

**ВЛИЯНИЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ БАКТЕРИЦИДНОЙ
ОБЛУЧАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ И ИНКУБАЦИОННЫМ
ЯЙЦОМ КУР НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ОСВЕЩЕННОСТЬ,
ЕЁ МАКСИМАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ
ЭКСПОЗИЦИЮ В ЗОНЕ УФ-С-СПЕКТРА**

М. А. ВОЛОНСЕВИЧ

*УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь, 230008*

А. И. КИСЕЛЁВ

*РУП «Опытная научная станция по птицеводству»,
г. Заславье, Республика Беларусь, 223036*

(Поступила в редакцию 01.03.2023)

Статья посвящена изучению влияния пошагового увеличения расстояния 5 см, 10, 20, 30, 40, 50 см между источниками излучения экспериментальной бактерицидной облучательной установки для санации инкубационных яиц кур и облучаемой поверхностью в виде инкубационного лотка вместимостью 150 шт. яиц на показатели энергетической освещенности, ее пикового значения и энергетической экспозиции в зоне ультрафиолетового излучения С-спектра. Установлено снижение интенсивности потока ультрафиолетового излучения С-спектра в зоне расположения инкубационных яиц с увеличением расстояния между источниками излучения и облучаемой поверхностью. В процессе 5-минутной работы бактерицидной облучательной установки мощностью потока ультрафиолетового излучения 140 Вт среди испытанных пространственных интервалов максимальные энергетическая освещенность 6,37-6,46 Вт/м² и энергетическая экспозиция 1,91–1,94 кДж/м² зарегистрированы на расстояниях между источниками излучения и обрабатываемой поверхностью в пределах 10 и 20 см, что по имеющимся литературным сведениям гарантированно достаточно для уничтожения практически всех бактерий, вирусов и большинства грибов, находящихся на скорлупе яиц.

Ключевые слова: ультрафиолетовое излучение С-спектра, санация инкубационных яиц, энергетическая освещенность, пиковая энергетическая освещенность, энергетическая экспозиция

The article is devoted to the study of the influence of a step-by-step increase in the distance of 5 cm, 10, 20, 30, 40, 50 cm between the radiation sources of an experimental bactericidal irradiation installation for the sanitation of hatching eggs of chickens and the irradiated surface in the form of an incubation tray with a capacity of 150 eggs on indicators of energy illumination, its peak value and energy exposure in the zone of ultraviolet radiation of the C-spectrum. A decrease in the intensity of the flux of ultraviolet radiation of the C-spectrum in the zone of location of incubation eggs with an increase in the distance between the radiation sources and the irradiated surface was established. During the 5-minute operation of a bactericidal irradiation unit with an ultraviolet radiation flux of 140 W, among the tested spatial

intervals, the maximum energy illumination of 6.37–6.46 W/m² and energy exposure of 1.91–1.94 kJ/m² were recorded at distances between the sources of radiation and the treated surface within 10 and 20 cm, which, according to the available literature, is guaranteed to be sufficient to destroy almost all bacteria, viruses and most fungi located on the egg shell.

Key words: *ultraviolet radiation of the C-spectrum, sanitation of hatching eggs, energy illumination, peak energy illumination, energy exposure.*

Введение. В настоящее время ультрафиолетовое излучение С-спектра представляется одним из наиболее перспективных способов предынкубационной санации яиц. Современные научные исследования показывают, что такой способ снижения микробного загрязнения яиц эффективен и может быть альтернативой широко распространенному в инкубационной практике формальдегиду [1, 2]. Однако, технологическое и техническое обеспечение процесса предынкубационной обработки яиц ультрафиолетовым излучением С-спектра имеет ряд особенностей, игнорирование которых негативно отражается на результативности дезинфекции и показателе вывода цыплят. Так, в совместных с ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси» лабораторных исследованиях нами было установлено, что увеличение расстояния между облучателем типа ОБУ-15 и обрабатываемыми яйцами (от 20 см до 100 см) достоверно сопровождается повышением общей бактериальной обсемененности скорлупы с 308,3 КОЕ/см² до 2409,0 КОЕ/см² или в 7,8 раз, а для полной стерилизации скорлупы между облучателем и обрабатываемым объектом необходимо расстояние не более 10 см [3]. В другом нашем исследовании на базе инкубатория филиала «Скидельская птицефабрика» ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» с использованием опытной установки для ультрафиолетового облучения яиц кур, оснащенной двумя облучателями бактерицидными ОБН-01-2х55-013, при предынкубационной обработке яиц лучистой энергией с расстояния 10 см в течение 5 минут были получены результаты инкубации на уровне контроля, где в качестве дезинфицирующего средства выступал формальдегид – в целом по группам выводимость яиц составила 91,5–91,9 %, а вывод цыплят 88,2–88,4 %. Вместе с тем, при предынкубационной санации яиц ультрафиолетовым излучением С-спектра было замечено, что вывод цыплят из яиц центральной зоны в сравнении с периферийной зоной инкубационных лотков существенно выше – соответственно 90,7 % против 86,1 %, или на 4,6 п.п. [4]. Предположительно, это могло быть следствием более высокой энергетической освещенности в центре инкубационных лотков по сравнению с их периферией. С учетом достаточно больших линейных размеров стандартного инкубационного лотка на 150 шт. яиц производства ком-

пании Petersime (505 x 732 мм) и имеющихся рекомендаций для обезвреживания микрофлоры на инкубационном яйце ультрафиолетовым излучением С-спектра высокой интенсивностью излучения на уровне 62,1 мДж/см² [5], нами было принято решение увеличить в облучательной установке количество облучателей с 2 до 4 единиц. По имеющимся сведениям еще в 60-х годах прошлого века было установлено, что ультрафиолетовые лучи с длиной волны 253,7–280,0 нм практически не проникают сквозь оболочки куриного яйца и не затрагивают эмбрион вследствие дополнительного поглощения белковыми средами яйца, поэтому даже в больших дозах не могут привести к его гибели или патологическому развитию [6]. Однако, по данным современных исследований, возможная продолжительность обработки инкубационных яиц ультрафиолетовыми лучами длиной 250–275 нм без нанесения вреда эмбриону все же ограничена и варьирует от 40 секунд до 5 минут, но точные методы UVC-обработки яиц пока еще не отработаны [7].

Цель исследования – изучить влияние расстояния между бактерицидной облучательной установкой и инкубационным яйцом кур на энергетическую освещенность, ее максимальное значение и энергетическую экспозицию в зоне ультрафиолетового излучения С-спектра.

Основная часть. Исследования проводили в производственных условиях на базе цеха инкубации филиала «Скидельская птицефабрика» ОАО «Агрокомбинат «Скидельский». Экспериментальная облучательная установка представляла собой металлический каркас с закрепленными сверху и снизу 4 облучателями бактерицидными ОБН-01-2х55-013, укомплектованными 8 современными безозоновыми бактерицидными лампами Philips TUV G55 T8 55W HO G13 L895 mm суммарной мощностью потока ультрафиолетового излучения 140 Вт. В лампах данного типа преобладающее излучение (более 60 %) приходится на линию с длиной волны 253,7 нм, обеспечивающей максимальный бактерицидный эффект. Конструкция установки с расположением стандартного перфорированного инкубационного лотка между облучателями позволяла воздействовать ультрафиолетовым излучением практически на всю поверхность скорлупы яиц, а также изменять расстояние между яйцом и облучателями.

Определение энергетических параметров освещенности, ее максимального значения и экспозиции в зоне размещения инкубационных яиц проводили прямым измерением УФ-радиометром ТКА-ПКМ в соответствии с инструкцией по его эксплуатации (13) в трех повторностях с последующим расчетом средних значений на расстоянии между

инкубационным яйцом и источниками ультрафиолетового излучения С-спектра 5 см, 10, 20, 30, 40, 50 см (рис. 1, 2).



Рис. 1. УФ-радиометр ТКА-ПКМ (13)

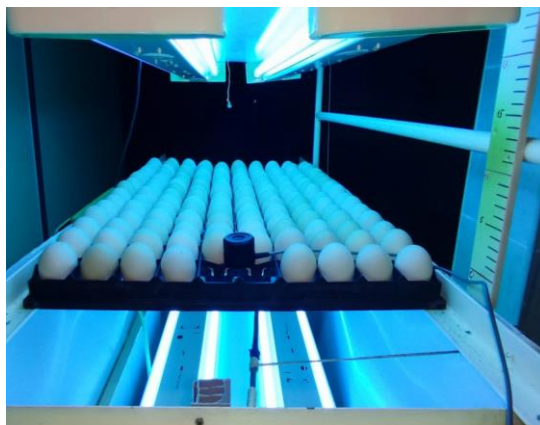


Рис. 2. Измерительная головка фотоприемного устройства уф-радиометра ТКА-ПКМ (13) во время измерения

В каждой серии измерений измерительную головку фотоприемного устройства уф-радиометра располагали поочередно в центре инкубационного лотка, а также в наименее и наиболее удаленных от центра лотка точках. К измерению энергетических параметров приступали после стабилизации светового потока излучения, когда от момента включения облучательной установки в сеть проходило не менее 20 минут. Снятие учетных показателей для каждого измерения осуществляли по истечении 5 минут от начала работы уф-радиометра, что соответствовало максимальной продолжительности обработки яиц ультрафиолетовым излучением С-спектра согласно имеющимся рекомендациям [7]. Кроме того, принимали во внимание то, что увеличение продолжительности обработки яиц свыше 5 минут в условиях промышленного инкубатора является нетехнологичным вследствие низкой производительности установки. Полученные результаты тестирования облучательной установки для санации инкубационных яиц кур ультрафиолетовым излучением С-спектра представлены в таблице.

Результаты тестирования облучательной установки для санации инкубационных яиц кур ультрафиолетовым излучением С-спектра

Расстояние между УФ-установкой и яйцом, см	Зона измерения	Показатель					
		энергетическая освещенность, E_e , Вт/м ²		пиковая энергетическая освещенность, E_{max} , Вт/м ²		энергетическая экспозиция, H_e , кДж/м ²	
		по зоне измерения	в среднем	по зоне измерения	в среднем	по зоне измерения	в среднем
5	центр	7,15	5,01	11,46	8,97	2,14	1,50
	периферия ближняя	3,46		8,41		1,03	
	периферия дальняя	4,43		7,05		1,33	
10	центр	8,02	6,46	12,00	10,00	2,41	1,94
	периферия ближняя	4,38		7,00		1,31	
	периферия дальняя	6,99		11,00		2,10	
20	центр	7,82	6,37	11,96	10,01	2,35	1,91
	периферия ближняя	5,06		7,92		1,52	
	периферия дальняя	6,23		10,17		1,87	
30	центр	7,49	6,05	11,56	10,06	2,25	1,81
	периферия ближняя	4,60		8,55		1,38	
	периферия дальняя	6,07		10,09		1,82	
40	центр	6,84	5,76	10,66	9,01	2,05	1,72
	периферия ближняя	4,77		7,45		1,43	
	периферия дальняя	5,68		8,93		1,70	
50	центр	6,08	5,13	9,50	7,89	1,82	1,54
	периферия ближняя	4,40		6,65		1,32	
	периферия дальняя	4,93		7,53		1,48	

В соответствии с полученными результатами тестирования экспериментальной облучательной установки по энергетическим параметрам в целом установлено снижение интенсивности потока ультрафиолетового излучения С-спектра в зоне расположения инкубационных яиц с увеличением расстояния между источниками излучения и облучаемой поверхностью. Как исключение, наименьшая энергетическая освещенность в пределах 5,01 Вт/м² была зарегистрирована только при расположении источников излучения на минимальном 5-сантиметровом расстоянии от облучаемой поверхности, что практически идентично ее значению для максимального 50-сантиметрового

удаления бактерицидных ламп от инкубационных яиц – на уровне $5,13 \text{ Вт/м}^2$. Наибольшая энергетическая освещенность оказалась характерна для 10-сантиметровой высоты расположения облучателей – $6,46 \text{ Вт/м}^2$. При этом была отмечена максимальная энергетическая освещенность как в центре инкубационного лотка – $8,02 \text{ Вт/м}^2$, так и в его периферийной зоне – в среднем $5,68 \text{ Вт/м}^2$, что соответствует однородности распределения потока ультрафиолетового излучения по облучаемой поверхности в пределах 70,8 %. В отношении пиковой энергетической освещенности на расстояниях 10–30 см измеренные значения практически не различались и составили $10,0\text{--}10,06 \text{ Вт/м}^2$, что свидетельствует о стабильной работе ультрафиолетовых ламп в данных пространственных диапазонах. Определение энергетической экспозиции, как результирующего параметра, показало максимальные ее значения на следующих расстояниях между источниками излучения и обрабатываемым яйцом: 10 см – $1,94 \text{ кДж/м}^2$ и 20 см – $1,91 \text{ кДж/м}^2$, что практически идентично. Определенная на расстоянии 5 см энергетическая освещенность была меньше на $0,44 \text{ кДж/м}^2$ или на 22,7 %, 30 см – на $0,13 \text{ кДж/м}^2$ или на 6,7 %, 40 см – на $0,22 \text{ кДж/м}^2$ или на 11,3 %, 50 см – на $0,40 \text{ кДж/м}^2$ или на 20,6 %. Исходя из полученных результатов тестирования облучательной установки для санации инкубационных яиц кур ультрафиолетовым излучением С-спектра наибольшие энергетические параметры установлены на расстояниях между источниками излучения и обрабатываемой поверхностью в пределах 10 см и 20 см, что соответствует энергетической освещенности $6,37\text{--}6,46 \text{ Вт/м}^2$ и энергетической экспозиции $1,91\text{--}1,94 \text{ кДж/м}^2$. По литературным данным такие дозы ультрафиолетового излучения С-спектра являются губительными для всех бактерий, вирусов и дрожжевых грибов с обеспечением бактерицидной эффективности 99,9 %, плесневых грибов в зависимости от вида с обеспечением бактерицидной эффективности 90,0–99,9 % [8, с. 4; 9, с. 8]. Для подтверждения целесообразности размещения инкубационных яиц кур при их санации ультрафиолетовым излучением С-спектра на расстоянии 10–20 см от источников излучения требуется изучение влияния установленных значений энергетической экспозиции на микробиологические показатели скорлупы яиц, развитие эмбрионов в процессе инкубации и качество полученного молодняка.

Заключение. В ходе проведенных исследований изучено влияние пошагового увеличения расстояния 5 см, 10, 20, 30, 40, 50 см между источниками излучения бактерицидной облучательной установки для санации инкубационных яиц кур и облучаемой поверхностью в виде инкубационного лотка вместимостью 150 шт. яиц на показатели энер-

гетической освещенности, ее пикового значения и энергетической экспозиции в зоне ультрафиолетового излучения С-спектра. Установлено снижение интенсивности потока ультрафиолетового излучения С-спектра в зоне расположения инкубационных яиц с увеличением расстояния между источниками излучения и облучаемой поверхностью. В процессе 5-минутной работы бактерицидной облучательной установки мощностью потока ультрафиолетового излучения 140 Вт среди испытанных пространственных интервалов максимальные энергетическая освещенность 6,37–6,46 Вт/м² и энергетическая экспозиция 1,91–1,94 кДж/м² зарегистрированы на расстояниях между источниками излучения и обрабатываемой поверхностью в пределах 10 и 20 см, что по имеющимся литературным сведениям гарантированно достаточно для уничтожения практически всех бактерий, вирусов и большинства грибов, находящихся на скорлупе яиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Melo E. F., Climaco W. L. S., Triginelli M. V., Vaz D. P., De Souza M. R. An evaluation of alternative methods for sanitizing hatching eggs. *Poultry Science*. – 2019. – Vol. 98, № 6. – P. 2466–2473.
2. Berkhout Natalie. Pulsed UV light to decontaminate eggs. *Poultry World*. – 2021. – Vol. 37, № 3. – P. 15–16.
3. Киселёв, А. И. Влияние С-спектра ультрафиолетового излучения на бактериальную обсемененность скорлупы яиц кур / А. И. Киселёв, В. С. Ерашевич, Л. Д. Рак, А. В. Малец, В. Ю. Горчаков, М. А. Волонсевич // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. материалов XXIII Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно: УО ГГАУ, 2020. – С. 134–136.
4. Волонсевич, М. А. Особенности применения направленного ультрафиолетового излучения С-спектра для прединкубационной обработки яиц кур / М. А. Волонсевич, А. И. Киселев, А. В. Малец // Материалы I Междунар. науч.-практ. онлайн конф. «Инновации в птицеводстве», Государственная опытная станция птицеводства НААН Украины. – с. Борки, 2021. – С. 45–49.
5. Максимова, Е. М. Использование бактерицидных ультрафиолетовых облучателей амальгамного типа в технологических процессах инкубаториев: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10 / Е. М. Максимова; Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т птицеводства. – Сергиев Посад, 2022. – 22 с.
6. Барабой, В. А. Об ультрафиолетовом облучении инкубационных яиц / В. А. Барабой А. В. Денисьевский, Г. И. Козленко // Птицеводство. – 1965. – № 12. – С. 27–28.
7. Руководство по инкубации. – Hubbard Poultry Breeders, 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hubbardbreeders.com/>. – Дата доступа: 23.01.2023.
8. Методические указания по применению бактерицидных ламп для обеззараживания воздуха и поверхностей в помещениях, 1995. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dpri.ru/old/img/docs/Mulamp.pdf/>. – Дата доступа: 30.01.2023.
9. Методы оценки эффективности и безопасности ультрафиолетового обеззараживания помещений, 2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.med.by/methods/pdf/003-0617.pdf/>. – Дата доступа: 30.01.2023.