Научная статья

УДК 636.52/.58:636.083.312.5

Равномерность освещения клеточных батарей и продуктивность кур-несушек при различных кривых силы света светодиодных светильников

Алексей Шамилович Кавтарашвили[1], Евгений Николаевич Новоторов[1], Дмитрий Викторович Гладин[2]

[1]ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук (ФНЦ «ВНИТИП» РАН); [2]ООО «ТЕХНОСВЕТ ГРУПП»

Аннотация: *Влияние светодиодных светильников с 4 различными кривыми силы света (КСС) на равномерность освещения 3-ярусных клеточных батарей, жизнеспособность и продуктивность кур-несушек было изучено на 4 группах промышленных несушек Декалб 140-320 дневного возраста (4 группы по 144 гол., 3 подгруппы по 48 гол. в каждой группе по ярусам батарей). Установлено, что в птичнике при размещении светильников с интервалом 1,5 м горизонтально вдоль клеточных батарей в проходах между ними лучшую равномерность освещенности в вертикальной плоскости обеспечивают светильники с КСС 110^{0}x60^0, что позволило повысить сохранность птицы на 0,7-2,1% по сравнению с другими испытанными вариантами. Использование светильников с КСС 120^{0}x120^0 и 110^{0}x60^0 дало возможность получить практически одинаковую яйценоскость на начальную и среднюю несушку, на 1,6-3,4 и 1,5-3,3% соответственно выше, чем при КСС 90^{0}x70^0 и 120^{0}x90^0. Куры при КСС 120^{0}x120^0 по сравнению с 110^{0}x60^0, 90^{0}x70^0 и 120^{0}x90^0 имели более высокую массу яиц (P<0,001), выходы яичной массы на несушку и яиц отборной категории, при лучшей конверсии кормов в яичную массу. Поскольку использование вторичной оптики (линейных линз) на светильниках для создания КСС 110^{0}x60^0 приводит к удорожанию системы освещения в типовом птичнике по сравнению с КСС 120^{0}x120^0 (без линз) примерно на 8-10%, целесообразность применения светильников с КСС 110^{0}x60^0 в птичниках с 3-ярусными батареями сомнительна. Однако можно предположить, что эффективность светильников с этой КСС будет возрастать с увеличением ярусности батарей (от 4 до 8) из-за меньших перепадов в освещенности между ярусами (разность между максимальным и минимальным значениями 2,9 лк против 8,5 лк при КСС 120^{0}x120^0).*

Ключевые слова: *куры-несушки, светодиодные светильники, кривая силы света, вторичная оптика светильников, клеточные батареи, ярусы батареи, равномерность освещения, жизнеспособность и продуктивность кур, затраты кормов.*

Для цитирования: *Кавтарашвили, А.Ш. Равномерность освещения клеточных батарей и продуктивность кур-несушек при различных кривых силы света светодиодных светильников / А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, Д.В. Гладин // Птицеводство. – 2022. – №11. – С. 66-71.*
doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-11-66-71

Введение. В промышленном птицеводстве одним из основных факторов внешней среды, способствующих достижению генетически обусловленной продуктивности птицы, является освещение, которое характеризуется продолжительностью светового дня, алгоритмами его изменения, интенсивностью освещения, спектром и цветовой температурой излучения, а также параметрами пульсации освещенности [1-3].

В условиях клеточной технологии содержании птицы общепринятым является расположение источников света горизонтально в проходах между клеточными батареями, благодаря более низкой стоимости, удобству монтажа и эксплуатации [4]. При этом освещенность в клетках, расположенных на разных ярусах батареи, варьирует в широком диапазоне, значительно отклоняясь от нормативных величин. Установлено, что как повышенная, так и пониженная освещенность вызывает у птицы состояние хронического стресса, при этом более сильным стресс-фактором является чрезмерная освещенность [5]. Неравномерность уровня освещенности по ярусам клеточных батарей оказывает негативное влияние на однородность стада по живой массе и развитию и, следовательно, на жизнеспособность и продуктивность кур, качество яиц [6].

Таблица 1. Схема исследования

Группа	Подгруппа*	Параметры светильника				
		Мощность, Вт	Длина, мм	Ширина, мм	Количество светодиодов, шт.	Кривая силы света (КСС)
1(к)	1В	1	200	15	13	симметричная 120⁰x120⁰
	1С					
	1Н					
2	2В	1	200	20	13	асимметричная 110⁰x60⁰
	2С					
	2Н					
3	3В	1	200	20	13	асимметричная 90⁰x70⁰
	3С					
	3Н					
4	4В	1	200	20	13	асимметричная 120⁰x90⁰
	4С					
	4Н					

***Примечание:** В – верхний ярус, С – средний ярус, Н – нижний ярус.

Таблица 2. Интенсивность освещения клеточных батарей, лк

Ярус клеточной батареи	Группа			
	1	2	3	4
Верхний (В)	14,6	9,8	13,7	15,0
Средний (С)	9,8	11,1	9,6	8,4
Нижний (Н)	6,1	8,2	5,0	4,8
Средняя освещенность	10,2	9,7	9,4	9,4
Разность между максимальным и минимальным значением	8,5	2,9	8,7	10,2

В настоящее время при расположении светодиодных (СД) светильников в проходах между клеточными батареями существуют технические решения, позволяющие обеспечить равномерность освещения под светильником и между ними в горизонтальной плоскости для каждого яруса 4-ярусной батареи до разности в освещенности не более 0,7 лк. Такая равномерность достигается сокращением расстояния между светильниками до 1,5 м с одновременным уменьшением их мощности [7]. В то же время, сохраняющееся при этом существенное различие в освещенности по ярусам клеточных батарей в вертикальной плоскости является нежелательным и требует других технических решений.

Одним из путей повышения равномерности освещенности в вертикальной плоскости клеточных батарей может быть модулирование распределения светового потока светильников в пространстве, их окружающем, с помощью вторичной оптики. В этом случае наглядным представлением будет кривая силы света (КСС) – кривая зависимости силы света светильника от меридиональных и экваториальных углов, получаемая сечением фотометрического тела светильника плоскостями [8]. В качестве вторичной оптики могут выступать одиночные или групповые (линейные) линзы. Большое количество светодиодов в светильнике для птичников делает неудобным и экономически нецелесообразным использование на каждом из них отдельной линзы, в противоположность общей линейной линзе, которая, кроме того, будет обеспечивать герметичность источника света.

Целью данной работы являлось изучение влияния СД-светильников с различной КСС на равномерность освещения 3-ярусных клеточных батарей, жизнеспособность и продуктивность кур-несушек.

Материал и методика исследований. Исследование проводили в ООО «Техносвет Групп», ФНЦ «ВНИТИП» РАН и виварии СГЦ «Загорское ЭПХ» на курах промышленного стада кросса «Декалб».

Из 140-дневных курочек были сформированы 4 группы по 144 гол. (3 подгруппы по 48 гол. в каждой, по ярусам клеточных батарей).

Птицу до 320-дневного возраста содержали в клеточных батареях НПО «Стимул Инк» по 8 гол. в клетке на фоне режима прерывистого освещения 1С:4Т:4С:2Т:3С:10Т. Источником освещения служили СД-светильники с цветовой температурой излучения 2700-3000 К. В контрольной группе 1 использовали традиционные СД-светильники с КСС 120⁰х120⁰. В группах 2-4 КСС изменяли путем применения линейных линз (табл. 1).

Светильники во всех группах были расположены традиционным способом – в проходах между 3-ярусными клеточными батареями, на высоте 30 см от верхнего края и на расстоянии 1,5 м друг от друга по центрам. Для контроля равномерности освещения измеряли его интенсивность на всех трех ярусах батареи по отдельности.

В опыте определяли зоотехнические показатели несушек: сохранность, живую массу, яичную продуктивность, выход яиц по категориям, расход и конверсию корма. Полученные результаты обрабатывали статистически с использованием t-критерия Стьюдента для оценки достоверности различий между группами.

Результаты исследований и их обсуждение. Как показывают данные, представленные в табл. 2, самая высокая освещенность на верхнем ярусе клеточных батарей (В) была в группе 4 и составила 15,0 лк (на 0,4-5,2 лк или на 2,7-53,1% выше, чем в группах 1-3), при наименьшем ее значении в группе 2. На среднем ярусе (С) максимальная освещенность отмечена в группе 2 – на 1,3-2,7 лк или на 13,2-32,1% выше, чем в остальных группах, при несколько большем ее значении в группе 1. На нижнем ярусе (Н) наиболее высокая освещенность также была в опытной группе 2.

В целом, лучшую равномерность освещения 3-ярусных клеточных батарей в вертикальной плоскости обеспечивали светодиодные светильники с КСС 110⁰х60⁰, используемые в опытной группе 2. Так, в этой группе при средней освещенности на уровне кормушек 9,7 лк, разность между максимальным и минимальным ее значениями составила всего 2,9 лк, тогда как в группах 1, 3 и 4 с КСС 120⁰х120⁰, 90⁰х70⁰ и 120⁰х90⁰ эти разности составили 8,5; 8,7 и 10,2 лк при средней освещенности 10,2; 9,4 и 9,4 лк соответственно. Если в группах 1, 3 и 4 максимальную освещенность фиксировали на верхнем ярусе, а минимальную – на нижнем, то в группе 2 максимальная освещенность была на среднем ярусе, а верхний и нижний ярусы незначительно отличались между собой.

Зоотехнические показатели несушек представлены в табл. 3. Самая высокая сохранность поголовья была в опытной группе 2 – на 0,7-2,1% выше, чем в остальных группах. Наименьшим этот показатель был в опытной группе 4. Что же касается сохранности поголовья птицы по ярусам клеточных батарей, то в группах 1, 2 и 4 максимальным этот показатель был на нижних ярусах (подгруппы 1Н, 2Н и 4Н) и составил 100, 100 и 97,9%, что на 2,1-4,2; 2,1 и 2,1% выше, чем на других ярусах этих групп. В опытной группе 3 сохранность по всем ярусам была одинаковой и составила 97,9%.

В 320-дневном возрасте куры группы 4 достоверно (Р<0,01-0,001) превосходили своих сверстниц из других групп по живой массе. Минимальная живая масса зарегистрирована в группах 2 и 3. Что же касается значений данного показателя по ярусам клеточных батарей, то достоверных различий между подгруппами не зарегистрировано, за исключением подгрупп 3С и 3Н, которые достоверно (Р<0,05) превосходили по живой массе подгруппу 3В.

По яйценоскости в расчете на начальную и среднюю несушку лучшие группы 1 и 2 мало отличались между собой. Превосходство указанных групп над группами 3 и 4 составило на начальную несушку 1,6-3,4 и 1,5-3,3%, а на среднюю несушку – 1,4-3,1 и 0,8-2,4% соответственно. Самыми низкими эти показатели были в группе 4. Если сравнить данные показатели по ярусам клеточной батареи, то в группе 1 максимальная яйценоскость на начальную и среднюю несушку была на нижнем ярусе (подгруппа 1Н) – на 2,6-4,0 и 1,4-1,7% выше, чем на других ярусах. В группе 2 максимальная яйценоскость на начальную и среднюю несушку получена на среднем ярусе (подгруппа 2С) – на 1,1-2,1 и 1,7-1,9% больше, чем на других ярусах (подгруппы 2В и 2Н), при минимальных значениях на верхнем ярусе. В группе 3 яйценоскость на начальную и среднюю несушку на среднем и нижнем ярусах (подгруппы 3С и 3Н) была практически одинаковой и на 0,6-0,8 и 0,8-1,0% соответственно превосходила показатели на верхнем ярусе (подгруппа 3В).

Опытная группа 1 на 1,0-1,4% (Р<0,001) превосходила остальные группы по средней массе яиц. При этом во всех группах достоверно (Р<0,01-0,001) более высокую массу яиц имели несушки на нижних ярусах (. В группах 1 и 2 масса яиц на среднем и верхнем ярусах (подгруппы 1С-1В и 2С-2В) была идентичной. В группе 3 минимальная масса яиц зафиксирована на верхнем ярусе (подгруппа 3В) – достоверно (Р<0,001) ниже, чем на среднем (подгруппа 3С) и нижнем (под-

Таблица 3. Основные зоотехнические результаты исследования

Показатель	Группа															
	1В	1С	1Н	1	2В	2С	2Н	2	3В	3С	3Н	3	4В	4С	4Н	4
Начальное поголовье	48	48	48	**144**	48	48	48	**144**	48	48	48	**144**	48	48	48	**144**
Сохранность оголовья, %	95,8	97,9	100,0	**97,9**	97,9	97,9	100,0	**98,6**	97,9	97,9	97,9	**97,9**	95,8	95,8	97,9	**96,5**
Живая масса кур (г) в возрасте, дней																
140	1267 ±10,15	1270 ±10,93	12361 ±9,40	**1266 ±5,84**	1263 ±12,25	1260 ±10,87	1250 ±12,27	**1257 ±6,79**	1245 ±10,43	1268 ±11,04	1249 ±11,60	**1254 ±6,38**	1255 ±11,76	1246 ±12,82	1262 ±11,86	**1254 ±6,99**
320	1615 ±23,5	1633 ±20,9	1611 ±21,1	**1620 ±12,5**	1586 ±20,4	1575 ±22,2	1576 ±22,2	**1578 ±12,4**	1528 ±21,3	1602 ±19,1	1601 ±22,1	**1578 ±12,5**	1667 ±22,2	1657 ±20,5	1682 ±22,0	**1669 ±12,4**
Яйценоскость на несушку, шт.:																
начальную	163,8	166,1	170,4	**166,8**	164,9	168,4	166,6	**166,7**	163,4	164,3	164,7	**164,2**	161,9	162,4	159,7	**161,3**
среднюю	168,0	167,5	170,4	**168,5**	166,3	169,4	166,6	**167,5**	165,1	166,4	166,8	**166,2**	165,4	165,2	160,3	**163,6**
Масса яиц, г	59,0 ±0,18	59,0 ±0,19	60,4 ±0,21	**59,5 ±0,11**	58,8 ±0,19	58,8 ±0,18	59,1 ±0,18	**58,9 ±0,11**	57,6 ±0,18	59,1 ±0,19	59,6 ±0,21	**58,8 ±0,11**	58,7 ±0,19	58,0 ±0,17	59,4 ±0,19	**58,7 ±0,11**
Выход яичной массы (кг) на несушку:																
начальную	9,661	9,81	10,30	**9,93**	9,71	9,90	9,87	**9,82**	9,41	9,73	9,83	**9,66**	9,51	9,43	9,48	**9,48**
среднюю	9,909	9,90	10,30	**10,03**	9,79	9,96	9,87	**9,87**	9,51	9,86	9,95	**9,78**	9,71	9,59	9,52	**9,61**
Выход яиц по категориям, %:																
высшей	-	0,4	0,7	**0,4**	0,1	0,1	0,1	**0,1**	0,1	0,4	0,5	**0,3**	0,3	-	0,4	**0,2**
отборной	10,4	12,8	21,3	**14,9**	12,1	10,8	11,4	**11,5**	7,5	12,5	16,9	**12,5**	10,7	5,3	12,1	**9,4**
1	65,4	60,4	58,8	**61,2**	61,9	63,9	63,6	**63,0**	60,9	63,4	58,1	**60,7**	63,9	68,1	65,3	**65,8**
2	22,3	24,6	17,0	**21,6**	24,1	23,2	22,8	**23,4**	28,8	21,7	22,1	**24,2**	23,2	24,9	20,1	**22,8**
3	0,1	0,3	0,3	**0,2**	0,5	-	0,3	**0,3**	0,3	-	0,4	**0,2**	-	0,3	-2,1	**0,1**
Бой и насечка	1,8	1,5	1,9	**1,7**	1,3	2,0	1,8	**1,7**	2,4	2,0	2,0	**2,1**	1,9	1,4		**1,7**
Расход корма:																
на 1 голову	123,4	123,0	127,6	**124,8**	122,0	123,0	125	**123,2**	125	122,6	126,8	**125,2**	124,6	127,6	124,2	**125,5**
на 10 яиц	1,32	1,32	1,35	**1,33**	1,32	1,31	1,35	**1,32**	1,36	1,32	1,37	**1,36**	1,36	1,39	1,39	**1,38**
на 1 кг яичной массы	2,24	2,24	2,23	**2,24**	2,24	2,22	2,28	**2,25**	2,37	2,24	2,29	**2,31**	2,31	2,39	2,35	**2,35**

группа 3Н) ярусах, а в группе 4 – на среднем ярусе (подгруппа 4С), причем это отставание по сравнению с верхним и средним ярусами было статистически достоверным (P<0,01-0,001).

Выход яичной массы на начальную и среднюю несушку был наибольшим в группе 1 – соответственно на 1,1-4,7 и 1,7-4,5% больше, чем в группах 2-4. Наименьшими эти показатели были в опытной группе 4. В группах 1 и 3 максимальный выход яичной массы на начальную и среднюю несушку зафиксирован на нижних ярусах (подгруппы 1Н и 3Н), в группе 2 – на среднем (подгруппа 2С) и в группе 4– на верхнем ярусе (подгруппа 4В).

Более высокая масса яиц в группе 1 способствовала повышению по сравнению с другими группами выхода яиц отборной категории на 2,4-5,5% и снижению выхода яиц второй категории на 1,2-2,6%. В группах 1, 3 и 4 максимальный выход яиц отборной категории отмечен на нижних ярусах (подгруппы 1Н, 3Н и 4Н), а в группе 2 – на верхнем ярусе (подгруппа 2В).

Куры опытной группы 2 потребляли кормов на 1,2-1,8% меньше, чем сверстницы из других групп. В результате в этой группе затраты корма на 10 яиц были на 0,8-4,3% ниже, чем в остальных группах. Наименьшие затраты корма на 1 кг яичной массы отмечены в группе 1 – на 0,4-4,7% ниже, чем в группах 2-4. Максимальный расход корма на 1 голову в сутки, на 10 яиц и 1 кг яичной массы был в опытной группе 4. В группах 1-3 затраты корма на одну голову и на единицу продукции были наибольшими на нижних ярусах (подгруппы 1Н, 2Н, 3Н), за исключением того, что в подгруппе 1Н затраты корма на 1 кг яичной массы были несколько ниже, чем в подгруппах 1С и 1В. В группе 4 наиболее высокими указанные показатели были на среднем ярусе (подгруппа 4С).

Заключение. Таким образом, в птичнике при размещении СД-светильников с интервалом 1,5 м горизонтально в проходах между 3-ярусными клеточными батаре-

ями, лучшую равномерность освещения в вертикальной плоскости батарей с разностью между максимальным и минимальным значениями всего 2,9 лк обеспечивают светильники с КСС 110⁰х60⁰. Это позволило повысить сохранность птицы на 0,7-2,1% по сравнению с другими испытанными вариантами. Использование СД-светильников с КСС 120⁰х120⁰ и 110⁰х60⁰ дало возможность получить практически одинаковую яйценоскость на начальную и среднюю несушку, соответственно на 1,6-3,4 и 1,5-3,3% выше, чем при КСС 90⁰х70⁰ и 120⁰х90⁰. Куры при КСС 120⁰х120⁰ по сравнению с 110⁰х60⁰, 90⁰х70⁰ и 120⁰х90⁰ имели достоверно более высокую массу яиц, выход яичной массы на несушку и яиц отборной категории при лучшей конверсии кормов в яичную массу.

Во всех группах наивысшие сохранность птицы и средняя масса яиц отмечены на нижних ярусах клеточных батарей. Исключением явилась группа 3, где на всех ярусах сохранность птицы была одинаковой. Самая высокая яйценоскость и выход яичной массы на начальную и среднюю несушку в группах 1 и 3 были на нижних ярусах, а в группах 2 и 4 – на средних ярусах, за исключением группы 4, где максимальный выход яичной массы наблюдался на верхнем ярусе. В группах 1-3 наименьшие затраты корма на 10 яиц были на средних ярусах, а на 1 кг яичной массы – на нижних ярусах. В группе 4 минимальными эти показатели были на верхнем ярусе.

Лучшая равномерность освещения в вертикальной плоскости 3-ярусных клеточных батарей при использовании СД-светильников с КСС 110⁰х60⁰ не способствовала улучшению зоотехнических показателей птицы по сравнению с КСС 120⁰х120⁰. Кроме того, использование линейных линз на светильниках для создания КСС 110⁰х60⁰ приводит к удорожанию системы СД-освещения в типовом птичнике примерно на 8-10%, что ставит под сомнение целесообразность их применения в птичниках с 3-ярусными клеточными батареями. Можно предположить, что эффективность СД-светильников с КСС 10⁰х60⁰ по сравнению с КСС 120⁰х120⁰ будет возрастать с увеличением ярусности клеточных батарей (от 4 до 8) из-за меньших перепадов в освещенности между ярусами (в нашем опыте, в случае 3 ярусов – 2,9 лк против 8,5 лк).

Исследование выполнено в рамках работ по госзаданию № 121031300019-3.

Литература

1. Jácome, I.M.T.D. Influence of artificial lighting on the performance and egg quality of commercial layers: a review / I.M.T.D. Jácome, L.A. Rossi, R. Borille // Braz. J. Poult. Sci. - 2014. - V. 16. - No 4. - P. 337-343.
2. Кавтарашвили, А.Ш. Технологические методы повышения эффективности производства куриных яиц: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.04 / Кавтарашвили Алексей Шамилович. - Сергиев Посад, 1999. - 366 с.
3. Mohammed, H.H. Assessment of the role of light in welfare of layers / H.H. Mohammed // SVU Intl. J. Vet. Sci. - 2019. - V. 2. - No 1. - P. 36-50.
4. Адаптивная ресурсосберегающая технология производства яиц / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили, И.А. Егоров [и др.]. - Под общ. ред. В.И. Фисинина, А.Ш. Кавтарашвили. - Сергиев Посад, 2016. - 351с.
5. Методические рекомендации по оптимизации энергосберегающих световых режимов в птичниках / М.С. Найденский, А.К. Данилова, Н.В. Бирюков [и др.]. - М.: МВА, 1989. - 16 с.
6. Кавтарашвили, А.Ш. Пути повышения однородности стада птицы / А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов Т.Н. Колокольникова // Птица и птицепродукты. - 2012. - №4. - С. 24-27.
7. Гладин, Д.В. Организация светодиодного освещения при клеточном содержании птицы / Д.В. Гладин, С.В. Суровегин, А.Ш. Кавтарашвили // Птица и птицепродукты. - 2020. - №6. - С. 35-38.
8. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга, Г.В. Бооса; 4-е изд., перераб. и доп. - М., 2019. - 892 с.

Сведения об авторах:

Кавтарашвили А.Ш.: доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корр. РАН, главный научный сотрудник – зав. лабораторией технологии производства яиц, alexk@vnitip.ru. **Новоторов Е.Н.:** кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; en-5506040@yandex.ru. **Гладин Дмитрий Викторович,** кандидат сельскохозяйственных наук, технический директор; gdv72.72@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 03.08.2022; одобрена после рецензирования 28.09.2022; принята к публикации 19.10.2022.

Research article

The Effects of Different Light Intensity Curves of LED Lamps on the Uniformity of Lighting at Different Tiers of Cage Batteries and Productivity in Housed Laying Hens

Alexey Sh. Kavtarashvili[1], Evgeny N. Novotorov[1], Dmitry V. Gladin[2]

[1]Federal Scientific Center "All-Russian Research and Technological Institute of Poultry" of Russian Academy of Sciences; [2]Technosvet Group, LCC

Abstract. *The effects of different light intensity curves (LIC) of light emitting diode (LED) lamps mounted in poultry house on the uniformity of light at different tiers of 3-tier cage batteries and productivity in housed laying hens were studied on 4 treatments of Dekalb White layers during 140-320 days of age (144 birds per treatment, LICs 120^0x120^0, 110^0x60^0, 90^0x70^0 and 120^0x90^0; 3 subgroups of 48 birds per treatment housed in upper, middle, and lower tiers of the batteries). The lamps were mounted in the passages, above and between the batteries, with 1.5 m distance between the lamps; LIC 120^0x120^0 is a standard curve for the lamps used while LICs 110^0x60^0, 90^0x70^0 and 120^0x90^0 were obtained by mounting of additional linear lenses. It was found that the best uniformity of lighting in all three tiers was gained with LIC 110^0x60^0, with the resulting decrease in mortality rate in hens by 0.7-2.1% as compared to all other LICs. LICs 120^0x120^0 and 110^0x60^0 resulted in similar egg production per housed and average hen, higher by 1.6-3.4 u 1.5-3.3%, respectively, in compare to LICs 90^0x70^0 and 120^0x90^0. LIC 120^0x120^0 resulted in the significantly highest average egg weight ($p<0.001$), higher egg mass laid per hen and percentage of high-grade eggs, better feed conversion ratios as compared to all other LICs. LIC 110^0x60^0 requires mounting of secondary optics (linear lenses) and hence increases the cost of lighting system in a standard poultry house for layers by 8-10% in compare to LIC 120^0x120^0 (without lenses). Since LIC 110^0x60^0 did not significantly improve productivity in layers as compared to LIC 120^0x120^0 the former variant is unfavorable for houses with 3-tier batteries; however, its efficiency could possibly be higher with batteries of 4 and more tiers due to better uniformity of lighting: the difference between min and max light intensity in the tiers in our experiment was 2.9 Lx with LIC 110^0x60^0 vs. 8.5 Lx with LIC 120^0x120^0.*

Keywords: *laying hens, light emitting diode (LED) lamps, light intensity curve, secondary optics of lamps, cage batteries, tiers of batteries, uniformity of lighting, livability and productivity in hens, feed conversion ratio.*

For Citation: *Kavtarashvili A.Sh., Novotorov E.N., Gladin D.V. (2022) The effects of different light intensity curves of LED lamps on the uniformity of lighting at different tiers of cage batteries and productivity in housed laying hens. Ptitsevodstvo, 71(11): 66-71. (in Russ.)*
doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-11-66-71

References

1. Jácome IMTD, Rossi LA, Borille R (2014) *Braz. J. Poult. Sci.*, **16**(4):337-43; doi 10.1590/1516-635X1604337-344. **2.** Kavtarashvili AS (1999) Technological Approaches to the Improvement of the Efficiency of Egg Production: Diss. Dr. of Agric. Sci., Sergiev Posad, 366 pp. (in Russ). **3.** Mohammed HH (2019) *SVU Intl. J. Vet. Sci.*, **2**(1):36-50; doi 10.21608/svu.2019.23176. **4.** Fisinin VI, Egorov IA, Kavtarashvili AS [*et al.*] (2016) Adaptive Resource Saving Technology of Commercial Egg Production; Fisinin VI, Kavtarashvili AS, Eds. Sergiev Posad, 351 pp. (in Russ.). **5.** Naydensky MS, Danilova AK, Biryukov NV [*et al.*] (1989) Recommendations on the Optimization of Resource-Saving Lighting Regimes in Poultry Houses. Moscow, MVA, 16 pp. (in Russ). **6.** Kavtarashvili AS, Novotorov EN, Kolokolnikova TN (2012) Different ways to improve uniformity of poultry flocks. *Poult. Chicken Prod.*, (4):24-7 (in Russ.). **7.** Gladin DV, Surovegin SV, Kavtarashvili AS (2020) *Poult. Chicken Pro*d., (6):35-8; doi 10.30975/2073-4999-2020-22-6-35-38 (in Russ.). **8.** The Reference Book on Light Technics; Aizenberg YB, Boos GV, Eds; 4th revised ed. Moscow, 2019, 892 pp. (in Russ.).

Authors:

Kavtarashvili A.Sh.: Dr. of Agric. Sci., Prof., Corr. Member of RAS, Chief Research Officer – Head of Lab. of Egg Production; alexk@vnitip.ru. **Novotorov E.N.:** Cand. of Agric. Sci., Senior Research Officer; en-5506040@yandex.ru. **Gladin D.V.:** Cand. of Agric. Sci., Technical Director; gdv72.72@mail.ru.

Submitted 03.08.2022; revised 28.09.2022; accepted 19.10.2022.

© Кавтарашвили А.Ш., Новоторов Е.Н., Гладин Д.В., 2022