

## ОСОБЕННОСТИ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ МОЛОДНЯКА ЯИЧНЫХ КУР ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОД МОНОХРОМАТИЧЕСКИМ И БЕЛЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

<sup>1</sup>И.В. Сиянова, кандидат биологических наук

<sup>1</sup>Т.В. Кручинкина, кандидат ветеринарных наук

<sup>1</sup>Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, Благовещенск, Россия

E-mail: sijnova@mail.ru

**Ключевые слова:** молодняк кур, монохроматическое и белое освещение, эпифиз, гипофиз,  $\beta$ -эстрадиол, яичник, яйцевод

*Реферат. Работа проведена в Амурской области на Белогорской птицефабрике. В период с 2015 по 2019 г. выполнено пять опытов с учетом сезонности. Цель исследования состояла в выявлении влияния спектрального состава источников освещения на половое созревание ремонтного молодняка яичных кур в возрасте 15 недель: развитие эпифиза, гипофиза и половых органов молодняка. Исследование выполнено на ремонтном молодняке яичных кроссов кур Хайсекс Уайт и Декалб Уайт. В цехе выращивания формировали по четыре группы суточных цыплят по 200 голов в каждой. С суточного возраста до 15 недель молодняк находился при разном по цвету освещении в условиях постепенно сокращающегося светового дня с 24 до 12 ч в сутки и уровня освещенности с 50–30 до 7–6 лк. В качестве источников освещения применяли белые, желтые, зеленые и голубые компактные люминесцентные лампы. У молодняка в возрасте 30, 60 и 90 дней определяли живую массу, взвешивая по 100 голов из каждой группы. У 15-недельной птицы брали кровь на содержание  $\beta$ -эстрадиола при произвольном отборе 30 голов из каждой группы. Для анатомического исследования забивали по 5 молодых из каждой группы в возрасте 15 недель с учетом живой массы, требуемой по норме. У птицы определяли абсолютную массу эпифиза, гипофиза, яичника, яйцевода, измеряли длину яйцевода. Независимо от сезона года живая масса 90-дневного молодняка в группах при белом и желтом освещении имела верхние значения нормы, при зеленом и голубом могла быть на ее нижней границе. При белом и желтом освещении у молодых в возрасте 15 недель содержание  $\beta$ -эстрадиола в сыворотке крови больше. При анатомическом исследовании у 15-недельных курочек под белыми и желтыми лампами абсолютная масса эпифиза меньше на 10,5–41,7%, чем под зелеными и голубыми, а масса гипофиза, наоборот, больше на 4,8–8,3%. Молодки при разном по цвету освещении не имели достоверных различий по массе яичника и яйцевода, а также длине яйцевода, уровень развития которых соответствовал данному возрасту. При белом и желтом освещении первые признаки начала полового созревания молодых в возрасте 15 недель несколько более выражены, чем под зелеными и голубыми источниками света.*

## FEATURES OF PUBERTAS OF YOUNG EGG CHICKENS WHEN GROWN UNDER MONOCHROMATIC AND WHITE LIGHTING

I.V. Siianova, Candidate of Biological Sc.,

T.V. Kruchinkina, Candidate of Veterinary Sc.

Far Eastern Zonal Research Veterinary Institute, Blagoveshchensk, Russia

*Key words:* young chickens, monochromatic and white lighting, pineal gland, pituitary gland,  $\beta$ -estradiol, ovary, oviduct.

*Abstract. The work was carried out in the Amur region at the Belogorsk poultry farm. In the period from 2015 to 2019, five experiments were carried out taking into account the seasonality. The aim of*

*the study was to identify the influence of the spectral composition of light sources on the pubertation of replacement young egg chickens at the age of 15 weeks: the development of the pineal gland, pituitary gland and genital organs of the youngs. The study on replacement young egg crosses of Hisex White and Decalb White chickens was carried out. In the breeding workshop, four groups of day-old chickens were formed, 200 heads each. From one day of age to 15 weeks, young birds were kept under light of different colors in conditions of gradually decreasing daylight hours from 24 to 12 hours a day and an illumination level from 50-30 to 7-6 lux. White, yellow, green and blue compact fluorescent lamps were used as light sources. In young birds at the age of 30, 60 and 90 days, the live weight was determined by weighing 100 heads from each group. A 15-week-old bird was bled for  $\beta$ -estradiol content at a random selection of 30 birds from each group. For anatomical examination, 5 pullets from each group were sacrificed at the age of 15 weeks, taking into account the body weight required by the norm. The absolute mass of the pineal gland, pituitary gland, ovary, oviduct was determined in the bird, the length of the oviduct was measured. Regardless of the season of the year, the live weight of 90-day-old young in groups under white and yellow illumination had the upper values of the norm, with green and blue it could be at its lower border. Under white and yellow illumination, pullets at 15 weeks of age have higher serum  $\beta$ -estradiol levels. At anatomical examination in 15-week-old chickens under white and yellow lamps, the absolute mass of the pineal gland is less by 10.5 - 41.7% than under green and blue ones, and the mass of the pituitary gland, on the contrary, is more by 4.8 - 8.3%. Pullets with different color illumination did not have significant differences in the mass of the ovary and oviduct, as well as the length of the oviduct, the level of development of which corresponded to a given age. Under white and yellow lighting, the first signs of the onset of puberty at 15 weeks of age are slightly more pronounced than under green and blue light sources.*

В яичном птицеводстве половое созревание молодняка яичных кур регулируют, используя различные режимы освещения. В период выращивания половое созревание цыплят сдерживают, а стимулирующее влияние на него осуществляют после перевода в цеха промышленных кур-несушек. При выращивании молодняка применяют как прерывистые, так и постоянные режимы освещения. Режим постоянного освещения может осуществляться, например, по схеме 9 С (свет) : 15 Т (темнота) [1]. При применении режима с одним световым периодом со дня посадки цыплят и до перевода молодняка в цеха взрослой птицы световой день сокращают с 23 ч 30 мин до 9 ч в сутки, а уровень освещенности – от 40–30 до 7–5 лк [2].

Однако применяемые режимы освещения не всегда учитывают влияние спектрального состава источников света на рост, развитие и половое созревание молодняка яичных кур. По данным исследований российских и зарубежных авторов, не только длина светового дня и уровень освещенности, но и качество освещения влияют на гормональную регуля-

цию репродукции у молодняка. При разном по цвету освещении функциональное взаимодействие между такими структурами, как эпифиз, гипофиз и яичник птицы, меняется [3–6]. Это влияет на содержание половых гормонов в крови молодняка, их половое развитие и дальнейшую репродуктивную способность [7–9].

Главным показателем роста и развития яичных цыплят высокопродуктивных кроссов является их живая масса, которая должна поддерживаться на требуемом уровне в течение всего периода выращивания. После перевода в цеха товарных кур-несушек оптимальные живая масса и уровень полового созревания молодняка при проведении светового стимулирующего воздействия способствуют удлинению продуктивного периода, увеличению яйценоскости на начальную несушку [10–12]. Селекционная работа с современными кроссами яичных кур позволяет сдвигать сроки начала световой стимуляции на более ранний возраст молодняка – 15–16 недель [12, 13]. Это требует повышенного внимания к технологиям клеточного выращивания яичных

цыплят, ее преимуществам и недостаткам, в частности, к особенностям микроклимата, одним из параметров которого является качество освещения в птичнике.

Цель исследований состояла в выявлении влияния спектрального состава источников освещения на половое созревание ремонтного молодняка яичных кур в возрасте 15 недель с учетом развития эпифиза, гипофиза и половых желез молодняка.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование проведено в Амурской области на Белогорской птицефабрике. В период с 2015 по 2019 г. выполнено пять опытов в разные сезоны года. Объектом исследований являлся ремонтный молодняк яичных кроссов кур Хайсекс Уайт и Декалб Уайт.

В каждом опыте в цехах выращивания ремонтного молодняка формировали по четыре группы суточных цыплят с использованием метода пар-аналогов. Каждая группа включала по 200 цыплят. В период клеточного выращивания ремонтного молодняка с суточного возраста до возраста 15 недель световой день постепенно сокращался с 24 до 12 ч в сутки, а уровень освещенности – с 50–30 до 7–6 лк.

Молодняк каждой группы находился в условиях определенного по качеству освещения с суточного возраста до возраста 15 недель. На цыплят контрольной группы оказывали световое воздействие при помощи компактных люминесцентных ламп (КЛЛ) белого цвета с цветовой температурой 4500–5000 К. Цыплята опытных групп находились под монохроматическими лампами: 1-я группа – под желтыми КЛЛ (3000–4500 К), 2-я – под зелеными (длина световой волны 530–550 нм) и 3-я группа – под голубыми (6500–18000 К). Световой поток ламп в каждом опыте выравнивали (от 600 до 780 лм). Мощность ламп составляла 15 Вт, тип цоколя G 23.

Для предупреждения влияния светоизлучения ламп разного спектрального состава на молодняк внутренние стенки клеток заделывали белым пластиком. Остальные

условия содержания цыплят (кормление, вакцинация, дебикирование, рассадка, микроклимат и пр.) были схожими и соответствовали рекомендациям по выращиванию ремонтного молодняка конкретного яичного кросса кур.

Живую массу молодняка определяли во всех опытах по достижении им возраста 30, 60 и 90 дней. Птицу отбирали произвольно, в выборку входило по 100 голов из каждой группы. Использовали весы РН-10Ц13У (Украина). Полученные результаты оценивали, руководствуясь стандартными величинами живой массы для кур финального гибрида, представленными в руководствах по работе с птицей кроссов Хайсекс Уайт и Декалб Уайт [2].

В двух опытах по достижении молодками 15-недельного возраста брали кровь на содержание  $\beta$ -эстрадиола у 30 голов из каждой группы. При этом использовали наборы реагентов для количественного определения  $\beta$ -эстрадиола в биологических жидкостях животных методом иммуноферментного анализа (ИФА-ЭСТРАДИОЛ). Ориентиром служили общепринятые нормы по содержанию  $\beta$ -эстрадиола в крови яичных кур.

Для анатомического исследования органов половой системы молодых в возрасте 15 недель в каждом опыте забивали методом декапитации по 5 птиц из каждой группы. При забое живая масса курочек соответствовала норме для данного возраста и отличалась между особями не более чем на  $\pm 10,0$  г. Анатомическое исследование осуществляли методом изолированного извлечения внутренних органов по Б. Ф. Бессарабову. Тушки обескровливали, извлекали эпифиз, гипофиз, яичник и яйцевод, проводили их визуальную оценку. Взвешивание внутренних органов производили на весах Shinko Denshi с точностью до 0,0001 г. С помощью линейки измеряли длину яйцевода, длину, ширину и толщину яичника, диаметр видимых невооруженным глазом фолликулов на поверхности яичника.

Результаты исследований обрабатывали методами математической статистики при помощи программы Microsoft Excel [15].

Анализировали наибольшие и наименьшие колебания исследуемых показателей в группах молодняка (живая масса, содержание  $\beta$ -эстрадиола в сыворотке крови, абсолютная масса эпифиза, гипофиза, яичника, яйцевода и длина яйцевода).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение влияния белого, желтого, зеленого и голубого освещения на половое созревание ремонтного молодняка показало следующее.

Вне зависимости от цвета освещения показатели живой массы 30-дневных цыплят могли не достигать установленной нормы, что и было зафиксировано в двух опытах из пяти. У более взрослых цыплят живая масса ниже нормы была только в одном из опытов: в 60-дневном возрасте в группе, содержащейся при желтом освещении (меньше на 1,9%), и в 90-дневном возрасте – при голубом (меньше на 1,6%) (табл. 1).

В конце периода выращивания содержание  $\beta$ -эстрадиола в сыворотке крови молодок при белом и желтом освещении было более

Таблица 1

Живая масса ремонтного молодняка в возрасте 30, 60 и 90 дней ( $M \pm m$ ;  $n=100$ ), г  
Live weight of replacement birds at the age of 30, 60 and 90 days ( $M \pm m$ ;  $n = 100$ ), g

Возраст цыплят, дней	Норма	Группа							
		контрольная (белые КЛЛ)		1-я опытная (желтые КЛЛ)		2-я опытная (зеленые КЛЛ)		3-я опытная (голубые КЛЛ)	
		Колебания признака							
		min	max	min	max	min	max	min	max
30	290,0–300,0	278,90± 3,30	323,30± 2,54	281,10± 2,70	317,00± 2,46	280,10± 3,52	312,30± 2,37	279,80± 3,33	318,40± 2,23
60	640–650,0	649,90± 4,69	716,90± 6,72	628,00± 4,49	718,80± 5,45	640,60± 4,85	703,70± 5,49	654,40± 4,75	715,60± 9,25
90	990,0–1010,0	1007,50± 8,78	1060,00± 7,95	1017,30± 7,80	1057,20± 8,15	992,50± 8,60	1060,80± 8,64	974,20± 9,14	1074,80± 6,79

высоким, чем при зеленом и голубом, и достигало верхней границы нормы (табл. 2).

У молодняка под зеленым и голубым освещением содержание  $\beta$ -эстрадиола не превышало средних значений нормы.

При анатомическом исследовании у курочек, выращенных с использованием ламп белого и желтого цвета, абсолютная масса

эпифиза была меньше на 10,5–41,7%, чем в опытных группах при зеленом и голубом освещении (табл. 3).

Абсолютная масса гипофиза, наоборот, была больше на 4,8–8,3% у молодок при белом и желтом освещении в сравнении с птицей, выращиваемой при зеленых и голубых лампах.

Таблица 2

Содержание  $\beta$ -эстрадиола в крови ремонтного молодняка в возрасте 15 недель ( $M \pm m$ ;  $n=30$ ), нмоль/л  
The content of  $\beta$ -estradiol in the blood of replacement calves at the age of 15 weeks ( $M \pm m$ ;  $n = 30$ ), nmol / l

Показатель	Норма	Группа							
		контрольная (белые КЛЛ)		1-я опытная (желтые КЛЛ)		2-я опытная (зеленые КЛЛ)		3-я опытная (голубые КЛЛ)	
		Колебания признака							
		min	max	min	max	min	max	min	max
$\beta$ -эстрадиол	0,250–0,500	0,158± 0,020	0,497± 0,020	0,163± 0,010	0,460± 0,020	0,153± 0,020	0,397± 0,050	0,119± 0,010	0,358± 0,020**

\*\*  $P < 0,01$ .

Таблица 3

Абсолютная масса эпифиза и гипофиза ремонтного молодняка в возрасте 15 недель ( $M \pm m$ ;  $n=5$ ), г  
 Absolute weight of the pineal gland and pituitary gland of replacement young animals  
 at the age of 15 weeks ( $M \pm m$ ;  $n = 5$ ), g

Показатель	Группа							
	контрольная (белые КЛЛ)		1-я опытная (желтые КЛЛ)		2-я опытная (зеленые КЛЛ)		3-я опытная (голубые КЛЛ)	
	Колебания признака							
	min	max	min	max	min	max	min	max
Эпифиз	0,0023± 0,0004	0,0038± 0,0001	0,0030± 0,0001	0,0036± 0,0004	0,0030± 0,0003	0,0042± 0,0002	0,0039± 0,0003	0,0051± 0,0005*
Гипофиз	0,0054± 0,0002	0,0083± 0,0005	0,0062± 0,0007	0,0084± 0,0003	0,0055± 0,0002	0,0079± 0,0007	0,0065± 0,0002	0,0077± 0,0003*

\*  $P < 0,05$ .

При исследовании органов половой системы в группах курочек под разным освещением не установлено значимых различий по абсолютной массе яичника и яйцевода, а также длине яйцевода (табл. 4).

Яичник имел продолговатую форму. Длина его в группах молодых составила

2,3±0,2 см, ширина – 1,2±0,3, высота – 0,4±0,1 см. Поверхность яичника бугристая, образована округлыми фолликулами, плотно прилегающими друг к другу. При измерении линейкой диаметр фолликулов варьирует от 0,05 до 0,1 мм. Встречаются единичные фолликулы диаметром 0,2 мм.

Таблица 4

Абсолютная масса яичника и яйцевода ремонтного молодняка в возрасте 15 недель ( $M \pm m$ ;  $n=5$ ), г  
 Absolute mass of the ovary and oviduct of replacement birds at the age of 15 weeks ( $M \pm m$ ;  $n = 5$ ), g

Показатель	Группа							
	контрольная (белые КЛЛ)		1-я опытная (желтые КЛЛ)		2-я опытная (зеленые КЛЛ)		3-я опытная (голубые КЛЛ)	
	Колебания признака							
	min	max	min	max	min	max	min	max
Яичник	0,45±0,05	0,64±0,05	0,46±0,03	0,71±0,07	0,45±0,02	0,57±0,07	0,47±0,04	0,65±0,06
Яйцевод	0,25±0,02	0,55±0,11	0,22±0,04	0,71±0,44	0,28±0,02	0,50±0,15	0,27±0,03	0,85±0,65
Длина яйцевода, см	10,00±0,29	12,19±0,88	9,15±0,44	11,35±1,33	9,73±0,37	10,68±1,18	9,68±0,18	12,80±1,52

Яйцевод тонкий, стенки эластичные. Полученные результаты анатомического исследования соотносятся с данными российских авторов, изучавших структурно-функциональные особенности репродуктивной системы молодняка яичных кур [9, 16, 17]. Согласно литературным данным, в наших опытах развитие яичника курочек всех групп соответствовало этапу «относительного покоя», продолжающегося с 15- до 120-суточного возраста молодняка [9].

## ВЫВОДЫ

1. Под белым и желтым освещением, вне зависимости от сезона года, живая масса 90-дневного молодняка соответствовала верхней границе нормы, тогда как под зеленым и голубым могла иметь более низкие значения.

2. При белом и желтом освещении в сравнении с зеленым и голубым абсолютная масса эпифиза у курочек в возрасте 15 недель уменьшается, а гипофиза – увеличивается, повышается содержание  $\beta$ -эстрадиола в сы-

воротке крови к верхней границе нормы. Влияние сезона года не установлено.

3. В разные сезоны года отсутствуют признаки увеличения абсолютной массы яичника, яйцевода и длины яйцевода у молодняка при белом и желтом освещении в сравнении с зеленым и голубым.

4. На птицефабриках белое и желтое освещение компактных люминесцентных ламп с цветовой температурой 4500–5000 и 3000–4500 К, световым потоком 600–780 лм

может быть использовано в цехах клеточного выращивания ремонтного молодняка яичных кур с суточного возраста до возраста 15 недель в условиях сокращающегося с 24 до 12 ч в сутки светового дня и уровня освещенности от 50–30 до 7–6 лк в качестве одного из технологических приемов, оказывающих раннее стимулирующее воздействие на половое созревание 15-недельных молодок перед переводом в цеха взрослых кур-несушек.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранова И.А., Батанов С.Д., Широбокова Т.А. Реализация энергосберегающего режима освещения в птицеводческом помещении за счет автоматизированной системы управления // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 2 (93). – С. 37–47.
2. Руководство по содержанию и кормлению родителей и промышленных кур-несушек. – Нидерланды: Ин-т селекции животных, 2008. – 45 с.
3. Гончарова Л.Н. Влияние различных источников освещения на яичную продуктивность кур-несушек // Вестник Алтайского ГАУ. – 2016. – № 11 (145). – С. 95–98.
4. Лопалева Н.Л. Влияние освещенности на яичную продуктивность птицы // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 6 (136). – С. 61–64.
5. Effect of monochromatic light on circadian rhythm of clock genes in chick pinealocytes / S. Ma, Z. Wang, Y. Chen [et al.] // Photochem Photobiol. – 2018. – <https://doi.org/10.1111/php.12963>.
6. Стрельников В.В., Краснопахтова Л.И. Влияние цветового восприятия освещенности на продуктивность и экологически безопасную продукцию птицы // Научный журнал КубГАУ. – 2019. – № 149 (05). – С. 1–10.
7. Monochromatic light-emitting diode (LED) source in layers hens during the second production cycle / R. Borille, R. G. Garcia, I.A. Nääs [et al.] // Rev. bras. eng. agríc. Ambient. – 2015. – Vol. 19, N. 9. – P. 877–881.
8. Lingbin Lu. The effect of Monochromatic light on the expression of estrogen receptors (ER) and progesterone receptors (PR) in ovarian Follicles of the hen // Plos One. Biochemistry. – 2015. – N 10 (12). – P. 1012–1015.
9. Хохлов Р.Ю. Особенности морфологической дифференцировки яичника кур в онтогенезе // Нива Поволжья. – 2009. – № 2 (11). – С. 94–98.
10. Влияние использования источников освещения различного типа в промышленном птицеводстве на продуктивные качества кур-несушек / О.А. Ежова, Ю.Ю. Астахова, В.Г. Борулько [и др.] // Известия Оренбургского ГАУ. – 2019. – № 5 (79), ч. 2. – С. 268–270.
11. Нуралиев Е.Р. Выявление причин болезней птиц, возникших при нарушении светового режима в промышленном птицеводстве // Вестник Алтайского ГАУ. – 2019. – № 3 (173). – С. 115–121.
12. Штеле А.Л. Повышение яйценоскости у высокопродуктивных кур и проблема ее раннего прогнозирования // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 6. – С. 26–35.
13. Кавтарашивили А.Ш., Новоторов Е.Н., Колокольникова Т.Н. Когда начинать световую стимуляцию яичных кур промышленного стада? // Птицеводство. – 2014. – № 5. – С. 10–14.
14. Бессарабов Б.Ф. Незаразные болезни птиц: учеб. – М.: КолосС, 2007. – 174 с.
15. Мидлтон М.П. Анализ статистических данных с использованием Microsoft Excel для Office XP / пер. с англ.; под ред. Г.М. Кобелькова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 296 с.
16. Диких А.А., Фоменко Л.В. Топография и анатомическое строение яйцевода у курицы кросса Хайсек Белый // Вестник Омского ГАУ. Омск. – 2019. – № 1 (33). – С. 83–92.

17. Семенихина Н. М., Жуков В. М. Развитие яичников у кур-несушек под влиянием малавита // Вестник Алтайского ГАУ. – 2014. – № 6 (166). – С. 111–116.

REFERENCES

1. Baranova I. A., Batanov S. D., Shirobokova T. A., *Vestnik NGIEI*, 2019, No. 2 (93), pp. 37–47. (In Russ.)
2. *Rukovodstvo po sodержaniyu i kormleniyu roditelej i promyshlennyh kur-nesushek* (Guidelines for keeping and feeding parents and industrial laying hens), Niderlandy, 2008, 45 p. (In Russ.)
3. Goncharova L. N., *Vestnik Altajskogo GAU*, 2016, No. 11 (145), pp. 95–98. (In Russ.)
4. Lopaeva N. L., *Agrarnyj vestnik Urala*, 2015, No. 6 (136), pp. 61–64. (In Russ.)
5. Ma S., Wang Z., Cao J., Dong Y., Chen Y. Effect of monochromatic light on circadian rhythm of clock genes in chick pinealocytes, *Photochem Photobiol*, 2018, Vol. 94, issue 6, pp. 1263–1272.
6. Strel'nikov V. V., Krasnoplakhtova L. I., *Nauchnyj zhurnal KubGAU*, 2019, No. 149 (05), pp. 1–10. (In Russ.)
7. Borille R., Garcia R. G., Nääs I. A., Caldara F. R., Santana M. R. Monochromatic light-emitting diode (LED) source in layers hens during the second production cycle, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2015, Vol. 19, No. 9, pp. 877–881.
8. Lingbin Lu., Lee D., Gilbert E. R., Cihui Xiao, Ming Xiaoling Zhao, Yan Wang, Yin H., Zhu Q. The effect of monochromatic light on the expression of estrogen receptors (ER) and progesterone receptors (PR) in ovarian follicles of the hen, *Plos One Biochemistry*, 2015, No. 10 (12), pp. 1012–1015.
9. Hohlov R. Yu., *Niva Povolzh'ya*, 2009, No. 2 (11), pp. 94–98. (In Russ.)
10. Ezhova O. A., Astahova Yu. Yu., Borul'ko V. G., Sen'ko A. Ya., *Izvestiya Orenburgskogo GAU*, 2019, No. 5 (79), ch. 2, pp. 268–270. (In Russ.)
11. Nuraliev E. R., *Vestnik Altajskogo GAU*, 2019, No. 3 (173), pp. 115–121. (In Russ.)
12. Shtele A. L., *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 2014, No. 6, pp. 26–35. (In Russ.)
13. Kavtarashvili A. Sh., Novotorov E. N., Kolokol'nikova T. N., *Pticevodstvo*, 2014, No. 5, pp. 10–14. (In Russ.)
14. Bessarabov B. F. *Nezaraznie bolezni ptic* (Non-infectious diseases of birds), Moscow: KolosS, 2007, 174 p. (In Russ.)
15. Midlton M. P. *Analiz statisticheskikh dannykh s ispol'zovaniem Microsoft Excel dlya Office XP* (Analyze statistical data using Microsoft Excel for Office XP), Moscow: BINOM, Laboratoriya znaniy, 2005, 296 p. (In Russ.)
16. Dikih A. A., Fomenko L. V., *Vestnik Omskogo GAU*, 2019, No. 1 (33), pp. 83–92. (In Russ.)
17. Semeniagina N. M., Zhukov V. M., *Vestnik Altajskogo GAU*, 2014, No. 6 (166), pp. 111–116. (In Russ.)