

Effect of smooth switching the light on/off under intermittent LED lighting on the productivity of laying hens

Dmitry Gladin^{1,*} and Alexey Kavtarashvili²

¹ LTD "TECHNOSVET GROUP", Cherepovets, Russia,

² Laboratory of the Technology of Egg Production, Federal Scientific Center "All-Russian Research and Technological Institute of Poultry" of Russian Academy of Sciences, Sergiev Posad, Russia

Abstract. The influence of smooth switching the light on/off on the productivity and viability of laying hens of the SP-789 cross was studied. In the experiments, three identical groups of 120-day-old birds were formed. In the first preliminary experiment, poultry was raised up to 410 days of age, in the second main experiment it was raised up to 350 days of age. All birds were kept in cage batteries under intermittent LED lighting. The light was turned on at 2-3 am, 8-12 am, and 2-5 pm. In both experiments, lights were switched on and off instantaneously in the control group. In the first preliminary experiment, the sunrise and sunset imitations took place each time the light was switched on and off, and lasted 3 minutes in the experimental group No.1 and 6 minutes in the experimental group No. 2. In the second main experiment, in the experimental group No.1 the mode of imitation of sunrise and sunset was similar to that of the experimental group No. 1 of the first preliminary experiment. In the experimental group No. 2, sunrise was simulated only during the first light turn on, and sunset was simulated during the last light turn off (3 min). The best results were obtained in the group with smooth switching the light on at the beginning of the first photoperiod and smooth switching the light off at the end of the last photoperiod (for 3 min). As compared with control, this group showed an increased livestock livability (91.7%) by 1.9%, egg production (171.6 eggs) and yield of egg weight (9.81 kg) per initial and average laying hen by 7.3% and 6.5%. Feed efficiency per 10 eggs (1.33 kg) and 1 kg of egg weight (2.32 kg) decreased by 5.0% and 4.5% respectively.

1 Introduction

Light is one of the main exogenous regulators of the physiological state, growth, development, behavior, and productivity of poultry [1-6].

When raising poultry in windowless poultry houses, artificial lighting is the only source of light. Artificial lightning is characterized by the lighting system, the duration and frequency of alternation of light and dark periods, the intensity of lighting and the radiation spectrum [1, 7-9].

* Corresponding author: gdv72.72@mail.ru

Until recently, incandescent and traditional fluorescent lamps were mainly used for lighting poultry houses. The beginning of the production of lighting systems with LEDs can be considered as a revolutionary stage in the lighting of poultry houses [10]. LEDs have long service life and can be of various wavelengths [11, 12]. They are characterized by low power consumption [13], the possibility of providing local lighting of poultry, low maintenance costs [14]. The high efficiency of LED lighting sources in keeping laying hens is shown in numerous studies [6, 15, 16].

At present, the intermittent light day (17-20) is mainly used in the Russian industrial poultry farming for the cage keeping of egg hens. The long-term studies of traditional and LED lighting sources in keeping egg hens in closed windowless poultry houses have shown that repeated abrupt switching the light on/off in intermittent daylight conditions resulted in increased nervousness and stress of birds and, therefore, inhibits the achievement of high genetically determined vitality and productivity of hens.

This work aimed to study the effect of smooth switching the light on/off (simulation of sunrise and sunset) under intermittent LED lighting on the productivity and viability of egg hens of the productive flocks and to establish a rational mode of light simulation.

2 Materials and methods

To achieve the set aim, two experiments (the first preliminary and the second main) were carried out using the hens of the productive flocks of cross SP-789 in the vivarium of Federal Scientific Center “All-Russian Research and Technological Institute of Poultry” of RAS.

The 120-day-old hens were divided into 3 groups of 216 heads each. The hens were kept in cage batteries (6 animals in a cage) up to 410 days of age in the first preliminary experiment and up to 350 days of age in the second main experiment. Intermittent 1L:5D:4L:2D:3L:9D (L-light, D-darkness) light regime was used in the experiments. The light was turned on at 2-3 am, 8-12 am, and 2-5 pm. White warm spectrum LED lamps with color temperatures of 2700-3200 K were used; the illumination intensity at the level of the feeders was 10 lx on average.

In both experiments, lights were switched on and off instantaneously in the control group.

In the first preliminary experiment, the sunrise and sunset imitations took place each time the light was switched on and off, and lasted 3 minutes in the experimental group No.1 and 6 minutes in the experimental group No. 2.

In the second main experiment, in the experimental group No.1 the mode of imitation of sunrise and sunset was similar to that of the experimental group No. 1 of the first preliminary experiment (the best group). In the experimental group No. 2, sunrise was simulated only during the first light turn on, and sunset was simulated during the last light turn off for 3 min each.

Other keeping and feeding conditions were identical for all poultry groups and met the recommended standards.

3 Results

The results of the first preliminary experiment (Table 1) show that gradual switching the light on/off (imitation of sunrise and sunset) in the experimental groups Nos.1 and 2 resulted in increased livability of laying hens by 2.8% compared with the control, where lighting was instantaneously turned on and off (without imitation).

The live body weight of laying hens was not influenced by the light switching mode, no reliable differences between the groups were recorded at all age periods.

The egg production per initial and average laying hens was the highest in the experimental group No.1 (lights were smoothly switched on and off for 3 minutes). These indicators were 3.6-6.6% and 2.6-4.5% higher than in the control and the experimental group No.2, respectively. The lowest egg production was recorded in the control group.

The average egg weight in the control group was 0.5-0.6 g or 0.87-1.05% worse than that in the experimental groups Nos.1 and 2, but the difference between the groups was not statistically significant.

Table 1. Zootechnical parameters obtained in the first preliminary experiment

Indicator	Group		
	Control	Experimental No.1	Experimental No.2
Livability of laying hens, %	90.3	93.1	93.1
Live body weight of laying hens (g) at the age of:			
20 weeks	1445±13.9	1466±14.8	1477±14.3
30 weeks	1524±27.5	1533±18.7	1542±11.8
40 weeks	1582±13.0	1593±24.1	1556±25.9
50 weeks	1631±33.6	1646±27.2	1669±28.4
60 weeks	1656±31.5	1670±23.8	1688±31.8
Egg production per initial laying hen, pcs.	199.3	212.4	205.1
Egg production per average laying hen, pcs.	211.2	220.6	215.0
Average weight of eggs, g	56.8±0.20	57.3±0.20	57.4±0.23
Yield of egg weight per initial laying hen, kg	11.26	12.20	11.82
Yield of egg weight per average laying hen, kg	11.93	12.67	12.39
Feed efficiency per 10 eggs, kg	1.42	1.36	1.39
Feed efficiency per 1 kg of egg weight, kg	2.51	2.37	2.42

The yield of egg weight per initial and average laying hens was the highest in the experimental group No.1. These indicators were 3.2-8.3% and 2.3-6.2% higher than in the control and the experimental group No.2, respectively. The lowest values were in the control group.

Poultry received complete foddors according to the norms recommended for the SP-789 cross, so the feed consumption per head per day in all groups was almost the same (111.0-111.1 g). However, the feed efficiency per unit production was the lowest in the experimental group No.1, 2.2-4.2 and 2.1-5.6% lower for 10 eggs and 1 kg of egg weight than in the control and the experimental group No.2, respectively. The laying hens of the control group spent the most feed per unit of production.

The second main experiment (Table 2) showed that during the whole period of keeping chickens the highest livability was registered in the experimental group No.1 with imitation of sunrise and sunset at each switching the light on and off. This indicator was 0.9-2.8% higher than in the control and the experimental group No.2. This indicator was the lowest in the control group, with instantaneous switching the light on and off.

As in the first preliminary experiment, smooth switching the light on/off had no effect on the live body weight of hens, in all age periods the groups did not differ significantly in this indicator.

The laying hens of the experimental group No.2 reached the 5%, 25%, 50%, 75% and peak egg production 2-3, 1-2, 3, 5-6 and 35-77 days earlier, respectively, than those in the control and experimental group No.1. The control and experimental group No.1 differed

little by the age of achieving the specified levels of productivity. However, the hens of the experimental group No.1 reached the egg production peak 42 days earlier than in the control group.

Table 2. Zootechnical parameters obtained in the second main experiment

Indicator	Group		
	Control	Experimental No.1	Experimental No.2
Livability of laying hens, %	89.8	92.6	91.7
Live body weight of laying hens (g) at the age of:			
20 weeks	1422±16.5	1445±17.5	1436±13.6
30 weeks	1579±20.5	1547±20.1	1534±17.8
40 weeks	1614±27.5	1659±23.8	1646±17.6
50 weeks	1702±28.0	1727±31.2	1715±29.2
Age of laying hens (days) at different levels of egg production, %:			
5	129	128	126
25	134	135	133
50	140	140	137
75	148	147	142
peak	247	205	170
Egg production per initial laying hen, pcs.	159.9	167.7	171.6
Egg production per average laying hen, pcs.	166.7	172.9	176.4
Average weight of eggs, g	57.1±0.25	56.7±0.23	56.8±0.24
Yield of egg weight per initial laying hen, kg	9.21	9.49	9.81
Yield of egg weight per average laying hen, kg	9.61	9.79	10.10
Feed efficiency per 10 eggs, kg	1.40	1.35	1.33
Feed efficiency per 1 kg of egg weight, kg	2.43	2.39	2.32

During the experiment period, 2.3-7.3% and 2.0-5.8% more eggs were obtained per initial and average laying hens in the experimental group No.2 than in the control and experimental group No.1, respectively. The lowest values were observed in the control group, when the light was turned on and off without imitation of sunrise and sunset.

There were no significant differences in egg weight between the groups. However, the experimental group No.2 showed a higher egg production, so 3.4-6.5% and 3.2-5.1% higher egg weight was obtained per initial and average laying hens than in the control and experimental group No.1, respectively. These indicators were minimal in the control group.

The maximum egg production and yield of egg weight in the experimental group No.2 had a significant impact on the conversion of feed to products, the feed efficiency per 10 eggs and 1 kg of egg weight were, respectively, 1.5-5.0 and 2.9-4.5% lower than in the control and the experimental group No.1. The feed efficiency per unit production was the highest in the control group.

Morphological and chemical analysis of eggs showed that, on average, the groups did not differ significantly in the absolute weights of yolk, egg white, eggshell and shell thickness during the experiment. The advantage of the experimental groups Nos.1 and 2 over the control by 0.6-0.7% in the relative weight of the yolk and the lag by 0.3-0.4% in the relative weight of the egg white and by 0.3% in the relative weight of the eggshell were tending.

Table 3. Morphological and chemical parameters of eggs in the second main experiment

Indicator	Group		
	Control	Experimental No.1	Experimental No.2
Absolute weight of egg yolk, g	14.0±0.40	14.7±0.41	14.2±0.43
Relative weight of egg yolk, %	24.8	25.5	25.4
Absolute weight of egg white, g	36.2±0.38	36.8±0.51	35.8±0.39
Relative weight of egg white, %	64.2	63.8	63.9
Absolute weight of egg shells, g	6.2±0.07	6.2±0.06	6.0±0.08
Relative weight of egg shells, %	11.0	10.7	10.7
Eggshell thickness, µm	354±3.8	354±4.3	355±6.2
Calcium content in eggshell, %	37.55	37.41	37.40
Content in egg yolk, µg/g:			
Carotenoids	13.10	12.95	12.89
Vitamin A	7.43	7.14	6.53
Vitamin E	92.24	92.45	92.96
Vitamin B ₂	5.65	5.68	5.72
Vitamin B ₂ content in egg white, µg/g	4.45	4.84	4.93

There were practically no differences between the groups in the content of calcium in eggshell, carotenoids, vitamins A, E and B₂ in yolk, vitamin B₂ in egg white. The existing differences were within the error margin.

The cutting of hens showed that both at 20 and 40 weeks of age, the best development of reproductive organs was observed in hens of the experimental groups Nos. 1 and 2. The superiority of the experimental groups over the control was: at the age of 20 weeks in absolute and relative weight of the ovary 4.6–7.4 g (36.7–39.5 g) and 0.27–0.58% (2.51–2.82%), absolute and relative weight of the oviduct 5.5–5.9 g (51.7–52.1 g) and 0.31–0.48% (3.54–3.71%), oviduct length 6.3–8.7 cm (62.3–64.7 cm) or 11.3–15.5%; at the age of 40 weeks in absolute and relative weight of the ovary 8.3–8.9 g (50.7–51.3 g) and 0.43–0.50% (3.07–3.14%), absolute and relative weight of the oviduct 7.1–8.0 g (63.7–64.6 g) and 0.33–0.42% (3.86–3.95%), oviduct length 6.1–10.1 cm (65.3–69.3 cm) or 10.3–17.1%, respectively. However, the difference between the groups was not statistically significant.

4 Conclusion

Based on the results obtained in two experiments, we can conclude that when keeping laying hens under intermittent LED lighting, the most effective mode was when the sunrise and sunset imitations took place each time the light was switched on and off, and lasted 3 minutes. The smooth switching the light on/off in comparison with the instantaneous switching the light on/off made it possible to increase the livestock livability by 1.9%, egg production and yield of egg weight per initial and average laying hens by 7.3%, 5.8%, 6.5%, 5.1%; as well as to reduce feed efficiency per 10 eggs and 1 kg of egg weight by 5.0% and 4.5%, without significant changes in the quality of eggs.

References

1. R. Parvin, M.M.H. Mushtaq, M.J. Kim, H.C. Choi. Light emitting diode (LED) as a source of monochromatic light: a novel lighting approach for behavior, physiology

- and welfare of poultry. *World's Poult. Sci. J.* **70**(3), 543–556 (2014)
doi:10.1017/S0043933914000592.
2. M.F.A. Farghly, K.M. Mahrose, Z.U. Rehman, Sh. Yu, M.G. Abdelfattah, O.H. El-Garhy. Intermittent lighting regime as a tool to enhance egg production and eggshell thickness in Rhode Island Red laying hens. *Poultry Sci.* **98**, 2459–2465 (2019)
<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez021>
 3. P. Lewis, T. Morris. *Poultry lighting: the theory and practice* (Nottingham, UK: Nottingham University Press), 168 (2006)
 4. A. Geng, S. Xu, Y. Zhang, J. Zhang, Q. Chu, H. Liu. Effects of photoperiod on broodiness, egg-laying and endocrine responses in native laying hens. *Br. Poult. Sci.* **55**(2), 264–269 (2014) doi:10.1080/00071668.2013.878782
 5. H.H. Mohammed. Assessment of the role of light in welfare of layers. *SVU – Inter. J. of Vet. Sci.* **2**(1), 36–50 (2019) doi:10.21608/svu.2019.23176
 6. D. Gladin, A. Kavtarashvili. Color temperature of led light-emitting diodes lighting devices and productivity of laying hens. *Pricing Methodology. E3S Web of Conferences.* **247** 01039 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124701039>
 7. D.K. Andrews, N.G. Zimmerman. A comparison of energy efficient house lighting source and photoperiods. *Poultry Sci.* **69**(9) 1471–1479 (1990)
doi:10.3382/ps.0691471
 8. R. Borille, R.G. Garcia, A.F.B. Royer. The use of light-emitting diodes (LED) in commercial layer production. *Brazilian J. Poult. Sci.* **15**(2) 135–140 (2013)
doi:10.1590/S1516-635X2013000200009
 9. W.B.B. Morrill, J.M.C. Barnabé, T.P.N. Da Silva, H. Pandorfi, A.S. Gouveia-Neto, W.S. Souza. The effect of RGB monochromatic and polychromatic LED lighting on growth performance, behavior, and development of broilers. *Proceedings of Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers. San Francisco CA USA Wellington.* (2014)
doi:10.1117/12.2036602
 10. V.I. Fisinin, A.Sh. Kavtarashvili, E.N. Novotorov. Light sources based on LEDs - the future in lighting of poultry houses. *Ptitsevodstvo.* **2**, 27-29 (2010)
 11. M.G. Craford. Light emitting diode display, in *Flat-panel displays and CRTs.* New York, Van Nostrand Reinhold Co. 289-331 (1985)
 12. M. Karakaya, S.S. Parlat, M.T. Yilmaz, I. Yildirim, B. Ozalp. Growth performance and quality properties of meat from broiler chickens reared under different monochromatic light sources. *Brit. Poult. Sci.* **50**(1), 76-82 (2009) doi: 10.1080/00071660802629571
 13. B. Huber-Eicher, A. Suter, P. Spring-Stahli. Effects of coloured light-emitting diode illumination on behaviour and performance of laying hens. *Poultry Sci.* **92**(4), 869–873 (2013) doi:10.3382/ps.2012-02679
 14. I. Rozenboim, E. Zilberman, G. Gvanyahu. New monochromatic light source for laying hens. *Poultry Sci.* **77**(11), 1695–1698 (1998) doi:10.1093/ps/77.11.1695
 15. E.N. Novotorov. Productivity of industrial laying hens under different sources of light. Thesis for the degree of Cand. of Agric. Sciences. Sergiev Posad, 130 (2008)
 16. D.V. Gladin. LED local lighting in the production of chicken eggs. Thesis for the degree of Cand. of Agric. Sciences. Sergiev Posad, 178 (2017)
 17. G.A. Kirdyashkina. Intermittent lighting of breeding egg hens at artificial insemination. Thesis for the degree of Cand. of Agric. Sciences. Sergiev Posad, 150 (2005)
 18. A.Sh. Kavtarashvili. His Majesty Light - a fundamental factor in egg production. *Poultry and Poultry Products* **5**, 45-47 (2007)
 19. N.A. Markova. Growing and keeping of laying hens of industrial flocks under different lighting regimes Thesis for the degree of Cand. of Agric. Sciences. Moscow, 112 (2009)

20. A.G. Shkuro. Development of innovative ways of selecting egg hens according to the biological rhythms of oviposition. Thesis for the degree of Cand. of Agric. Sciences. Krasnodar, 121 (2020).

ВЛИЯНИЕ ПЛАВНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ И ВЫКЛЮЧЕНИЯ СВЕТА В УСЛОВИЯХ ПРЕРЫВИСТОГО СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУР-НЕСУШЕК

Дмитрий Викторович Гладин¹

¹ООО «ТЕХНОСВЕТ ГРУПП», Череповец, Россия, e-mail - gdv72.72@mail.ru

Алексей Шамилович Кавтарашвили²

²Лаборатория технологии производства яиц Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт птицеводства» РАН, Сергиев Посад, Россия, e-mail - alexk@vnitip.ru

Ключевые слова: куры-несушки, прерывистое освещение, светодиодные светильники, плавное включение и выключение света, сохранность, продуктивность, затраты корма.

Аннотация.

В работе изучено влияние плавного включения и выключения света на продуктивность и жизнеспособность кур-несушек кросса «СП 789». В опытах из 120-суточной птицы было сформировано по 3 идентичные группы. Птицу до 410-суточного возраста в первом рекогносцировочном и 350-суточного возраста во втором основном опытах содержали в клеточных батареях на фоне прерывистого светодиодного освещения (фотопериоды: 2-3, 8-12 и 14-17 ч). В обоих опытах в контрольной группе осуществляли одномоментное включение и выключение света, а в опытных группах – плавное включение и выключение. В опыте 1, плавное включение и выключение света осуществляли при каждом фотопериоде продолжительностью в 3 мин в первой и 6 мин во второй опытной группах. В опыте 2, в первой опытной группе режим был аналогичным режиму первой опытной группы опыта 1, а во второй опытной группе плавное включение света осуществляли в начале первого фотопериода и отключение света в конце последнего фотопериода продолжительностью в 3 мин. Лучшие результаты получены при плавном включении света в начале первого фотопериода и плавном отключении света в конце последнего фотопериода длительностью в 3 мин – в сравнении с контрольной группой повысилась сохранность поголовья (91,7%) на 1,9%, яйценоскость (171,6 шт.) и выход яичной массы (9,81 кг) на начальную несушек – на 7.3 и 6.5%, снизились затраты кормов на 10 яиц (1,33 кг) и 1 кг яичной массы (2,32 кг) на 5.0 и 4.5% соответственно.

Введение

Свет – один из основных экзогенных регуляторов физиологического состояния, роста, развития, поведения и продуктивности птицы [1-6]

При разведении сельскохозяйственной птицы в безоконных птичниках, искусственное освещение является единственным источником света, где основными его факторами считаются система освещения, режим изменения продолжительности и кратности чередования световых и темновых периодов, интенсивность освещения и спектр излучения [1, 7-9].

До недавнего времени для освещения птичников в основном использовали лампы накаливания и традиционные люминесцентные лампы. Революционным этапом в освещении птицеводческих помещений можно считать начало производства осветительных систем со светодиодами [10] в связи большого их срока службы и доступности разной длины волны [11, 12], низкому потреблению электроэнергии [13], возможности обеспечения локального освещения птицы, незначительным затратам на обслуживание [14]. В многочисленных исследованиях, последних лет была показана

высокая эффективность светодиодных источников освещения при содержании яичных кур-несушек [6, 15, 16].

В настоящее время в промышленном птицеводстве нашей страны при клеточном содержании кур яичных кроссов повсеместно применяют режимы с прерывистым световым днем (17-20). Многолетние наблюдения при использовании как традиционных, так и светодиодных источников освещения при содержании кур яичных кроссов в закрытых безоконных птичниках показали, что многократное резкое включение и выключение света в условиях прерывистого светового дня приводит к повышенной нервозности, стрессогенности птицы и, следовательно, сдерживает достижение высокой генетически определенной жизнеспособности и продуктивности кур.

Цель нашей работы заключалась в изучении влияния плавного включения и выключения света (имитации восхода и заката солнца) в условиях прерывистого светодиодного освещения на продуктивность и жизнеспособность яичных кур промышленного стада и установлении рационального режима имитации.

Материал и методы

Для достижения поставленной цели в виварии ФНЦ «ВНИТИП» РАН на курах промышленного стада кросса «СП-789» провели два опыта (первый рекогносцировочный и второй основной).

В опытах из 120-суточного ремонтного молодняка сформировали (методом аналогов) по 3 группы (216 голов в группе), которых содержали в клеточных батареях (по 6 голов в клетке): до 410-суточного возраста в первом рекогносцировочном и 350-суточного возраста во втором основном опыте. Во опытах использовали режим прерывистого светового дня 1С:5Т:4С:2Т:3С:9Т, при этом свет включали в периоды времени суток: 2-3, 8-12 и 14-17 ч. Для освещения использовали светодиодные лампы белого теплого спектра с цветовой температурой 2700-3200 К, освещенность в среднем на уровне кормушек составляла 10 лк.

В обоих опытах в контрольной группе осуществляли одномоментное включение и выключение света.

В рекогносцировочном опыте 1, в опытных группах при каждом включении света имитировали восход солнца и выключении света – закат солнца продолжительностью по 3 минуты в первой и 6 мин во второй группе соответственно.

В основном опыте 2, в первой опытной группе режим имитации восхода и заката солнца был аналогичным режиму первой опытной группы рекогносцировочного опыта 1 (лучшая группа). Во второй опытной группе восход солнца имитировали только при первом включении света, а закат солнца – при последнем выключении света продолжительностью по 3 мин.

Другие условия содержания и кормления были идентичными для птицы всех групп, и соответствовали рекомендуемым нормам.

Результаты исследований

Результаты рекогносцировочного опыта 1 (табл. 1) показывают, что плавное включение и выключение света (имитация восхода и заката солнца) в первой и во второй опытных группах привела к повышению сохранности поголовья кур-несушек на 2.8% по сравнению с контролем, где освещение включали и выключали одномоментно до заданного уровня (без имитации).

На живую массу кур-несушек плавное включение и выключение света влияние не оказало, во все возрастные периоды достоверных различий между группами по этому показателю не зафиксированы.

В расчете на первоначальную и среднюю несушку по яйценоскости лидировала первая опытная группа при плавном включении и выключении света длительностью в 3 мин – показатели были соответственно на 3.6–6.6 и 2.6–4.5% выше, чем в контрольной и второй опытной группе, при этом наименьшая яйценоскость была зарегистрирована в

контрольной группе.

Несушки контрольной группы по средней массе яиц на 0.5-0.6 г или на 0.87-1.05% уступали птице первой и второй опытной групп, но разности между группами были статистически недостоверны.

Таблица 1. Зоотехнические показатели, полученные в рекогносцировочном опыте 1

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная 1	опытная 2
Сохранность поголовья кур-несушек, %	90.3	93.1	93.1
Живая масса кур-несушек (г) в возрасте:			
20 недель	1445±13.9	1466±14.8	1477±14.3
30 недель	1524±27.5	1533±18.7	1542±11.8
40 недель	1582±13.0	1593±24.1	1556±25.9
50 недель	1631±33,6	1646±27.2	1669±28.4
60 недель	1656±31.5	1670±23.8	1688±31.8
Яйценоскость на первоначальную несушку, шт.	199.3	212.4	205.1
Яйценоскость на среднюю несушку, шт.	211.2	220.6	215.0
Средняя масса яиц кур-несушек, г	56.8±0.20	57.3±0.20	57.4±0.23
Выход яичной массы на первоначальную несушку, кг	11.26	12.20	11.82
Выход яичной массы на среднюю несушку, кг	11.93	12.67	12.39
Затраты кормов на 10 яиц, кг	1.42	1.36	1.39
Затраты кормов на 1 кг яичной массы, кг	2.51	2.37	2.42

В расчете на первоначальную и среднюю несушек выход яичной массы имел максимальное значение в первой опытной группе, а именно на 3.2–8.3 и 2.3–6.2% выше, чем в контрольной и второй опытной группах соответственно. Самыми низкими были показатели в контрольной группе.

Кормление птицы полнорационными комбикормами по нормам, рекомендованным для кросса «СП 789» стало причиной практически одинакового расхода корма на 1 голову в сутки во всех группах (111.0–111.1 г), но затраты кормов на единицу продукции были наименьшими в первой опытной группе – на 2.2–4.2 и 2.1-5.6% ниже на 10 яиц и 1 кг яичной массы, чем в контрольной и второй опытной группах соответственно. Больше всего корма на единицу продукции тратили куры-несушки контрольной группы.

Основной опыт 2 (табл. 2) показал – за весь период содержания кур самая высокая сохранность была зарегистрирована в первой опытной группе с имитацией восхода и заката солнца при каждом включении и выключении света, а именно, на 0.9–2.8% больше, чем в контрольной и второй опытной группах. Наименьшим этот показатель был в контрольной группе, при одномоментном (без имитации) включении и выключении света.

Как и в рекогносцировочном опыте 1, плавное включение и выключение света не оказало влияние на живую массу кур, во все возрастные периоды по этому показателю группы отличались несущественно.

Куры-несушки второй опытной группы на 2–3, 1–2, 3, 5–6 и 35–77 дней раньше достигли 5-, 25-, 50-, 75%-ую и пик яйценоскости соответственно, чем в контрольной и первой опытной группах, которые по возрастам достижения указанных уровней продуктивности мало отличались за исключением ее пика, который птица первой опытной группы достигла на 42 дня раньше, чем в контрольной группе.

Таблица 2. Зоотехнические показатели, полученные в основном опыте 2

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная 1	опытная 2

Сохранность поголовья кур-несушек, %	89.8	92.6	91.7
Живая масса кур-несушек (г) в возрасте:			
20 недель	1422±16.5	1445±17.5	1436±13.6
30 недель	1579±20.5	1547±20.1	1534±17.8
40 недель	1614±27.5	1659±23.8	1646±17.6
50 недель	1702±28.0	1727±31.2	1715±29.2
Возраст кур-несушек (сут.) при достижении различных уровней яйценоскости, %:			
5	129	128	126
25	134	135	133
50	140	140	137
75	148	147	142
пик	247	205	170
Яйценоскость на первоначальную несушку, шт.	159.9	167.7	171.6
Яйценоскость на среднюю несушку, шт.	166.7	172.9	176.4
Средняя масса яиц кур-несушек, г	57.1±0.25	56.7±0.23	56.8±0.24
Выход яичной массы на первоначальную несушку, кг	9.21	9.49	9.81
Выход яичной массы на среднюю несушку, кг	9.61	9.79	10.10
Затраты кормов на 10 яиц, кг	1.40	1.35	1.33
Затраты кормов на 1 кг яичной массы, кг	2.43	2.39	2.32

В расчете на первоначальную и среднюю несушек во второй опытной группе за период эксперимента было получено соответственно на 2.3–7.3 и 2.0–5.8% больше яиц, чем в контрольной и первой опытной группах. Наименьшие показатели наблюдались в контрольной группе – при включении и выключении света без имитации восхода и заката солнца.

Достоверных различий по массе яиц между группами не отмечалось, но, в связи с более высокой яйценоскостью во второй опытной группе в расчете на первоначальную и среднюю несушку было получено соответственно на 3.4–6.5 и 3.2–5.1% больше яичной массы, чем в контрольной и первой опытной группах. Минимальными эти показатели были в контрольной группе.

Существенное влияние на конверсию корма в продукцию оказали максимальные значения яйценоскости и выхода яичной массы во второй опытной группе, затраты кормов в расчете на 10 яиц и 1 кг яичной массы были соответственно на 1.5–5.0 и 2.9–4.5% ниже, чем в контрольной и первой опытной группах. Затраты корма на единицу продукции самыми высокими оказались в контрольной группе.

Морфологический и химический анализ яиц показал, что в среднем за период эксперимента группы несущественно отличались по абсолютной массе желтка, белка, скорлупы и толщине скорлупы яиц. Превосходство первой и второй опытных групп над контролем на 0.6-0.7% по относительной массе желтка, а также отставание на 0.3-0.4% по относительной массе белка и на 0.3% по относительной массе скорлупы яиц носило характер тенденции.

Таблица 3. Морфологические и химические показатели яиц в основном опыте 2

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная 1	опытная 2
Абсолютная масса желтка яиц, г	14.0±0.40	14.7±0.41	14.2±0.43
Относительная масса желтка яиц, %	24.8	25.5	25.4
Абсолютная масса белка яиц, г	36.2±0.38	36.8±0.51	35.8±0.39
Относительная масса белка яиц, %	64,2	63.8	63.9
Абсолютная масса скорлупы яиц, г	6.2±0.07	6.2±0.06	6.0±0.08

Относительная масса скорлупы яиц, %	11.0	10.7	10.7
Толщина скорлупы яиц, мкм	354±3.8	354±4.3	355±6.2
Содержание в скорлупе яиц кальция, %	37.55	37.41	37.40
Содержание в желтке яиц, мкг/г:			
каротиноидов	13.10	12.95	12.89
витамина А	7.43	7.14	6.53
витамина Е	92.24	92.45	92.96
Витамина В2	5.65	5.68	5.72
Содержание в белке яиц витамина В2, мкг/г	4.45	4.84	4.93

Отличия в группах практически не было по содержанию в скорлупе кальция, в желтке – каротиноидов, витаминов А, Е и В₂, в белке – витамина В₂, а существующие различия находились в пределах погрешности анализа.

Как в 20-, так и 40-недельном возрасте, как показали результаты анатомической разделки кур, лучшим развитием репродуктивных органов характеризовались куры первой и второй опытных групп, с некоторым превалированием последней. Так, превосходство опытных групп над контролем составило: в 20-недельном возрасте по абсолютной и относительной массе яичника 4.6–7.4 г (36.7–39.5 г) и 0.27–0.58% (2.51–2.82%), яйцевода – 5.5–5.9 г (51.7–52.1 г) и 0.31–0.48% (3.54–3.71%), длине яйцевода 6.3–8.7 см (62.3–64.7 см) или 11.3–15.5%; в 40-недельном возрасте по абсолютной и относительной массе яичника 8.3–8.9 г (50.7–51.3 г) и 0.43–0.50% (3.07–3.14%), яйцевода – 7.1–8.0 г (63.7–64.6 г) и 0.33–0.42% (3.86–3.95%), по длине яйцевода 6.1–10.1 см (65.3–69.3 см) или 10.3–17.1% соответственно. Однако, разность между группами была статистически недостоверна.

Заключение

На основании полученных в двух экспериментах результатов можно заключить, что при содержании яичных кур-несушек на фоне прерывистого светодиодного освещения наиболее эффективным является режим имитации восхода солнца при первом включении света и заката солнца – при последнем выключении света длительностью в 3 минуты. Использование указанного режима плавного включения и выключения света в сравнении с контрольной группой (одномоментное включение света) позволило повысить сохранность поголовья на 1.9%, яйценоскость и выход яичной массы в расчете на первоначальную и среднюю несушек – на 7.3, 5.8 и 6.5, 5.1%, снизить затраты кормов в расчете на 10 яиц и 1 кг яичной массы на 5.0 и 4.5% соответственно, без значимых изменений качественных показателей яиц.

Литература

1. R. Parvin, M.M.H. Mushtaq, M.J. Kim, H.C. Choi. Light emitting diode (LED) as a source of monochromatic light: a novel lighting approach for behavior, physiology and welfare of poultry. *World's Poult. Sci. J.* **70**(3), 543–556 (2014) doi:10.1017/S0043933914000592.
2. M.F.A. Farghly, K.M. Mahrose, Z.U. Rehman, Sh. Yu, M.G. Abdelfattah, O.H. El-Garhy. Intermittent lighting regime as a tool to enhance egg production and eggshell thickness in Rhode Island Red laying hens. *Poultry Sci.* **98**, 2459–2465 (2019) <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez021>
3. P. Lewis, T. Morris. *Poultry lighting: the theory and practice* (Nottingham, UK: Nottingham University Press), 168 (2006)
4. A. Geng, S. Xu, Y. Zhang, J. Zhang, Q. Chu, H. Liu. Effects of photoperiod on broodiness, egg-laying and endocrine responses in native laying hens. *Br. Poult. Sci.* **55**(2), 264–269 (2014) doi:10.1080/00071668.2013.878782
5. H.H. Mohammed. Assessment of the role of light in welfare of layers. *SVU – Inter. J. of Vet. Sci.* **2**(1), 36–50 (2019) doi:10.21608/svu.2019.23176

6. D. Gladin, A. Kavtarashvili. Color temperature of led light-emitting diodes lighting devices and productivity of laying hens. *Pricing Methodology. E3S Web of Conferences*. **247** 01039 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124701039>
7. D.K. Andrews, N.G. Zimmerman. A comparison of energy efficient house lighting source and photoperiods. *Poultry Sci.* **69**(9) 1471–1479 (1990) doi:10.3382/ps.0691471
8. R. Borille, R.G. Garcia, A.F.B. Royer. The use of light-emitting diodes (LED) in commercial layer production. *Brazilian J. Poult. Sci.* **15**(2) 135–140 (2013) doi:10.1590/S1516-635X2013000200009
9. W.B.B. Morrill, J.M.C. Barnabé, T.P.N. Da Silva, H. Pandorfi, A.S. Gouveia-Neto, W.S. Souza. The effect of RGB monochromatic and polychromatic LED lighting on growth performance, behavior, and development of broilers. *Proceedings of Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers. San Francisco CA USA Wellington*. (2014) doi:10.1117/12.2036602
10. В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов. Светильники на основе светодиодов – будущее в освещении птицеводческих помещений. *Птицеводство*. 2, 27–29 (2010)
11. M.G. Craford. Light emitting diode display, in: TANNAS, L.E. (Ed.) *Flat-panel display and CRTs*. New York, Van Nostrand Reinhold Co. 289–331 (1985)
12. M. Karakaya, S.S. Parlat, M.T. Yilmaz, I. Yildirim, B. Ozalp. Growth performance and quality properties of meat from broiler chickens reared under different monochromatic light sources. *Brit. Poult. Sci.* **50**(1), 76–82 (2009) doi: 10.1080/00071660802629571
13. B. Huber–Eicher, A. Suter, P. Spring–Stahli. Effects of coloured light–emitting diode illumination on behaviour and performance of laying hens. *Poultry Sci.* **92**(4), 869–873 (2013) doi:10.3382/ps.2012-02679
14. I. Rozenboim, E. Zilberman, G. Gvaryahu. New monochromatic light source for laying hens. *Poultry Sci.* **77**(11), 1695–1698 (1998) doi:10.1093/ps/77.11.1695
15. Е.Н. Новоторов. Продуктивность промышленных кур-несушек при различных источниках освещении (дис. ... канд. с.-х. наук, Сергиев Посад). 130 (2008)
16. Д.В. Гладин. Светодиодное локальное освещение при производстве яиц кур (дис. ... канд. с.-х. наук, Сергиев Посад). 178 (2017)
17. Г.А. Кирдяшкина. Прерывистое освещение племенных кур яичных кроссов при искусственном осеменении (дис. ... канд. с.-х. наук, Сергиев Посад). 150 (2005)
18. А.Ш. Кавтарашвили. Его величество свет – основополагающий фактор в яичном птицеводстве. *Птица и птицепродукты* 5, 45–47 (2007)
19. Н.А. Маркова. Выращивание и содержание кур-несушек промышленного стада в условиях различных режимов освещения (дис. ... канд. с.-х. наук, Москва). 112 (2009)
20. А.Г. Шкуро. Разработка инновационных способов отбора яичных кур по биологическим ритмам яйцекладки (дис. ... канд. с.-х. наук, Краснодар). 121 (2020)