Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Махаева Наталья Юрьевна
Должность: Проректор по учебной и воспитательной работе, молодежной политике и развитию кадрового потенциала
ФГБОУ ВО "Ярославская ГСХА"
Дата подписания: 02.03.2024 14:01:58
Уникальный программный ключ:
fa349ae5f25a45645d89cfbb7187284ea10f48e8

DOI: 10.24412/2074-5036-2021-2-63-68
УДК 614.95:637.05
Ключевые слова: микроэлементы, тяжелые металлы, мышьяк, пищевые яйца
Keywords: trace elements, heavy metals, arsenic, edible eggs

Степанова М. В., Узелкова С. Ю., Онегина П. А.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА В ПИЩЕВЫХ КУРИНЫХ ЯЙЦАХ

CONTENT OF HEAVY METALS AND ARSENIC IN EDIBLE CHICKEN'S EGGS

ФГБОУ ВО «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия»
Адрес: 150042, Россия, Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58
State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Yaroslavl State Agricultural Academy»
Address: 150042, Russia, Yaroslavl, Tutaevskoe shaussee, 58

Степанова Марина Вячеславовна, к. б. н., доцент кафедры ветеринарно-санитарная экспертиза.
E-mail: Stepanova-marina@bk.ru
Stepanova Marina Vyacheslavovna, PhD of Biological Science, Associate Professor of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise. Stepanova-marina@bk.ru
Узелкова Светлана Юрьевна, старший преподаватель кафедры ветеринарно-санитарная экспертиза.
E-mail: vip-box2004@mail.ru
Uzelkova Svetlana Yurievna, Senior Lecturer of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise.
E-mail: vip-box2004@mail.ru
Онегина Полина Александровна, студентка. E-mail: polinaonegina2002@gmail.com
Onegina Polina Alexandrovna, Student. E-mail: polinaonegina2002@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты исследований микроэлементного состава куриных пищевых яиц. Целью исследования было привести оценку качества и соответствия ветеринарно-санитарным нормам по органолептическим, физическим свойствам и химическим показателям куриных яиц различных категорий, используемых в зоологических учреждениях для кормления животных. В ходе исследования установлено, что яйца куриные пищевые 60 % яиц отборной, 70 % – первой и 40 % второй категории производства АО «Окское» соответствуют требованиям ГОСТ 31654-2012 и «Правил ветеринарно-санитарной экспертизы яиц домашней птицы» от 01.06.1981 г. 30 % образцов яиц первой, 40 % – второй и 60 % – третьей категории имели небольшие пятна помета. 10 % яиц отборной категории имели порок скорлупы – тек, у 10 % образцов второй категории обнаружена насечка. Скорлупа яиц первой категории не имела повреждений. Методом овоскопии было подтверждено соответствие сроков хранения яиц, заявленных производителем, с действительными, установленными в ходе проведения исследований. Высота воздушной камеры яиц всех исследуемых категорий не превышала 4,3 мм, что характерно для яиц, хранившихся 6–9 суток. Лучший показатель свежести был у яиц второй категории, так как высота пуги у образцов этой пробы имела наименьшее значение (2,6±0,32 мм), в то время как у первой категории – 3,3±0,16 мм, у яиц отборной категории – 3,9±0,19 мм. По физическим характеристикам исследуемые пробы яиц отвечали требованиям нормативных документов. При определении массы яиц подтвердилась их принадлежность к тем категориям, которые указаны в маркировке. По химико-токсикологическим показателям куриные яйца соответствовали требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 и ТР ТС 021/2011. При сравнении данных элементного состава куриных яиц установлено достоверно ($p < 0,05$) увеличение содержания всех ТМ в желтке, в сравнении с белком, в раз: Zn – в 21,0; Cu – 4,41; Fe – в 2,73; Pb – 116,7 и Cd – в 1,25 и снижение As – в 7,25.

Summary. *The article presents the results of studies of the microelement composition of chicken food eggs. The aim of the study was to assess the quality and compliance with veterinary and sanitary standards for organoleptic, physical properties and chemical indicators of chicken eggs of various categories used in zoological institutions for animal feeding. In the course of the study, it was found that food table hen eggs 60 % of the eggs are selected, 70 % – the first and 40 % of the second category produced by JSC "Okskoye" meet the requirements of GOST 31654-2012 and "Rules for veterinary and sanitary examination of poultry eggs" dated 01.06.1981 d. 30 % of the samples of eggs of the first, 40 % – of the second and 60 % – of the third category had small spots of droppings. 10 % of the eggs of the selected category had a defect of the shell – tek, in 10 % of the samples of the second category, a notch was found. The shells of the eggs of the first category were not damaged. By the method of ovoscopy, the compliance of the shelf life of the eggs declared by the manufacturer with the valid ones established during the research was confirmed. The height of the air chamber of eggs of all studied categories did not exceed 4.3 mm, which is typical for eggs stored for 6–9 days. The best indicator of freshness was in the eggs of the second category, since the height of the pug in the samples of this sample had the smallest value (2.6 ± 0.32 mm), while in the first category - 3.3 ± 0.16 mm, in the eggs selected category – 3.9 ± 0.19 mm. In terms of physical characteristics, the*

test egg samples met the requirements of regulatory documents. When determining the weight of eggs, their belonging to the categories indicated in the marking was confirmed. In terms of chemical and toxicological indicators, chicken eggs met the requirements of SanPiN 2.3.2.1078-01 and TR CU 021/2011. When comparing the data on the elemental composition of chicken eggs, a significant (p <0.05) increase in the content of all HMs in the yolk, in comparison with the protein, was established by a factor of: Zn – by 21.0; Cu – 4.41; Fe – 2.73; Pb – 116.7 and Cd – 1.25 and decrease in As – 7.25.

Введение

Куриные яйца – богатый питательными веществами пищевой продукт. Сбалансированное содержание необходимых для человека белков, жиров, витаминов, макро- и микроэлементов делают яйца легкоусвояемыми для организма. Доступность и польза данной продукции стали залогом стабильного спроса на рынке [4].

Несмотря на все положительные свойства, куриные яйца могут принести вред, если перед реализацией они не прошли проверку на качество и безопасность. Выпуск доброкачественной продукции и предотвращение распространения зооантропонозов является главной задачей ветеринарно-санитарных экспертов. Качество яиц регламентируется ТР ТС 021/2011, согласно которому в пищевой продукции, находящейся в обращении, не допускается наличие возбудителей инфекционных, паразитарных заболеваний, или токсинов, представляющих опасность для здоровья человека и животных [4]. Из токсических элементов, в соответствии с ГОСТ 31654-2012 и ГОСТ 31655-2012, в яйцах птицы оценивается содержание радионуклидов, мышьяка, ртути, свинца и кадмия [3].

Цель исследований – оценка качества и соответствия ветеринарно-санитарным нормам по органолептическим, физическим свойствам и химически показателям куриных яиц различных категорий, используемых в зоологических учреждениях для кормления животных.

Материалы и методы

В период с 2019 по 2020 годы были выполнены исследования на базе Ярославской государственной сельскохозяйственной академии и лаборатории ГБУ ЯО «Ярославская областная ветеринарная лаборатория» на атомно абсорбционном спектрометре «Квант-2А». Объектами исследований послужили яйца куриные пищевые столовые отборной, первой и второй категории производства АО «Окское» (Россия, 390540, Рязанская область, Рязанский район, Окский п., стр. 6). Отбор проб куриных яиц проводили в Ивановском, Московском и Ярославском зоопарках в соответствии с требованиями ГОСТ 31654-2012. Отбор проб осуществлялся в соответствии с ГОСТ 31654-2012, пробоподготовка производилась методом сухой минерализации с добавлением азотной кислоты на электроплитке и в муфельной печи по ГОСТ 26929-94, определение Zn, Cu, Fe, Pb и Cd произведен атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 30178-96, As – по ГОСТ Р 51766-2001. Исследования были выполнены в условиях повторяемости и промежуточной прецизионности. При расчете концентраций определяемых элементов в пробах осуществлялась метрологическая обработка результатов в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений». Оценка качества яиц производилась в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 [2]. Внешним осмотром устанавливали наличие поврежденности, загрязненности, пороков скорлупы в соответствии с требованиями ГОСТ 31654-2012, «Правил ветеринарно-санитарной экспертизы яиц домашней птицы» от 01.06.1981 г., ГОСТ Р 54486-201.

Овоскопию яиц проводили с помощью прибора контроля качества куриных яиц ПКЯ-10. При просвечивании яиц измеряли высоту воздушной камеры, используя шаблон-измеритель, в соответствии с ГОСТ 31654-2012. Определяли состояние воздушной камеры, состояние и положение желтка, отмечали наличие пороков. Данный метод оценки качества яиц даёт возможность определить их свежесть: чем старее яйца, тем значение высоты воздушной камеры больше. Содержимое яиц оценивали по следующим показателям: запах, наличие зародыша, состояние белка и желтка, на соответствие

требованиям «Правил ветеринарно-санитарной экспертизы яиц домашней птицы» от 01.06.1981 г.

Из физических показателей определяли массу одного и десяти яиц взвешиванием согласно ГОСТ 24104-2001 с помощью лабораторных электронных весов ВМ-153. На основании полученных измерением данных устанавливали соответствие исследуемых яиц категории, заявленной на маркировке. Индекс формы – показатель качества яйца, определяемый отношением поперечного диаметра к продольному, выражаемый в процентах [3]. Чем выше количественная характеристика этого показателя, тем более округло яйцо, чем ниже – тем яйцо вытянутее и удлиненное [6]. Индекс формы влияет на товарные свойства яйца: нестандартные по форме яйца плохо упаковываются в бугорчатые прокладки, что может привести к повреждению целостности скорлупы, при этом возрастает риск заражения яиц патогенными микроорганизмами. Измерения размеров яиц проводили с использованием штангенциркуля с точностью до 0,1 мм и рассчитывали индекс формы [7]. Индекс желтка – показатель качества желтка, определяемый отношением высоты желтка к его диаметру [3]. Единицы Хау – показатель консистенции плотного белка. Единицы Хау определяли по готовым таблицам, на пересечении величин, соответствующих высоте плотного белка и массы данного яйца. При долгом хранении яиц показатели индекса желтка и единиц Хау снижаются, поэтому, чем они выше, тем лучше качество яиц.

Результаты измерений статистически обработаны с помощью пакета программ Microsoft Office Excel 2010, Statistica версия 10.0 в среде Windows XP.

Результаты исследований

Визуальным осмотром было установлено, что яйца всех категорий в большей и меньшей

Таблица 1

Результаты органолептических исследований сырых куриных яиц

Показатель	Результаты исследований яиц по органолептическим показателям			
	Отборные	Первая категория		Вторая категория
Состояние скорлупы	У 40 % яиц наблюдалось загрязнение скорлупы пятнами крови и помета.	У 30 % яиц небольшие пятна помета. Без механических повреждений.	У 60 % яиц скорлупа загрязнена.	
Пороки	Поврежденность скорлупы и подскорлуповой оболочки (10 %); морщинистость скорлупы (20 %); белые крапинки на скорлупе (40 %).	Морщинистость скорлупы (10 %); шероховатость скорлупы (10 %).	Насечка яйца (10 %); шероховатость скорлупы (20 %); белые крапинки на скорлупе (40 %). Выливка яйца (10 %).	
Состояние белка	Чистый, без мути, вязкий, прозрачный, с желтовато-зеленоватым оттенком.		У 30 % яиц – чистый, прозрачный, бесцветный, слегка вязкий, не выражен плотный слой.	У остальных яиц – чистый, без мути, вязкий, прозрачный, с желтовато-зеленоватым оттенком.
Состояние желтка	Чистый, вязкий, равномерно окрашенный в оранжевый цвет	Чистый, вязкий, равномерно окрашенный в желтый	Чистый, вязкий, равномерно окрашенный в желтый.	
Зародыш	Без признаков развития			
Запах	Естественный, без каких-либо посторонних запахов.			

Таблица 2

Результаты овоскопии яиц

Показатель	Результаты экспертизы			Соответствие требованиям ГОСТ 31654-2012, «Правил ветеринарно-санитарной экспертизы яиц домашней птицы»
	Отборные	Первая категория	Вторая категория	
Высота воздушной камеры, мм	3,9±0,19	3,3±0,16	2,6±0,32	Соответствует
Состояние воздушной камеры	У 20 % яиц слегка перемещается	Неподвижная		Соответствует

степени были загрязнены пятнами помета и крови. Не соответствовали норме по данному показателю среди яиц отборной категории 40 %, первой категории – 30 %, второй категории – 60 %. Внешне поврежденность скорлупы выявлена у 10 % яиц второй категории, наблюдалась насечка – трещина, у 10 % яиц отборной категории была нарушена целостность не только скорлупы, но и подскорлупной оболочки. Яйца с данными пороками являются неполноценными и подлежат промышленной переработке. У яиц первой категории механических повреждений скорлупы не обнаружено (табл. 1).

Среди пороков скорлупы, допускающих яйца в свободную реализацию, внешним осмотром были обнаружены:

Морщинистость – поверхность яйца в виде складок – 20 % яиц отборной категории, 10 % яиц первой категории. Данный порок был выражен не сильно, незначительное поражение скорлупы на концах яиц.

Шероховатость – мелкий зернистый налет на концах яйца – 10 % яиц первой категории, 20 % яиц второй категории.

Белые крапинки – небольшие, похожие на кальциевые отложения, пятна – по 40 % яиц отборной и второй категорий, выраженность порока в обоих случаях небольшая.

Чтобы дать оценку качеству содержимого яйца, разбили по 10 яиц каждой исследуемой категории. Соответствие органолептических показателей требованиям «Правил ветеринарно-санитарной экспертизы яиц домашней птицы»

Таблица 3

Результаты экспертизы физиологических свойств куриных яиц

Показатель	Норма	Результаты экспертизы яиц		
		Отборные	Первая категория	Вторая категория
Масса 1 яйца, г				
отборные	65 – 74,9[1]	68,21±0,99		
1-я категория	55 – 64,9[1]		59,12±0,72	
2-я категория	45 – 54,9[1]			52,69±0,73
Масса 10 яиц, г				
Отборные	650 – 749,9[1]	682,1		
1-я категория	550 – 649,9[1]		591,2	
2-я категория	450 – 549,9[1]			526,9
Индекс формы, %	70 – 78[2]	74,98±0,88	78,02±1,17	77,86±0,97
Индекс желтка, %	40 – 50[2]	41,87±1,70	44,82±1,00	43,71±1,93
Единицы Хау	65 – 87[2]	64,4±3,53	77,2±1,90	80,87±0,64*

Примечание: [1] – Требования ГОСТ 31654-2012. [2] – В соответствии с данными [1]. * – Расчёт с учётом выбраковки 30% яиц.

установлено у яиц отборной и первой категории. Из второй категории 30 % яиц не соответствовали норме по состоянию белка, который был жидким, плотный белок не был выражен.

Результаты овоскопии (табл. 2) показали, что наиболее свежими оказались яйца второй категории, на это указывает наименьшее значение высоты воздушной камеры (2,6±0,32 мм). Срок хранения яиц на день проведения овоскопирования составлял у отборной и первой категории 9 дней, у второй категории – 6 дней. По данным Е.А. Бурмистрова, высота воздушной камеры яиц, хранившихся 6–9 дней, не должна превышать 4,3 мм [1]. Исследуемые яйца соответствовали данной норме, это говорит о том, что указанные на упаковке характеристики яйца о сроках хранения подтвердились.

Результаты физиологических исследований представлены в таблице 3. Значения исследуемых физических характеристик яиц каждой категории находятся в пределах нормы. Наименьший показатель индекса формы у яиц отборной категории (74,98±0,88) характеризует форму, как более вытянутую, по сравнению с другими категориями, у которых значение данного показателя практически на одном уровне. Более низкие значения индекса желтка и единиц Хау имеют отборные яйца, что связано с их длительным сроком хранения.

По данным, представленным на рисунках 2 и 3, видно, что масса исследуемых яиц соответствовала нормативным значениям массы первой и второй категории, заявленных производителем. Из яиц отборной категории 20 % относились к первой категории (рис. 1). Так как средняя масса и масса десяти яиц соответствуют норме для заявленной категории, то нарушением это нельзя считать.

Результаты химико-токсикологических исследований проб яйца куриного методом атомно-абсорбционной масс-спектро-

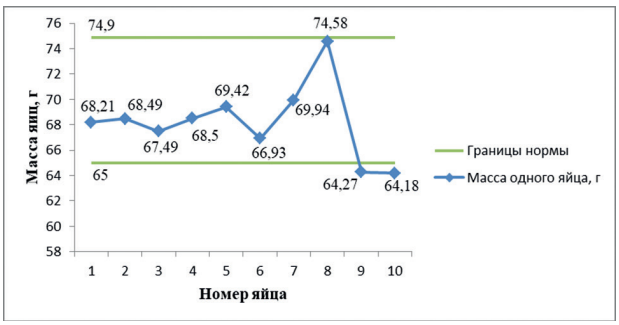

Рис.1. График соответствия массы исследуемых куриных яиц отборной категории требованиям ГОСТ 31654-2012.

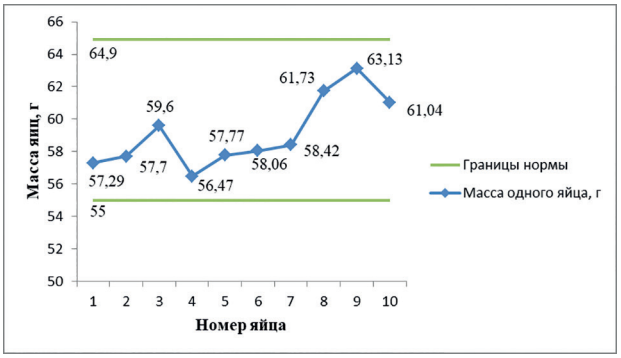

Рис.2. График соответствия массы исследуемых куриных яиц первой категории требованиям ГОСТ 31654-2012.

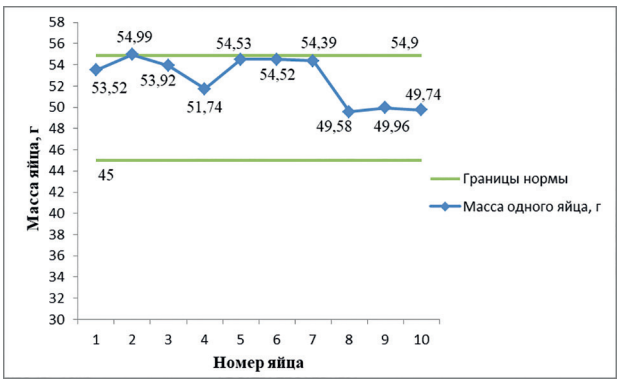

Рис.3. График соответствия массы исследуемых куриных яиц второй категории требованиям ГОСТ 31654-2012.

Таблица 5

Результаты исследования проб куриных яиц на наличие тяжелых металлов, мг/кг

Наименование	МЭ и ТТМ					
	Цинк	Медь	Железо	Свинец	Кадмий	Мышьяк
Белок	0,34±0,42	0,17±0,27	2,87±1,79	0,0018± 0,0003	0,0008± 0,0001	0,0145± 0,0017
Желток	7,14±3,84	0,75±0,11	7,84±3,48	0,21±0,09	0,001±0,000	0,002±0,001
Допустимый уровень	50,0	3,0	-	0,3	0,01	0,1

метрии представлены в таблице 5. Содержание тяжелых металлов находится в пределах нормы.

Анализируя содержание микроэлементов в белке и желтке куриных яиц, используемых в рационах зоологических учреждений для кормления животных, выявили, что их концентрация, за исключением железа, подвержена незначительным колебаниям и находится в оптимальных соотношениях по сравнению с показателями, полученными при исследовании яиц. При сравнении данных элементного состава куриных яиц установлено достоверно ($p < 0,05$) увеличение содержания всех ТМ в желтке, в сравнении с белком, в раз: Zn – в 21,0; Cu – 4,41; Fe – в 2,73; Pb – 116,7 и Cd – в 1,25 и снижение As – в 7,25.

Заключение

В ходе исследования установлено, что яйца куриные пищевые 60 % яиц отборной, 70 % первой и 40 % второй категории производства АО «Окское» соответствуют требованиям ГОСТ 31654-2012 и «Правил ветеринарно-санитарной экспертизы яиц домашней птицы» от 01.06.1981 г. 30 % образцов яиц первой, 40 % второй и 60 % третьей категории имели небольшие пятна помета. 10 % яиц отборной категории имели порок скорлупы – тек, у 10 % образцов второй категории обнаружена насечка. Скорлупа яиц первой категории не имела повреждений. Методом овоскопии было подтверждено соответствие сроков хранения яиц, заявленных производителем, с действительными, установленными в ходе проведения исследований. Высота воздушной камеры яиц всех исследуемых категорий не превышала 4,3 мм, что характерно для яиц, хранившихся 6–9 суток. Лучший показатель свежести был у яиц второй категории, так как высота пуги у образцов этой пробы имела наименьшее значение (2,6±0,32 мм), в то время как у первой категории – 3,3±0,16 мм, у яиц отборной категории – 3,9±0,19 мм. По физическим характеристикам исследуемые пробы яиц отвечали требованиям нормативных документов. При определении массы яиц подтвердилась их принадлежность к тем категориям, которые указаны в маркировке. По химико-токсикологическим показателям куриные яйца соответствовали требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 и ТР ТС 021/2011. При сравнении данных элементного состава куриных яиц установлено достоверно ($p < 0,05$) увеличение содержания всех ТМ в желтке, в сравнении с белком, в раз: Zn – в 21,0; Cu – 4,41; Fe – в 2,73; Pb – 116,7 и Cd – в 1,25 и снижение As – в 7,25.

Список литературы

1. Горелик, Л. Ш. Анализ взаимосвязей между морфологическими показателями пищевых яиц / Л. Ш. Горелик, М. А. Дерхо, С. Ю. Харлапс, О. В. Горелик, О. Г. Лоретц // Аграрный вестник Урала. 2018. № 8 (175). С. 24–29. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35310742 (дата обращения: 09.03.2021).

2. ГОСТ 31654-2012. Яйца куриные пищевые. Технические условия = Food chicken eggs. Specifications: межгосударственный стандарт: издание официальное: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 50 от 20 июля 2012 г.): введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2012 г. N 441-ст : введен впервые : дата введения 2014-01-01 / подготовлен ГНУ «ВНИТИП», НО «Росптицесоюз» Текст: электронный. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200095479 (дата обращения: 07.03.2021).

3. ГОСТ Р 54486-2011. Яйца пищевые. Термины и определения = Food eggs. Terms and definitions: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 ноября 2011 г. N 518-ст : введен впервые : дата введения 2012.07.01 / разработан ГНУ «ВНИТИП» Россельхозакадемии. – Текст: электронный. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200093468 (дата обращения: 07.03.2021).

4. Клетикова Л. В. Диапазон содержания тяжелых металлов в яйцах сельскохозяйственной птицы / Л. В. Клетикова, В. Ю. Лобков, В. В. Пронин // Птицеводство. 2019. № 2. С. 46–49.

5. Правила ветеринарно-санитарной экспертизы яиц домашней птицы : официальное издание : утверждены Главным управлением ветеринарии МСХ СССР и согласованы с Министерством здравоохранения СССР 1 июня 1981 г.: введены в действие 01.06.1981. – Текст: электронный. URL: https://fsvps.gov.ru/fsvps/laws/4756.html (дата обращения: 07.03.2021).

6. Товарные свойства и качество пищевых куриных яиц / О. М. Бурмистрова, Е. А. Бурмистров, Н. Л. Наумова. Текст : электронный // Аграрный вестник Урала. 2019. № 9 (188). С. 19–29. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41219213 (дата обращения: 07.03.2021).

7. Царенко, П. П. Методы оценки и повышения качества яиц сельскохозяйственной птицы: учебное пособие / П. П. Царенко, Л. Т. Васильева. Санкт-Петербург: Лань, 2016. 280 с. URL: https://e.lanbook.com/book/87597 (дата обращения: 07.03.2021).