

8. Соляник М. Б. Удосконалення технології виробництва гомогенних кормових суспензій та ефективність їх використання при відгодівлі свиней: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.02.04 Херсонський держ. аграрний ун-т. Херсон, 2007. 20 с.

9. Методические рекомендации по определению экономической эффективности зоотехнических экспериментов, производственной проверки и внедрения в свиноводство. *Методы изучения вопросов кормления, технологии подготовки кормов и содержания свиней*. М. : ВАСХНИЛ, 1986. 66 с.

10. Коваленко В.П., Халак В.І., Нежлукченко Т.І., Папакіна Н.С. Біометричний аналіз мінливості ознак сільськогосподарських тварин і птиці. Херсон: РВЦ «Колос», 2009. 160 с.

11. Наталія Аверчева, Микола Соляник, Владислав Кушнеренко Ефективний розвиток свинарства у фермерських господарствах на основі застосування інноваційних підходів до годівлі тварин Дніпровський державний аграрно-економічний університет, ТОВДКС Центр 2020. 63-70 с.

УДК 636.52/58:636.083:591.044:591.111

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.22>

ЗМІНИ ГЕМАТОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ У КУРЕЙ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ УТРИМАННЯ НЕСУЧОК МОНОХРОМНОГО СВІТЛА З РІЗНОЮ ДОВЖИНОЮ СВІТЛОВОЇ ХВИЛІ

Осадча Ю.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біології тварин,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Джерелом штучного світла останнього покоління у птахівництві є світлодіодні світильники. Це особливий вид напівпровідникових діодів, які можуть давати монохромне світло. Світлодіодні світильники дають змогу зменшити витрати електроенергії, мають більший термін служби, специфічний спектр, меншу теплову потужність, вищу енергоефективність та надійність, а також менші витрати на обслуговування, тому все частіше використовуються виробниками. За цього дані про вплив монохромного світла на організм курей досить суперечливі. Тому метою досліджень було вивчення змін гематологічних параметрів у курей за використання для утримання несучок монохромного світла з різною довжиною світлової хвилі. Для цього в умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць сформували 4 групи курей, кожену з яких утримували в окремому пташнику-аналозу за площею та устаткуванням. Відмінності між пташниками стосувалися лише світлодіодних світильників, які мали різну довжину світлової хвилі. Зокрема, курей 1-ї групи утримували з використанням світлодіодних світильників з піковою довжиною світлової хвилі ~460 нм, 2-ї групи ~600 нм, 3-ї групи ~630 нм та 4-ї групи ~650 нм. Для визначення гематологічних параметрів відбирали по 30 проб цільної крові у несучок кожної групи віком 52 тижні. Встановлено, що під час утримання курей за довжини світлової хвилі ~630 нм та ~650 нм їх гематологічні параметри перебували в межах фізіологічної норми. Тоді як за використання світильників із довжиною світлової хвилі ~600 нм у крові курей виявлено відхилення від фізіологічних норм кількості (0,6% < норми) та об'єму (2,9% < норми) тромбоцитів. Використання ж світильників з довжиною світлової хвилі ~460 нм супроводжувалось подальшими змінами в системі крові, які проявлялись відхиленнями

від фізіологічної норми рівня лейкоцитів (12,8% > норми), а також кількості (20,6% < норми) та об'єму (8,6% < норми) тромбоцитів.

Ключові слова: кури-несучки, довжина світлової хвилі, гематологічні параметри, лейкоцитарні індекси, тромбоцитарні індекси.

Osadcha Yu.V. Changes in the hematological parameters of laying hens when using monochrome light with different light wavelengths in their keeping

The source of artificial light of the latest generation in poultry is LED lamps. This is a special type of semiconductor diode that can give monochrome light. LED luminaires reduce energy consumption, have a longer service life, specific spectrum, lower heat output, higher energy efficiency and reliability, as well as lower maintenance costs, so they are increasingly used by manufacturers. Therefore, data on the effects of monochrome light on the hen's body are quite contradictory. Therefore, the aim of the work was to study the changes in hens' hematological parameters when using monochrome light with different light wavelengths in keeping laying hens. To do this, in a modern complex for the production of eggs there were formed 4 groups of hens, each of which was kept in a separate poultry house-analogue in area and equipment. The differences between the poultry houses applied only to LED lamps that had different wavelengths. In particular, hens of the 1st group were kept using LED lamps with a peak light wavelength of ~460 nm, the 2nd group of ~600 nm, the 3rd group of ~630 nm and the 4th group of ~650 nm. To determine hematological parameters, 30 whole blood samples were taken from laying hens of each group at 52 weeks of age. It is shown that during the keeping of hens at light wavelengths of ~630 nm and ~650 nm, their hematological parameters were within the physiological norm. While the use of lamps with a light wavelength of ~600 nm in the blood of hens revealed deviations from physiological norms of the number (0.6% < normal) and volume (2.9% < normal) of platelets. It is proved that the use of lamps with a light wavelength of ~460 nm was accompanied by further changes in the blood system, which were manifested by deviations from the physiological norm of leukocytes (12.8% > normal), a number (20.6% < normal) and volume (8.6% < normal) platelets.

Key words: laying hens, light wavelength, hematological parameters, leukocyte indices, platelet indices.

Постановка проблеми. Для сучасного промислового птахівництва вагоме значення має фактор освітлення, а саме його спектр, інтенсивність та тривалість світлового дня. Саме ці технологічні фактори істотно впливають на ріст і розвиток, а також продуктивні та відтворні якості птиці [1]. Для курей-несучок світло відіграє важливу роль у розвитку та функціонуванні репродуктивної системи, істотно впливаючи на вік знесення першого яйця, несучість та продуктивність в цілому [2; 3].

Існують різні типи світильників, які використовуються для освітлення пташників, зокрема лампи розжарювання, люмінесцентні чи світлодіодні. Всі вони мають різні переваги і недоліки, однак останнім часом все більшого поширення і популярності у птахівництві набувають саме світлодіодні світильники (LED або Light Emitting Diode) [4]. Вони дають змогу зменшити витрати електроенергії на 85% порівняно із лампами розжарювання і до 50% – із люмінесцентними лампами [5]. Також вони мають більший термін служби, специфічний спектр, меншу теплову потужність, вищу енергоефективність та надійність, а також менші витрати на обслуговування [6; 7]. Ще однією характеристикою світлодіодних світильників є їх здатність давати монохромне світло [8], стосовно впливу якого на організм птиці серед науковців досі немає єдиної думки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Світлодіоди (LED) – це особливий вид напівпровідникових діодів, які можуть давати монохромне світло. Колір світла визначається довжиною світлової хвилі видимого спектру, а монохромне світло має лише одну пікову довжину світлової хвилі [8]. На відміну від багатьох видів тварин, кури мають здатність бачити довжину світлової хвилі у діапазоні від 380 до 760 нм, а також можуть розрізняти колір світла [9]. У них, крім очей, у трансдукції фотостимуляції беруть участь позасітківкові фоторецептори, розташовані

в гіпоталамусі та в інших ділянках мозку [10]. Тому світло є ефективним чинником контролю фізіологічних та поведінкових процесів, які впливають на несучість курей та якість їх яєць [8].

Доведено, що довжина світлової хвилі впливає на поведінку, добробут та продуктивність птиці [11]. Однак аналіз попередніх досліджень показує, що дані про вплив монохромного світла на організм курей досить суперечливі. Так, за даними одних дослідників [12], використання синього світла, порівняно з білим, зеленим та червоним, сприяє підвищенню несучості курей. Синій спектр світла також стимулює підвищення концентрації фолікулоstimулюючого гормону у крові курей, однак за використання червоного світла підвищується концентрація лютеїнізуючого гормону [13]. Тоді як на думку інших вчених, використання саме червоного спектру світла сприяє підвищенню несучості курей [14; 15] та товщини яєчної шкаралупи [15], а блакитного та зеленого – підвищенню маси яєць [16]. Є також повідомлення про те, що використання червоного світла спричиняє значне зменшення маси яєць, а якість яєць покращується за використання зеленого світла [17]. Водночас, рядом дослідників показано, що монохромне світло не впливає на несучість курей та якість їх яєць [18], а також не позначається на концентрації гормонів у крові [19].

Постановка завдання. Метою роботи було вивчення змін гематологічних параметрів у курей за використання для утримання несучок монохромного світла з різною довжиною світлової хвилі.

Матеріали і методи досліджень. В якості об'єкта досліджень використовували яєчних курей промислового стада кросу «Hy-Line W-36». Досліди з експериментальними тваринами проводили відповідно до правил Європейської конвенції про захист хребетних тварин (Офіційний вісник Європейського Союзу L276/33, 2010). Упродовж досліду курей забезпечували питною водою, повнораціонними комбікормами однакового складу та утримували згідно з вимогами (ВНТП-АПК-04.05.).

В умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць у пташнику площею 2915 м² сформували 4 групи курей, кожна з яких утримували у окремому пташнику-аналогі за площею та клітковим устаткуванням. Кожен пташник був обладнаний клітковими батареями «Big Dutchman» (Німеччина), що склалися з 1176 кліток площею 40544 см² (362×112 см). Відмінності між пташниками становили лише світлодіодних світильників (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліду

Характеристика	Група курей			
	1	2	3	4
Пікова довжина хвилі, нм ~	460	600	630	650
Кількість голів у клітці	101			
Кількість голів у групі	118776			
Щільність посадки, гол./м ²	24,9			
Забезпеченість площею, см ² /гол	401,4			
Площа клітки, см ²	40544			
Кількість ніпелів у клітці, шт.	12			
Фронт годівлі, см	7,8			
Площа пташника, м ²	2915			

Курей 1-ї групи утримували з використанням світлодіодних світильників з піковою довжиною світлової хвилі ~460 нм, 2-ї групи ~600 нм, 3-ї групи ~630 нм та 4-ї групи ~650 нм. Значення пікової довжини хвилі кожного з монохромних світлодіодних світильників визначали за допомогою спектрометра МК 350 UPRtek.

Гематологічні параметри курей-несучок визначали на гематологічному аналізаторі Micros 60 (Horiba Ltd.) у лабораторії «Бальд» (сертифікат № LB/02/2016). Для цього відбирали по 30 проб цільної крові у несучок кожної групи віком 52 тижні. Відбирали по 1,0–1,5 мл крові з підкрильцевої вени у пробірку з EDTA.

Отримані цифрові результати опрацьовували методами варіаційної статистики. Достовірність відмінностей між середніми величинами визначали за t-критерієм Ст'юдента, різниці вважали достовірними за $p < 0,05$.

Виклад основного матеріалу дослідження. Гематологічні показники курей всіх дослідних груп на початку досліджень знаходились у межах фізіологічних норм для кожного параметру. Вірогідних досліджень між групами не виявлено. За результатами досліджень у 52 тижні життя, незалежно від довжини світлової хвилі, вміст гемоглобіну, еритроцитів, гематокриту та ШОЕ у крові курей знаходився в межах фізіологічної норми (табл. 2). Водночас спостерігалось підвищення вмісту лейкоцитів у крові курей із зменшенням довжини світлової хвилі.

Таблиця 2

Гематологічні параметри курей-несучок

Показник	Група				Референтний інтервал, [20]
	1	2	3	4	
Лейкоцити, тис./мкл	45,1±0,41	39,3±0,24*	35,6±0,31 ^{°°}	32,2±0,14 ^{°°°°}	20–40
Гемоглобін, г/дл	9,5±0,28	10,8±0,14*	11,9±0,17 ^{°°}	11,8±0,16 ^{°°}	7–13
Гематокрит, %	28,0±0,61	30,7±0,21*	34,4±0,22 ^{°°}	34,2±0,51 ^{°°}	22–35
Еритроцити, млн./мм ³	2,8±0,08	2,9±0,03	3,2±0,03 ^{°°}	3,2±0,08 ^{°°}	2,5–3,5
Тромбоцити, тис/мм ³	25,4±0,65	31,8±0,52*	47,3±0,48 ^{°°}	48,8±0,29 ^{°°°}	32–100
ШОЕ, мм/год	6,4±0,07	5,6±0,04*	5,1±0,09 ^{°°°}	5,0±0,01 ^{°°°°}	4,0–6,5

Примітки: * $p < 0,001$ – порівняно з першою групою; [°] $p < 0,05$, ^{°°} $p < 0,001$ – порівняно з другою групою; ^{°°°} $p < 0,01$, ^{°°°°} $p < 0,001$ – порівняно з третьою групою.

Найвищий вміст лейкоцитів, з перевищенням фізіологічної норми на 12,8%, виявлено у курей 1-ї групи, яких утримували за довжини світлової хвилі ~460 нм. Так, вміст лейкоцитів у них був вищим на 14,8% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 26,7% ($p < 0,001$) і 40,1% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 2–4 груп, тобто за довжини світлової хвилі ~600–650 нм, вміст лейкоцитів перебував в межах фізіологічної норми.

Вміст гемоглобіну та гематокрит у курей всіх груп перебували в межах фізіологічної норми. Однак, простежувалось деяке зниження вмісту гемоглобіну із зменшенням довжини світлової хвилі. Так, у курей 1-ї групи вміст гемоглобіну у крові був нижчим на 12,0% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 20,2% ($p < 0,001$) і 19,5% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Водночас, у курей 2-ї групи вміст гемоглобіну був нижчим на 9,2% ($p < 0,001$) та 8,5%

($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Тоді як, вміст гемоглобіну у курей 3-ї та 4-ї групи перебував на одному рівні.

Також спостерігалось зниження гематокриту із зменшенням довжини світлової хвилі. Найнижчий його вміст виявлено у курей 1-ї групи, – на 2,7% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 6,4% ($p < 0,001$) і 6,2% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Водночас, у курей 2-ї групи гематокрит був нижчим на 3,7% ($p < 0,001$) та 3,5% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 3-ї та 4-ї групи гематокрит знаходився на одному рівні.

Зменшення довжини світлової хвилі під час утримання курей супроводжувалась також зниженням концентрації еритроцитів у їх крові в межах фізіологічної норми. Так, у курей 1-ї та 2-ї груп концентрація еритроцитів у крові була нижчою, порівняно з 3-ю та 4-ю групами. Зокрема, у курей 1-ї групи вміст еритроцитів був нижчим на 12,5% ($p < 0,001$), а у курей 2-ї групи – на 9,4% ($p < 0,05$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно.

Концентрація тромбоцитів у крові курей знижувалась із зменшенням довжини світлової хвилі. Так, у курей 1-ї та 2-ї груп вміст тромбоцитів у крові не досягав фізіологічної норми на 20,6 і 0,6% відповідно, а у курей 3-ї та 4-ї групи – перебував в її межах. Зокрема, у курей 1-ї групи вміст тромбоцитів у крові був нижчим на 20,1% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 46,3% ($p < 0,001$) і 48,0% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи вміст тромбоцитів був нижчим на 32,8% ($p < 0,001$) та 34,8% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. А у курей 3-ї групи вміст тромбоцитів був нижчим на 3,1% ($p < 0,01$) порівняно з 4-ю групою.

Параметри швидкості осідання еритроцитів у крові курей всіх груп, незалежно від довжини світлової хвилі, перебували в межах фізіологічної норми. Однак, у курей 1-ї групи спостерігалось підвищення ШОЕ із зменшенням довжини світлової хвилі на 14,3% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 25,5% ($p < 0,001$) і 28,0% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи ШОЕ була вищою на 9,8% ($p < 0,001$) та 12,0% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно.

Еритроцитарні індекси крові перебували в межах фізіологічної норми у курей всіх груп (табл. 3) без видимої залежності від довжини світлової хвилі, тоді як тромбоцитарний індекс знижувався із зменшенням довжини світлової хвилі.

Середній об'єм тромбоцитів у курей 1-ї та 2-ї груп був нижчим фізіологічної норми на 8,6 та 2,9% відповідно. Зокрема, у курей 1-ї групи середній об'єм тромбоцитів був нижчим на 5,9% ($p < 0,05$) порівняно з 2-ю групою та на 26,4% ($p < 0,001$) і 25,6% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. А у курей 2-ї групи середній об'єм тромбоцитів був нижчим на 21,8% ($p < 0,001$) і 20,9% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно.

Також слід відмітити зміни, в межах фізіологічної норми, середнього вмісту гемоглобіну в 1-му еритроциті та концентрації гемоглобіну в еритроцитах крові курей залежно від довжини світлової хвилі.

Зокрема, середній вміст гемоглобіну в 1-му еритроциті був вищий у курей 1-ї групи на 2,7% ($p < 0,01$) та 4,5% ($p < 0,01$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами. За цього, концентрація гемоглобіну в еритроцитах була нижчою у курей 1-ї групи на 2,0% ($p < 0,05$) порівняно з 2-ю групою та на 4,0% ($p < 0,001$) і 4,5% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи концентрація гемоглобіну в еритроцитах також була нижчою на 2,0% ($p < 0,001$) і 2,5% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно.

Таблиця 3

Еритроцитарні та тромбоцитарні індекси крові курей-несучок

Показник	Група				Референтний інтервал, [20]
	1	2	3	4	
Середній об'єм еритроцитів, мкм ³	105,6±0,66	104,4±0,65	104,2±0,13	105,5±0,81	90–140
Середній вміст гемоглобіну в 1-му еритроциті, пкг	37,4±0,31	36,8±0,38	36,4±0,15**	35,8±0,45**	33–47
Концентрація гемоглобіну в еритроцитах, г/дл	33,9±0,31	34,6±0,11*	35,3±0,16****	35,5±0,08****	26–35
Ширина розподілу еритроцитів, %	10,0±0,09	10,7±0,05***	10,2±0,22°	10,6±0,05***	10–15
Середній об'єм тромбоцитів, мкм ³	6,4±0,16	6,8±0,11*	8,7±0,17****	8,6±0,22****	7–10

Примітки: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ – порівняно з першою групою; ° $p < 0,05$, °° $p < 0,001$ – порівняно з другою групою.

Висновки і пропозиції. Зменшення довжини світлової хвилі під час утримання курей в клітках багатоярусних батарей супроводжується змінами в системі їх крові, які відображаються підвищенням в ній вмісту лейкоцитів, а також зменшенням кількості і об'єму тромбоцитів. Так, під час утримання курей за довжини світлової хвилі ~630 нм та ~650 нм їх гематологічні показники перебували в межах фізіологічної норми. Тоді як використання світильників із довжиною світлової хвилі ~600 нм супроводжувалось підвищенням в крові курей рівня лейкоцитів на 10,4–22,0% та ШОЕ – на 9,8–12,0%, зниженням концентрації еритроцитів – на 9,4%, гемоглобіну – на 8,5–9,2%, гематокриту – 3,5–3,7% в межах фізіологічної норми, зменшенням кількості – на 32,8–34,8% (0,6% < норми) та об'єму – на 20,9–21,8% (2,9% < норми) тромбоцитів. Використання ж світильників з довжиною світлової хвилі ~460 нм супроводжувалось підвищенням в крові курей рівня лейкоцитів на 14,8–40,1% (12,8% > норми) та ШОЕ – на 14,3–28,0%, зниженням концентрації еритроцитів – на 12,5%, гемоглобіну – на 12,0–20,2%, гематокриту – 3,5–3,7% в межах фізіологічної норми, зменшенням кількості – на 20,1–48,0% (20,6% < норми) та об'єму – на 5,9–26,4% (8,6% < норми) тромбоцитів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Patel S.J., Patel A.S., Patel M.D., Patel J.H. Significance of light in poultry production: a review. *Advancements in Life Sciences*. 2016. Vol. 5. P. 1154–1160.
2. Huber-Eicher B., Suter A., Spring-Stähli P. Effects of colored light-emitting diode illumination on behavior and performance of laying hens. *Poultry science*. 2013. Vol. 92. P. 869–873. DOI:10.3382/ps.2012-02679
3. Li X., Zheng Z., Pan J., Jiang D., Tian Y., Fang L., Huang Y. Impacts of colored light-emitting diode illumination on the growth performance and fecal microbiota in goose. *Poultry science*. 2020. Vol. 99(4). P. 1805–1812. DOI:10.1016/j.psj.2019.12.034
4. Shi H., Li B., Tong Q., Zheng W., Zeng D., Feng G. Effects of LED Light Color and Intensity on Feather Pecking and Fear Responses of Layer Breeders in Natural Mating Colony Cages. *Animals: an open access journal from MDPI*. 2019. Vol. 9(10). P. 814. DOI:10.3390/ani9100814
5. Кривий В.В., Марцинюк О.Ю. Фотоперіодизм у птахівництві. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 122. С. 208–214. DOI:10.32851/2226-0099.2021.122.30

6. Sultana S., Hassan M.R., Choe H.S., Kang M.I., Ryu K.S. Effect of various LED light color on the behavior and stress response of laying hens. *Indian Journal of Animal Sciences*. 2013. Vol. 83. P. 829–833.
7. Yang Y., Yu Y., Pan J., Ying Y., Zhou H. A new method to manipulate broiler chicken growth and metabolism: Response to mixed LED light system. *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6. P. 25972. DOI:10.1038/srep25972
8. Yenilmez L.F., Saber S.N., Serbest U., Celik L. Effects of monochromatic light on performance, egg quality, yolk cholesterol and blood biochemical profile of laying hens. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 2021. Vol. 31(1). P. 46–52. DOI:10.36899/IAPS.2021.1.0191
9. Prescott N.B., Wathes C.M. Spectral sensitivity of domestic fowl (*Gallus g. domesticus*). *British Poultry Science*. 1999. Vol. 40. P. 332–339. DOI:10.1080/00071669987412
10. Rozenboim I., Zilberman E., Gvoryahu G. New monochromatic light source for laying hens. *Poultry Science*. 1999. Vol. 77. P. 1695–1698. DOI:10.1093/ps/77.11.1695
11. Svobodova J., Tumova E., Popelárova E., Chodova D. Effect of light colour on egg production and egg contamination. *Czech Journal of Animal Science*. 2015. Vol. 60. P. 550–556. DOI:10.17221/8597-CJAS
12. Li G., Li B., Zhao Y., Shi Z., Liu Y., Zheng W. Layer pullet preferences for light colors of light-emitting diodes. *Animal*. 2019. Vol. 13(6). P. 1245–1251. DOI:10.1017/S1751731118002537
13. Mudhar A.S., Tabeekh A. The effect of color light and stocking density on some enzymes and hormones of broilers and layers. *Mirror of Research in Veterinary Sciences and Animals*. 2016. Vol. 5(1). P. 25–37. DOI:10.5923/j.zoology.20160602.02
14. Zhang X., Hongqing X.U., Monan L.I., Hongmei X.U., Muqing L.I.U. (2017). Effects of different monochromatic light of LED on the growth performance of Jinmao broilers and egg laying performance of Jinmao breeders. *Journal of Science and Technology in Lighting*. 2017. Vol. 41. P. 143–147. DOI:10.2150/JSTL.IEIJ160000592
15. Kim M.J., Choi H.C., Suh O.S. A study of different sources and wavelengths of light on laying egg characteristics in laying hens. *Korean Journal of Poultry Science*. 2010. Vol. 37. P. 383–388. DOI:10.5536/kjps.2010.37.4.383
16. Hassan M.R., Sultana S., Choe H.S., Ryu K.S. Effect of monochromatic and combined light colour on performance, blood parameters, ovarian morphology and reproductive hormones in laying hens. *Italian Journal of Animal Science*. 2013. Vol. 12(3). P. 359–364. DOI:10.4081/ijas.2013.e56
17. Er D., Wang Z., Cao J., Chen Y. Effect of monochromatic light on the egg quality of laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2007. Vol. 16(4). P. 605–612. DOI:10.3382/japr.2006-00096
18. Borille R., Garcia R.G., Naas I.A., Caldara R.F., Santana M.R. Monochromatic lightemitting diode (LED) source in layers hens during the second production cycle. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2015. Vol. 19(9). P. 877–881. DOI:10.1590/1807-1929/agriambi.v19n9p877-881
19. Li D.Y., Wu N., Tu J.B., Hu Y.D., Yang M.Y., Yin H.D., Chen B.L., Xu H.L., Yao Y.F., Zhu Q. Expression patterns of melatonin receptors in chicken ovarian follicles affected by monochromatic light. *Genetics and Molecular Research*. 2015. Vol. 14 (3). P. 10072–10080. DOI:10.4238/2015.August.21.14
- Jain N.C. *Essential of Veterinary Hematology*. Lea&Febiger, Philadelphia, 1993. P. 133–168.