арсенале высокопродуктивные кроссы с различной пигментацией скорлупы: белой, коричневой и кремовой. «Кремовые» кроссы практически уже исчезли, поглощенные коричнево-корлупными, что было обусловлено более высокой востребованностью потребителей на яичном рынке яиц с белой или коричневой скорлупой, а производителей – экономикой [1, 2, 3, 4]. Так, в Германии, большая часть яиц реализуется с белой скорлупой, а во Франции, наоборот, с коричневой. В России выбор потребителей разделен примерно поровну между яйцами с коричневой и белой скорлупой. Среди любителей яиц с коричневой скорлупой бытует мнение, что качество таких яиц более высокое и чем интенсивнее окрашена скорлупа в коричневый цвет, тем лучше не только внутреннее содержимое их, но и толще и прочнее скорлупа [1, 3, 5, 6, 7, 8]. Безусловно внутреннее содержимое яиц во многом зависит от качества скорлупы. Однако доля поврежденных яиц на птицефабриках, работающих с коричнево-корлупными кроссами, порой бывает выше, чем при производстве яиц с белой скорлупой достигая порой 15-20% [2, 4, 6, 8, 9, 10].

У современных яичных кроссов процесс образования скорлупы, происходящий в матке яйцевода (скорлуповой части), продолжается в среднем около 17-18 часов вместо 19-20 у кроссов, созданных в прежние годы и 22-23 часов и более у породной птицы. Он напрямую связан с большим количеством факторов: генетикой птицы, ее продуктивностью (интенсивностью кладки), возрастом, здоровьем и т.д. [2, 3, 4, 7, 8, 9]. Естественно, общая продолжительность образования яйца и в том числе время пребывания его в матке, влияет на накопление пигмента, а в целом на пигментацию скорлупы [4, 5, 6]. Коричневая скорлупа – результат отложения пигмента протопорфирина, выделяемого железами, расположенными в слизистой оболочке матки, причем насыщение белковой матрицы яйца каль-

цием и ее пигментация происходят одновременно [1, 6, 9]. Это дает возможность по интенсивности пигментации скорлупы судить и об уровне продуктивности, правильности кормления, состоянии здоровья птицы, возрасте кур и, вероятно, о качестве скорлупы получаемых яиц.

Поэтому оценка качественных (морфо-биофизических) показателей пигментированной скорлупы яиц является актуальной для птицеводческих предприятий и имеет важное практическое значение в селекционной работе с яичными коричнево-корлупными кроссами.

Цель исследования – сравнить морфо-биофизические показатели качества скорлупы яиц разной пигментации от кур кросса Хайсекс браун.

В соответствие с этим были поставлены следующие задачи:

1. Изучить морфо-биофизические качества скорлупы яиц исследуемого кросса со слабой, средней и сильной ее пигментацией.

2. Проанализировать полученные результаты, характеризующие качество скорлупы яиц с разной пигментацией.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования проведены в учебно-производственной лаборатории оценки качества яиц института животноводства и аквакультуры им. В.И. Наумова ФГБОУ ВО СПбГАУ. Объектом исследования явились яйца кур кросса Хайсекс браун с разной интенсивностью (слабой, средней и сильной) проявления коричневого пигмента скорлупы, полученные от кур одинакового возраста, условий содержания и кормления. Материал и методика представлены в таблице 1.

При работе использовались методики, разработанные на кафедре птицеводства и мелкого животноводства им. П.П. Царенко института животноводства и аквакультуры им. В.И. Наумова ФГБОУ ВО СПбГАУ.

Полученные в результате исследования данные были обработаны с помощью вариационной статистики на ПК с программным обеспечением MS Excel.

Таблица 1 – Материал и методика исследования

Интенсивность пигментации скорлупы	Окраска скорлупы	Количество яиц, шт.	Исследуемые показатели	Используемые приборы и методики
Слабая	Светло бежевая, бежевая	60	Масса яйца и скорлупы (г, %), упругая деформация скорлупы (мкм), мраморность скорлупы (балл), толщина скорлупы (мкм.), прочность скорлупы (усл. ед.)	Весы ВК 600; прибор для определения упругой деформации скорлупы ПУД-500; овоскоп EGG TEST-ER для определения мраморности скорлупы; прибор для определения толщины скорлупы ТС-1; прибор для определения прочности скорлупы на удар ПСУ-1.
Средняя	Светло коричневая, коричневая	60		
Сильная	Темно коричневая	60		

#### РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Для объективной оценки морфо-биофизических качеств скорлупы, исследования были начаты с определения качественных показателей скорлупы всего массива яиц (180 шт.). Установлено, что масса яиц соответствовала 60,31 г, упругая деформация скорлупы – 23,06 мкм мраморность скорлупы – 2,84 балла, а ее прочность – 3,70 усл. ед. при средней толщине скорлупы всех яиц 375,2 мкм и абсолютной ее массе 6,87 г.

При реализации яиц исследуемого кросса яйца со слабой пигментацией встречаются крайне редко, хотя производится их в хозяйствах не так мало (17,0%). Причины осветления скорлупы яиц могут быть разными, но это чаще всего ослабление работы желез, вырабатывающих пигмент либо кратковременного присутствия яиц в скорлуповом отделе яйцевода. В связи с этим была произведена оценка морфо-биофизических качеств яиц со слабой пигментацией (таблица 2).

Исследования показали, что масса яиц на 1,35 г (2,24%), а масса скорлупы на 0,22 г (2,92%) оказались ниже средних показателей по всему исследуемому массиву яиц. Упругая деформация скорлупы незначительно на 1,39%, или на 0,32 мкм

превышала среднюю, что вероятно оказалось следствием более низких ее массы и толщины (- 4,04 мкм). Все это оказало влияние на низкую прочность скорлупы яиц, которая на 7,3% была ниже средней (3,70) по всем исследуемым яйцам.

Анализ морфо-биофизических качеств скорлупы яиц кросса Хайсекс браун со средней ее пигментацией представлен в таблице 3.

Анализ полученных данных свидетельствовал о наличии в группе яиц с более толстой 380,83 мкм, достигающей у некоторых яиц 415,0 мкм скорлупой. Следует сказать, что яиц с толщиной скорлупы 400 мкм и выше в группе оказалось 13,3%, что повлияло не только на толщину скорлупы, но и на абсолютную, относительную ее массу и в целом на массу яиц, которая немного превышала массу всех исследуемых яиц. Несомненно, что утолщение скорлупы яиц этой группы улучшило и другие ее качества. Так упругая деформация снизилась на 0,66 мкм, то есть почти на 3%, а прочность скорлупы увеличилась на 4,6% по сравнению со средними данными всей партии.

Результаты оценки морфо-биофизических качеств с сильно пигментированной скорлупой, представлены в таблице 4.

**Таблица 2 – Оценка морфо-биофизических качеств скорлупы яиц со слабой пигментацией**

Показатель	Ед. изм.	M±m	Cv %	Lim	
				min	max
Масса яйца	г	58,96±0,37	4,90	54,80	63,46
Упругая деформация скорлупы	мкм	23,38±0,62	20,78	16	35
Прочность скорлупы	усл. ед	3,43±0,16	36,27	1	6
Мраморность скорлупы	балл	2,7±0,15	43,28	1	5
Толщина скорлупы	мкм	371,16±4,18	8,73	310	425
Масса скорлупы	г	6,67±0,09	10,69	5,05	8,33
	%	11,31±0,12	8,53	9,01	12,76

**Таблица 3 – Характеристика морфо-биофизических качеств скорлупы яиц со средней пигментацией**

Показатель	Ед. изм.	M±m	Cv %	Lim	
				min	max
Масса яйца	г	60,75±0,39	5,01	56,72	65,42
Упругая деформация скорлупы	мкм	22,4±0,46	16,08	17	34
Прочность скорлупы	усл.ед.	3,87±0,16	38,17	1	5
Мраморность скорлупы	балл	2,76±0,13	32,27	1	5
Толщина скорлупы	мкм	380,83±2,41	4,91	345	415
Масса скорлупы	г	7,01±0,04	4,63	6,6	7,68
	%	11,53±0,07	5,14	10,74	12,96

**Таблица 4 – Сравнительный анализ морфо-биофизических показателей скорлупы у яиц с сильной пигментацией**

Показатель	Ед. изм.	M±m	Cv %	Lim	
				min	max
Масса яйца	г	61,20±0,33	4,23	55,76	64,37
Упругая деформация скорлупы	мкм	23,4±0,47	15,74	16	32
Прочность скорлупы	усл. ед.	3,81±0,17	39,90	1	6
Мраморность скорлупы	балл	3,06±0,08	20,68	1	4
Толщина скорлупы	мкм	373,5±2,84	5,90	330	420
Масса скорлупы	г	6,93±0,05	6,15	5,98	7,86
	%	11,33±0,09	6,28	10,49	12,37

В процессе исследования было установлено, что при высокой массе яиц в этой группе, которая превышала среднее значение всего массива по этому показателю на 1,5%, некоторые качественные показатели скорлупы уступали средним значениям, например, по упругой деформации на 0,34 мкм как следствие более тонкой скорлупы – на 0,54%. Снижение последних показателей можно объяснить укрупнением яиц в этой группе. Следует отметить, что яйца с сильной пигментацией скорлупы обладали более крепкой и прочной скорлупой, которая составляла в этой группе 3,81 усл. ед. и превосходила средние показатели всех исследуемых яиц на 3,0%, что даст потенциальную возможность сохранить целостность скорлупы яиц в технологии промышленного производства – при их сборе, сортировке и транспортировке. О более высоком качестве скорлупы свидетельствует ее мраморность. В группе яиц с сильной пигментацией мраморность скорлупы (показатель ее однородной структуры) снизилась на 7,75%, т.е. однородность видимой структуры скорлупы повысилась по сравнению с данным показателем при оценке всего массива яиц, что также может влиять на прочность скорлупы. Это было подтверждено наличием положи-

тельной и достоверной связи между этими показателями ( $r=0,35$ ;  $P\leq 0,01$ ), что согласуется с данными, полученным другими исследователями, изучающими качество скорлупы [4, 7].

Полученные в ходе исследования коэффициенты изменчивости у показателей массы яиц, скорлупы, а также ее толщины были невысокими во всех исследуемых группах. В процессе исследования было замечено, что коэффициент вариации упругой деформации был высоким во всех группах, однако по мере нарастания пигмента в скорлупе происходило некоторое его снижение. Полученные в процессе исследования высокие коэффициенты изменчивости показателей прочности и мраморности скорлупы можно объяснить высоким удельным весом каждого полученного показателя при измерении признаков.

Итогом исследования морфо-биофизических качества скорлупы яиц кросса Хайсекс браун явился сравнительный анализ качества скорлупы у яиц со слабой, средней и сильной ее пигментацией. Результаты сравнительной характеристики морфо-биофизических показателей скорлупы яиц с разной интенсивностью их пигментации представлены в таблице 5.

**Таблица 5 – Влияние пигментации скорлупы на ее морфо-биофизические показатели**

Показатель	Ед. изм.	Пигментации скорлупы		
		слабая	средняя	сильная
Масса яйца	г	58,96±0,37	60,75±0,39	61,20±0,33
Упругая деформация скорлупы	мкм	23,4±0,62	22,4±0,46	23,4±0,47
Прочность скорлупы	усл. ед.	3,43±0,16	3,87±0,16	3,81±0,17
Мраморность скорлупы	балл	2,7±0,15	2,76±0,13	3,06±0,08
Толщина скорлупы	мкм	371,16±4,18	380,83±2,41	373,5±2,84
Масса скорлупы	г	6,67±0,09	7,01±0,04	6,93±0,05

Анализ полученных результатов, которые представлены в таблице 5, позволил выявить тенденцию уменьшения массы яиц и скорлупы при низкой величине прочности и мраморности у яиц со светлой пигментацией скорлупы. В этой группе яйца имели самую тонкую скорлупу ( $371,16 \pm 4,18$  мкм) с высоким показателем упругой деформации и изменчивостью этого признака внутри группы ( $23,4 \pm 0,62$  мкм) по сравнению с двумя другими исследуемыми группами. Следует отметить, что наличие скорлупы такого качества способствует возникновению угроза высокой повреждаемости скорлупы яиц на любом технологическом этапе их производства. Самыми высокими показателями качества скорлупы обладали яйца кур кросса Хайсекс браун, имеющие среднюю интенсивность пигментации. Скорлупа этих яиц была толще на 2,61% и 1,96% и большей массы на 5,1% и 1,15% по сравнению с яйцами, имеющими слабую и сильную пигментацию соответственно. Увеличение толщины скорлупы оказало положительное влияние на величину ее упругой деформации, которая была меньше на 4%, а прочность скорлупы – выше на 12,83% ( $P \leq 0,1$ ) и 1,57%, чем в 1 и 3 группах.

#### ВЫВОДЫ / CONCLUSION

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что наиболее качественной скорлупой обладали яйца со средней пигментацией (светло-коричневого и коричневого цвета) полученные от кур кросса Хайсекс браун в возрасте 40 недель. Использование таких яиц позволит снизить повреждаемость скорлупы при снесении и на всех участках технологической линии их получения. Яйца со слабо окрашенной скорлупой, учитывая ее морфо-биофизические качества лучше перерабатывать в птицеводческом предприятии, при условии их получения от здоровой птицы.

#### MORPHO-BIOPHYSICAL PARAMETERS OF PIGMENTED SHELLS OF EGGS OF CROSS HISEX BROWN CHICKS

Vasilyeva L.T.<sup>1\*</sup> – Candidate of Agri-

cultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Poultry and Small Animal Husbandry named after P.P. Tsarenko (ORCID 0000-0002-7941-7786); Safronov S.L.<sup>2</sup> – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department Feeding and Breeding of Animals (ORCID 0000-0002-5478-9698).

<sup>1</sup> St. Petersburg State Agrarian University

<sup>2</sup> St. Petersburg State University of Veterinary Medicine

\* ludamila51@mail.ru

#### ABSTRACT

In the industrial production of poultry products, agricultural poultry must meet certain requirements – the level of productivity and technological properties. Commercial poultry farming currently has highly productive chicken crosses in its arsenal, from which eggs with white or brown shells are obtained. The variety in eggshell coloring is due to the demand in the consumer market and the productive qualities of the crosses themselves. Many people believe that one of the advantages of brown-shelled eggs is their thick and durable shells. However, the proportion of all damaged eggs in poultry farms indicates a high degree of damage to their shells, both white and brown. In this regard, the morpho-biophysical qualities of the egg shells of Hisex Brown cross chickens were studied depending on the intensity (weak, medium and strong) pigmentation of their shells using special techniques and devices. All the hens of the Hisex Brown cross were in the same feeding and maintenance conditions. Studies have shown that eggs with light brown and brown shells have the best shells. The shells of these eggs were thicker by more than 2-2.5% and heavier by 5.1% and 1.15% compared to eggs with weak and strong pigmentation, respectively. This determined a decrease in the elastic deformation index by more than 4% lower, and the shell strength was higher by 12.83% ( $P \leq 0.1$ ) and 1.57% than in the groups with weak and strong pigmentation.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Шабанова, С. А. Пигментация скорлупы яиц / С. А. Шабанова / Генетика и разведение животных. – 2015.–№1.– С. 35–38.

2. Околелова, Т. М. Факторы, влияющие на качество скорлупы яиц / Т. М. Околелова, С. В. Егнашев // Птицеводство. – 2020. – №11. – С. 57–65.

3. Drabik, K. The variability of quality traits of table eggs and eggshell mineral composition depending on hens' breed and eggshell color / K. Drabik, M. Karwowska, K. Wengerska et al. // *Animals*, 2021 – V. 11. – P. 1204.

4. Царенко, П. П. Методы оценки и повышения качества яиц сельскохозяйственной птицы / П. П. Царенко, Л. Т. Васильева / Учебное пособие. – Санкт-Петербург. – 2024. – 280 с.

5. Wang, H. The pigments in eggshell with different color and the pigment regulatory gene expression in corresponding chicken's shell gland / H. Wang, Y. Ge, L. Zhang, Y. Wei et al. // *Animal*. – 2023. – Т. 17. – №. 5. – С. 100776.

6. Родионова, С. А. Количественная оценка пигментации скорлупы яиц у птиц: определение концентрации протопорфирина / С. А. Родионова, П.Д. Венгеров // Научные ведомости. Серия: Естественные науки. – 2010. – №3 (74). – С. 56–60.

7. Вайковски, М. Д. Возрастные изменения качественных показателей скорлупы яиц кур кросса Hy-Line Brown / М. Д. Вайковски / Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК. Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся. – СПб.– Пушкин. – 2023.–С. 190-192.

8. Семенченко, С. В. Качественные показатели куриных яиц / С. В. Семенченко, А. С. Дегтярь // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2022. – №1(43). – С. 125-129.

9. Lu, M. Y. Mechanisms associated with the depigmentation of brown eggshells: a review / M. Y. Lu, L. Xu, G. H. Qi, H. J. Zhang et al. // *Poultry Science*. – 2021. – Т. 100. – №. 8. – С. 101273. – DOI 10.1016/

j.psj.2021.101273.

10. Кныш, И. В. Сравнительный анализ товарных свойств и качества куриных яиц разных птицефабрик, реализуемых в торговой сети Санкт-Петербурга / И. В. Кныш, Ю. Р. Сафиулова, С. Л. Сафронov // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. – 2024. – № 1. – С. 91-95. – DOI 10.52419/issn2782-6252.2024.1.91.

**REFERENCES**

1. Shabanova, S. A. Eggshell pigmentation / S. A. Shabanova / *Genetics and animal breeding*. – 2015.–No. 1.– P. 35-38.

2. Okolelova, T. M. Factors affecting the quality of eggshells / T. M. Okolelova, S. V. Egnashev // *Poultry farming*. – 2020. – No. 11. – P. 57-65.

3. Drabik, K. The variability of quality traits of table eggs and eggshell mineral composition depending on hens' breed and eggshell color / K. Drabik, M. Karwowska, K. Wengerska, et al. // *Animals*. – 2021. – V. 11. – P. 1204.

4. Tsarenko, P. P. Methods for assessing and improving the quality of poultry eggs / P. P. Tsarenko, L. T. Vasilyeva / *The training manual*. – Saint Petersburg. – 2024. – 280 p.

5. Wang, H. The pigments in eggshell with different colour and the pigment regulatory gene expression in corresponding chicken's shell gland / H. Wang, Y. Ge, L. Zhang, Y. Wei et al. // *Animal*. – 2023. – Т. 17. – No 5. – P. 100776.

6. Rodionova, S. A. Quantitative assessment of eggshell pigmentation in birds: determination of protoporphyrin concentration / S. A. Rodionova, P.D. Vengerov // *Scientific Bulletin. Series: Natural Sciences*. – 2010. – No (74).– P. 56-60.

7. Vaikowski, M. D. Age-related changes in the quality indicators of eggshells of Hy-Line Brown chickens / M. D. Vaikowski / Intellectual potential of young scientists as a driver of agricultural development. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students. – St. Petersburg.–Pushkin. – 2023. – P. 190-192.

8. Semenchenko, S. V. Qualitative indicators

- of chicken eggs / S. V. Semenchenko, A. S. Degtyar // Bulletin of the Don State Agrarian University. – 2022. – №1(43). – P. 125-129.
9. Lu, M. Y. Mechanisms associated with the depigmentation of brown eggshells: a review / M. Y. Lu, L. Xu, G. H. Qi, H. J. Zhang et al. // Poultry Science. – 2021. – T. 100. – No 8. – P. 101273. – DOI 10.1016/j.psj.2021.101273.
10. Knysh, I. V. Comparative analysis of commodity properties and quality of chicken eggs from different poultry farms sold in the St. Petersburg retail chain / I. V. Кныш, Yu. R. Safiulova, S. L. Safronov // Regulatory and legal regulation in veterinary medicine. – 2024. – No. 1. – P. 91-95. – DOI 10.52419/issn2782-6252.2024.1.91.