

УДК: 636.5.034

DOI:10.52419/issn2072-2419.2025.4.578

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ЯИЦ КУР ГЕНОФОНДНЫХ ПОРОД И ПРОМЫШЛЕННОГО КРОССА

Станишевская О.И.* – д-р биол. наук, гл. науч. сотр. лаборатории научного обеспечения сохранения генетических ресурсов птиц Национального центра генетических ресурсов сельскохозяйственных животных (ORCID 0000-0001-9504-3916); **Федорова Е.С.** – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории научного обеспечения сохранения генетических ресурсов птиц Национального центра генетических ресурсов сельскохозяйственных животных (ORCID 0000-0001-1618-6271); **Силукова Ю.Л.** – канд. биол. наук, науч. сотрудник лаборатории научного обеспечения сохранения генетических ресурсов птиц Национального центра генетических ресурсов сельскохозяйственных животных (ORCID 0000-0003-1905-6373).

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста» (ВНИИГРЖ)

* olgastan@list.ru

Ключевые слова: куры, генофондные породы, качество яиц, желток, энергетическая ценность.

Keywords: chickens, gene pool breeds, egg quality, yolk, energy value.

Финансирование: исследования проведены в рамках выполнения работ по Программе развития Национального центра генетических ресурсов сельскохозяйственных животных.

Поступила: 15.06.2025

Принята к публикации: 05.12.2025

Опубликована онлайн: 26.12.2025



РЕФЕРАТ

Локальные породы являются резервуаром уникальных генов, утраченных в промышленных кроссах. Одним из важнейших экономически-значимых признаков у кур является качество яиц. Согласно зарубежным и отечественным исследованиям, яйца кур локальных пород, с точки зрения питательной ценности, имеют преимущество перед яйцами кур промышленных кроссов. Целью исследований было провести сравнительный анализ ряда качественных показателей (включая питательную ценность) яиц кур генофондных пород отечественной селекции и коммерческих кроссов. Исследования проведены в рамках ежегодного мониторинга генетических ресурсов кур Национального центра генетических ресурсов сельскохозяйственных животных во ВНИИГРЖ. Объект исследования – яйца кур генофондных пород: русская белоснежная (яичная), полтавская глинистая (двойного назначения), орловская ситцевая (двойного назначения), а также яйца кур промышленного белоскорлупного яичного кросса категории С1 (фаза яйцекладки II). Были оценены следующие показатели качества яиц: масса яйца, индекс фор-

мы и масса желтка с использованием системы оценки качества яйца Broring EggQuality 3.0 (Германия). Яйца отечественных генофондных пород кур, в сравнении с птицей промышленных яичных кроссов, обладают более высокой питательной и энергетической ценностью яиц (на 4,8–17,3% выше) за счет более высокого содержания в них желтка ($p < 0,05$). У промышленной птицы наибольшая частота встречаемости признака «величина желтка» находится в пределах 25 – 28% (88% поголовья), в то время как у генофондных пород чаще всего встречаются куры с высокой долей желтка в яйце: 30 – 32% у русской белоснежной (58% поголовья), 30 – 33% у полтавской глинистой (62% поголовья) и 34 – 38% у орловской ситцевой (76% поголовья). Генофондные куры обладают более высокой степенью изменчивости признака «величина желтка яиц» (Cv 6,5 – 7,3%) в сравнении с промышленной птицей (Cv 3,7%), что позволяет вести отбор с целью оптимизации данного показателя.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Сохранение генетического разнообразия сельскохозяйственных животных, включая птиц, является признанной общемировой задачей. Локальные породы являются резервуаром генов для селекции будущего, причем как при использовании методов классической селекции, так и при использовании молекулярно-генетических методов, включая методы генной инженерии.

При разработке стратегии сохранения локальных пород, в том числе пород кур, необходимо уделить большое внимание их характеристикам, проведению скрининга пород на предмет экономически значимых признаков и степени генетической дивергенции для определения приоритетов сохранения. Сохранения только лишь экстерьерных, морфологических породных признаков недостаточно.

Одним из важнейших экономически значимых признаков у кур является качество яиц. Куриные яйца традиционно являются важнейшим источником питательных веществ для человека, источником полноценного легкоусвояемого протеина, ряда жирных кислот, витаминов и микроэлементов. Кроме того, яйца обладают рядом биологических свойств, делающих их пригодными для использования в качестве сырья для фармацевтической, косметической и пищевой промышленности [1]. В связи с растущим во всем мире производством и потреблением сухих и жидких яйцепродуктов, большое значение приобретают такие качественные показатели яиц, как величина желтка, содержание сухих веществ, прочность вителлино-

вой мембраны желтка и др. [2]. С этой точки зрения локальные породы кур выгодно отличаются от промышленных, у которых в результате интенсивной селекции на повышение яйценоскости и массы яиц, улучшение конверсии корма, многие качественные показатели оказались на втором плане. Достаточно сказать, что относительная масса желтка яиц кур промышленных кроссов уменьшилась до 23 – 28%, при этом у кур локальных пород она составляет 30 – 33% [3].

Изучением качественных показателей яиц кур старых локальных пород в сравнении с показателями яиц современных промышленных кроссов занимается на протяжении многих лет значительное число лабораторий по всему миру. Так, научный коллектив из двух университетов Бельгии провел сравнительное исследование качества яиц локальных бельгийских пород Ardennaise и Famennoise и коммерческих линий CoqArd и ISA Brown [4]. Были получены значительные высоко достоверные различия по содержанию желтка в яйцах (масса желтка/масса яйца, %). Яйца кур местных пород содержали 30,0–33,4% желтка, яйца кур промышленных линий только 26,7–28,6% при одинаковых условиях содержания и кормления и равном возрасте.

Аналогичные исследования были проведены в Португалии на местных породах Branca, Amarela, Pedrês Portuguesa и Preta Lusitânica и промышленном гибриде Tetra Brown [5]. Содержание желтка в яйцах локальных пород кур составило от 32,46% до 34,35%; в яйцах промышленного гибрида – 25,17%. Испанские исследо-

ватели провели оценку не только физических показателей яиц локальной белоскорлупной породы Black Castellana в сравнении с яйцами кур промышленной линии Lohmann LSL-Classic при одинаковом рационе и стадии яйцекладки, но и оценили химический состав желтка. Желтки яиц кур породы Black Castellana содержали в сухом веществе меньше жира (57,5 против 60,8%) и больше белка (32,8 против 31,9%); больше холекальциферола (1,25 против 1,22 мкг/г), а также показали более низкую долю насыщенных жирных кислот (29,0 против 37,0%) и более высокую долю мононенасыщенных (45,7 против 39,6%) и полиненасыщенных (25,2 против 23,4%) жирных кислот. При этом затраты корма на единицу массы яиц практически были одинаковы, различия в составе желтка объясняются различиями в использовании питательных веществ корма. Этот пример наглядно демонстрирует преимущества яиц кур локальной породы, с точки зрения питательной ценности, перед яйцами кур промышленной линии [6].

Коллективом ученых из Японии было проведено подробное сравнительное исследование аминокислотного состава желтка и белка яиц кур локальных японских пород Nagoya and Yakido и промышленного кросса Boris Brown [7]. Было оценено содержание 14-ти аминокислот в желтке и 8-ми аминокислот в белке и установлены значительные межпородные различия по этим показателям. Авторами было высказано предположение [8], что именно аминокислотный состав яиц влияет на их вкусовые качества.

Что касается отечественных пород кур, то исследований подобного рода немного. Сулейманов Ф.И. с соавт. [9] оценили качество яиц четырех отечественных генофондных пород (загорской лососевой, первомайской, полтавской и юрловской голосистой) по показателям массы яиц, индексу формы, упругой деформации скорлупы, плотности яиц и установили ряд межпородных различий. Джагаев А.Ю. с соавт. [10] провели морфометрический анализ яиц кур пород русская

белая и корниш. Были установлены межпородные различия по следующим показателям: индексу формы, качеству скорлупы, доли желтка, индексу желтка и белка, единицам Хау, прочности вителлиновой мембраны.

Шабанова С.А. с соавт. провели сравнительную оценку качества яиц кур генофондных пород отечественной (загорская лососевая, ушанка, юрловская голосистая) и зарубежной (австралорп черный, нью-гемпшир, суссекс светлый) селекции [11]. Установлена межпородная изменчивость по таким показателям, как масса яиц, индекс формы, качество скорлупы, доля желтка, качество белка, единицы Хау. Можно привести ещё ряд аналогичных примеров, но все они не содержат информации о преимуществе кур генофондных пород в сравнении с курами промышленных кроссов по качественным характеристикам яиц, которое послужило бы аргументом в пользу их сохранения.

В связи с этим, целью наших исследований было провести сравнительный анализ ряда качественных показателей (включая питательную ценность) яиц кур генофондных пород отечественной селекции и коммерческих кроссов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования проведены в рамках ежегодного мониторинга генетических ресурсов кур Национального центра генетических ресурсов сельскохозяйственных животных во Всероссийском научно-исследовательском институте генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста». Объект исследования – яйца кур генофондных пород в возрасте 50 недель жизни: русская белоснежная (яичное направление продуктивности, специализированная для целей биопромышленности), полтавская глинистая (комбинированное направление продуктивности), орловская ситцевая (комбинированное направление продук-

тивности), а также яйца кур промышленного белоскорлупного яичного кросса категории С1, оптимальной для формирования групп-аналогов по массе яиц.

Куры генофондных пород и промышленного белоскорлупного кросса находились во II фазе яйцекладки (46 – 65 недель жизни), продолжительность освещения составила 14 часов, кормление осуществлялось сухими полнорационными комбикормами с содержанием 16,0% сырого протеина и 260 – 265 ккал обменной энергии на 100 г комбикорма.

Были оценены следующие показатели качества яиц: масса яйца, индекс формы и масса желтка с использованием системы оценки качества яйца *Broding EggQuality 3.0* (Германия). Относительную величину желтка яиц выражали в процентах от массы яйца. Энергетическую питательную ценность яиц (на 100 г яичной массы) вычисляли по формуле [12]:

Ец = (16Мж + 2Мб) X 100 X 0,2388 / (Мя – Мск), где:

Ец – энергетическая ценность яйца, Ккал/100г;

Мж – масса желтка, г; Мб – масса

белка, г;

Мя – масса яйца, г; Мск – масса скорлупы, г

Полученные данные обрабатывали с помощью статистического редактора Microsoft Excel

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В результате проведенных исследований было установлено межпородные различия по качественным характеристикам яиц и их питательной ценности (табл. 1). Яйца кур генофондных пород практически не различались по индексу формы, значение которого находилось в оптимальном (72 – 76) диапазоне [13]. Наименьшей величиной желтка и, соответственно, энергетической ценностью, характеризовались яйца, полученные от кур русской белоснежной породы, созданной на основе скрещивания петухов белого леггорна с местными русскими курами. Наибольшей питательной ценностью, за счет максимального содержания желтка, обладали яйца кур орловской породы. Однако масса таких яиц была низкой и соответствовала весовой категории не выше С2.

Таблица 1 – Качественные показатели яиц кур генофондных пород в сравнении с яйцами кур промышленного яичного кросса (фаза яйцекладки II)

Показатель	Порода кур			
	Русская белоснежная	Полтавская глинистая	Орловская ситцевая	Промышленный кросс
Число яиц, шт.	111	88	87	30
Масса яйца, г	61,1 ± 4,2	61,9 ± 4,6	50,7 ± 4,0	63,0 ± 2,6
Индекс формы	74,7 ^a ± 2,7	73,2 ^a ± 2,7	74,7 ± 3,1	80,6 ^b ± 1,2
Масса желтка, г	17,6 ± 1,4	19,2 ± 1,7	17,8 ± 1,4	16,9 ± 1,1
С _у , %	8,0	8,9	7,9	6,5
Масса желтка, % от массы яйца	28,8 ± 1,9	31,1 ± 2,2	35,2 ^c ± 2,2	26,8 ^d ± 1,0
С _у , %	6,5	7,3	6,8	3,7
Энергетическая ценность, ккал/100 г	154,9 ± 7,0	163,2 ^a ± 7,5	178,3 ^c ± 7,9	147,4 ^b ± 3,8
С _у , %	+ 4,8%	+ 9,7%	+ 17,3%	3,6
С _у , %	4,5	5,2	5,0	

Примечание: различия статистически значимы: a, b при $p < 0,05$, c, b и c, d при $p < 0,001$.

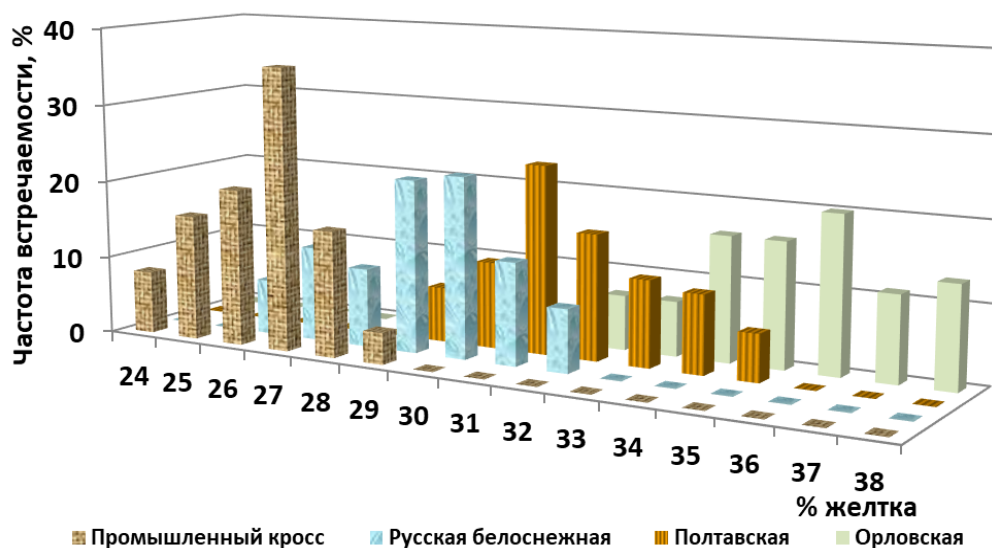


Рисунок 1 – Распределение кур генофондных пород и яичного промышленного кросса по частоте встречаемости относительной величины желтка в яйце.

Яйца кур промышленного яичного кросса, в сравнении с генофондной птицей, при сопоставимой массе яиц, характеризовались более высоким показателем индекса формы ($p < 0,05$), а также более низким уровнем содержания желтка в яйце ($p < 0,001$) и энергетической ценности на 100 г яйцемассы (на 4,8 – 17,3% ниже).

Как следует из рис.1, у промышленной птицы наибольшая частота встречаемости признака соответствует низкому значению величины желтка в пределах 25 – 28% (88% поголовья), в то время как у генофондных пород чаще всего встречаются куры с высокой долей желтка в яйце: 30 – 32% у русской белоснежной (58% поголовья), 30 – 33% у полтавской глинистой (62% поголовья) и 34 – 38% у орловской ситцевой (76% поголовья).

Более высокой изменчивостью признака «величина желтка яиц» как в абсолютных, так и в относительных величинах, обладают куры генофондных пород (C_v 6,5 – 7,3%) в сравнении с промышленной птицей (C_v 3,7%) (табл. 1). Это позво-

ляет проводить отбор по данному показателю с целью его оптимизации, поскольку: мелкий желток яиц снижает их питательную ценность, а слишком крупный – увеличивает затраты корма на производство 1 кг яйцемассы.

Одним из факторов, ограничивающих широкое использование кур генофондных пород для получения яиц, является их сравнительно невысокая яичная продуктивность (более позднее начало яйцекладки, меньшая ее продолжительность и стабильность в сравнении с промышленной птицей), что в совокупности со сравнительно высокими затратами корма оказывает отрицательное влияние на стоимость конечного продукта. В настоящее время одним из путей сохранения генофондных пород и использования их уникальных качественных характеристик получаемой продукции, является скрещивание генофондных пород кур с линиями кур промышленных кроссов. Это является современной мировой тенденцией в классической селекции для охвата нишевых рын-

ков региональных предпочтений [14, 15], направленная на улучшение хозяйственно-полезных признаков у гибридных кур (снижение возраста снесения первого яйца, повышение массы яиц, яйценоскости и продолжительности плато кладки) за счет эффекта гетерозиса при сохранении адаптационных способностей и качественных характеристик яиц, присущих локальной породе в составе гибридной формы [16, 17]. В нашей стране данное направление в селекции птицы пока еще не нашло широкого распространения, но имеет большой потенциал благодаря развивающемуся сегменту рынка органической и обогащенной продукцией и наличию широкого спектра отечественных пород с высокими качественными показателями яиц.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Согласно проведенным исследованиям, яйца отечественных генофондных пород кур, в сравнении с птицей промышленных яичных кроссов, обладают более высокой питательной и энергетической ценностью яиц (на 4,8 – 17,3% выше) за счет более высокого содержания в них желтка ($p < 0,05$). Выводы согласуются с результатами зарубежных исследований, проведенных на курах автохтонных пород и промышленных кроссов, доказывающих преимущества локальных пород по качественным характеристикам яиц.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CHICKEN EGGS ENERGY VALUE OF GENE POOL BREEDS AND COMMERCIAL LAYING CROSS

Stanishevskaya O.I.* – Doctor of Biology Science, Chief Researcher at the Laboratory of Scientific Support for the Conservation of Avian Genetic Resources of the National Center for Farm Animal Genetic Resources (ORCID 0000-0001-9504-3916); **Fedorova E.S.** – PhD, Senior Researcher at the Laboratory of Scientific Support for the Conservation of Avian Genetic Resources of the National Center for Farm Animal Genetic Resources (ORCID 0000-0001-1618-6271); **Silyukova Yu.L.** – PhD, Researcher at the Laboratory of Scientific Support for

the Conservation of Avian Genetic Resources of the National Center for Farm Animal Genetic Resources (ORCID 0000-0003-1905-6373).

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry (RRIFAGB)

* olgastan@list.ru

Funding: *the research was carried out as part of the work under the Development Program of the National Center for Genetic Resources of Farm Animals.*

ABSTRACT

Local breeds are a reservoir of unique genes lost in commercial crosses. One of the most important economically significant features of chickens is the quality of eggs. According to world scientific researches, eggs of local breeds of chickens, in terms of nutritional value, are superior to chickens of industrial crosses. The purpose of the research was to conduct a comparative analysis of a number of qualitative indicators (including nutritional value) of chicken eggs of Russian gene-pool breeds and commercial laying crosses. The research was conducted as part of the annual monitoring of the genetic resources of chickens by the National Center for Genetic Resources of Farm Animals at RRIFAGB. The object of the study is eggs of gene pool breeds: Russian Snow-White (laying breed), Poltava Clay (dual-purpose breed), Orloff (dual-purpose breed), as well as eggs of commercial white-shell laying cross (eggs' class 1; in laying Phase II). The following egg quality indicators were evaluated: egg weight, shape index and yolk weight using the egg quality assessment system Broring EggQuality 3.0 (Germany). Eggs of Russian gene pool breeds, in comparison with commercial laying crosses, have a higher nutritional and energy value of eggs (4.8–17.3% higher) due to their higher yolk value ($p < 0.05$). In commercial poultry, the highest frequency of the "yolk size" trait is in the range of 25-28% (88% of the population), while in gene pool breeds chickens

with a high proportion of yolk in the egg are most often found: 30-32% in the Snow-White Russian (58% of the population), 30-33% in Poltava Clay (62% of the population) and 34-38% of the Orloff (76% of the population). Gene pool chickens have a higher degree of variability in the "egg yolk size" trait (Cv 6.5 – 7.3%) compared to industrial poultry (Cv 3.7%), which allows for selection in order to optimize this indicator.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Hartmann C, Wilhelmson M. The hen's egg yolk: a source of biologically active substances. *World's Poultry Science Journal*. 2001;57(1):13-28. doi:10.1079/WPS20010003.
2. Damaziak K, Marzec A, Kieliszek M, Bucław M, et.al. Comparative analysis of structure and strength of vitelline membrane and physical parameters of yolk of ostrich, emu, and greater rhea eggs. *Poultry Science*. 2018;97(3):1032-1040. doi:10.3382/ps/rex356.
3. Федорова Е.С. Диаметр желтка куриных яиц как селекционный критерий для повышения их пищевой и энергетической ценности / Е.С. Федорова, О.И. Станишевская // Генетика и разведение животных. - 2015. - №1. - С. 21-25.
4. Moula N, Antoine-Moussiaux N, Decuypere E, et.al. Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens. *European Poultry Science*. 2010;74(3):164-171. doi:10.1016/S0003-9098(25)00814-8.
5. Lordelo M, Cid J, Cordovil CMDS, Alves SP, et.al. A comparison between the quality of eggs from indigenous chicken breeds and that from commercial layers. *Poultry Science*. 2020;99(3):1768-1776. doi:10.1016/j.psj.2019.11.023.
6. Romero C, Yustos JL, Sánchez-Román I, et.al. Assessment of performance and egg quality in laying hens of Spanish indigenous breed Black Castellana as compared with a selected white egg-layer strain. *Poultry Science*. 2024;103(10):104096. doi:10.1016/j.psj.2024.104096.
7. Goto T, Ohya K, and Takayay M. Genotype affects free amino acids of egg yolk and albumen in Japanese indigenous breeds and commercial Brown layer chickens. *Poultry Science*. 2022;101:101582. doi:10.1016/j.psj.2021.101582.
8. Contribution of peptides and amino acids to the taste of foods. Kirimura J, Shimizu A, Kimizuka A, et.al. *J. Agric. Food Chem*. 1969;17(4):689-695
9. Сулейманов Ф.И. Влияние морфометрических и биофизических показателей куриных яиц на результаты инкубации / Ф.И. Сулейманов, Е.И. Степанова, М.И. Челнокова // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - Вып. 36. - № 3. - С. 33-41.
10. Джагаев А. Ю. Сравнительный анализ морфометрических показателей яиц кур разных генотипов / А. Ю. Джагаев, А.Н. Ветох, Э. Р. Ильина // Вестник Ульяновской ГСХА. - 2022. - Вып. 59. - №3. - С. 175-180. doi:10.18286/1816-4501-2022-3-175-180
11. Шабанова С. А. Инкубационные качества яиц генофондных пород / С. А. Шабанова, А. Г. Бычаев // В сборнике: Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. - 2022. С. 139-143.
12. Хвостик В.П. Морфологічні ознаки-яєць курей вітчизняної та зарубіжної селекції / В.П. Хвостик, О.А. Катеринич, С.М. Панькова // Птахівництво. - 2013. - Вып. 70. - С.34-42.
13. Технология инкубации яиц сельскохозяйственной птицы (Методические наставления) / под ред. В.И.Фисинина. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2011. 85 с.
14. Ni A, Calus MPL, Bovenhuis H, et.al. Genetic parameters, reciprocal cross differences, and age-related heterosis of egg-laying performance in chickens. *Genet Sel Evol*. 2023;55(1):87.
15. Wang Y, Sun Y, Ni A, et.al. Research Note: Heterosis for egg production and oviposition pattern in reciprocal crossbreeds of indigenous and elite laying chickens. *Poult Sci*. 2022;101(12):102201.
16. Mesele TL. Reproduction and production

performance of improved chickens, their production constraints, and opportunities under Ethiopian conditions. *Trop Anim Health Prod.* 2023;55(4):245.

17. Soliman MA, Khalil MH, El-Sabrou K, et al. Crossing effect for improving egg production traits in chickens involving local and commercial strains, *Veterinary World.* 2020;13(3): 407-412.

REFERENCES

1. Hartmann C, Wilhelmson M. The hen's egg yolk: a source of biologically active substances. *World's Poultry Science Journal.* 2001;57(1):13-28.

2. Damaziak K, Marzec A, Kieliszek M, Buław M, et al. Comparative analysis of structure and strength of vitelline membrane and physical parameters of yolk of ostrich, emu, and greater rhea eggs. *Poultry Science.* 2018;97(3):1032-1040.

3. Fedorova E.S. Yolk diameter of chicken eggs as a selection criterion for increasing their nutritional and energy value / E.S. Fedorova, O.I. Stanishevskaya // *Genetics and animal breeding.* - 2015. - No. 1. - P. 21-25.

4. Moula N, Antoine-Moussiaux N, Decuyper E, et al. Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens. *European Poultry Science.* 2010;74(3):164-171. doi:10.1016/S0003-9098(25)00814-8.

5. Lordelo M, Cid J, Cordovil CMDS, Alves SP, et al. A comparison between the quality of eggs from indigenous chicken breeds and that from commercial layers. *Poultry Science.* 2020;99(3):1768-1776.

6. Romero C, Yustos JL, Sánchez-Román I, et al. Assessment of performance and egg quality in laying hens of Spanish indigenous breed Black Castellana as compared with a selected white egg-layer strain. *Poultry Science.* 2024;103(10):104096.

7. Goto T, Ohya K, and Takayay M. Genotype affects free amino acids of egg yolk and albumen in Japanese indigenous breeds and commercial Brown layer chickens. *Poultry Science.* 2022;101:101582.

8. Contribution of peptides and amino acids to the taste of foods. Kirimura J, Shimizu A, Kimizuka A, et al. *J. Agric. Food Chem.*

1969;17(4):689–695.

9. Suleimanov FI. Influence of morphometric and biophysical parameters of chicken eggs on incubation results / FI Suleimanov, El Stepanova, MI Chelnokova // *Bulletin of the Velikiye Luki State Agricultural Academy.* - 2021. - Issue 36. - No. 3. - P. 33-41.

10. Dzhagaev A. Yu. Comparative analysis of morphometric parameters of eggs of hens of different genotypes / A. Yu. Dzhagaev, A. N. Vetokh, E. R. Ilyina // *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy.* - 2022. - Issue. 59. - No. 3. - Pp. 175-180.

11. Shabanova S. A. Incubation qualities of eggs of gene pool breeds / S. A. Shabanova, A. G. Bychaev // In the collection: Scientific support for the development of the agro-industrial complex in the context of import substitution. Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference. - 2022. Pp. 139-143.

12. Khvostik V.P. Morphological Familiarization of Chickens of Domestic and Foreign Breeding / V.P. Khvostik, O.A. Katerinich, S.M. Pankova // *Ptakhivnitstvo.* - 2013. - Issue 70. - Pp. 34-42.

13. Technology of Incubation of Poultry Eggs (Methodological Instructions) / edited by V.I. Fisinin. Sergiev Posad: VNITIP, 2011. 85 p.

14. Ni A, Calus MPL, Bovenhuis H, et al. Genetic parameters, reciprocal cross differences, and age-related heterosis of egg-laying performance in chickens. *Genet Sel Evol.* 2023;55(1):87.

15. Wang Y, Sun Y, Ni A, et al. Research Note: Heterosis for egg production and oviposition pattern in reciprocal crossbreeds of indigenous and elite laying chickens. *Poult Sci.* 2022;101(12):102201. doi: 10.1016/j.psj.2022.102201.

16. Mesele TL. Reproduction and production performance of improved chickens, their production constraints, and opportunities under Ethiopian conditions. *Trop Anim Health Prod.* 2023;55(4):245.

17. Soliman MA, Khalil MH, El-Sabrou K, et al. Crossing effect for improving egg production traits in chickens involving local and commercial strains, *Veterinary World.* 2020;13(3): 407-412.