

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СКОРЛУПЫ,
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ЯИЦ КУР ПРИ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЛЯ ПРЕДЫНКУБАЦИОННОЙ
САНАЦИИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
С-СПЕКТРА И ПАРАФОРМАЛЬДЕГИДА**

М. А. ВОЛОНСЕВИЧ, А. В. МАЛЕЦ

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

А. И. КИСЕЛЁВ, Л. Д. РАК

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

(Поступила в редакцию 11.03.2024)

Статья посвящена изучению влияния ультрафиолетового излучения С-спектра и параформальдегида на микробиологические показатели скорлупы, морфологические качества куриных яиц при их предынкубационной санации. Установлено, что ультрафиолетовое излучение С-спектра в дозах от 1,50 кДж/м² до 1,94 кДж/м² по своему бактерицидному эффекту (95,2–97,7 %) в целом не уступает традиционно применяемому в инкубаториях для санации яиц параформальдегиду в дозе 7,5 г/м³ (97,5 %). Отмечено снижение эффективности применения лучистой энергии для санации яиц с уменьшением дозы облучения. Согласно полученным данным, наиболее рациональной является санация яиц ультрафиолетовым излучением С-спектра в дозе 1,94 кДж/м², что обеспечивает наименьшую общую бактериальную обсемененность скорлупы – 11,10 КОЕ/см² (снижение на 97,7 % от исходной) при отсутствии выявления на ней бактерий группы кишечной палочки. В ходе исследований не установлено влияния испытанных средств санации инкубационных яиц на их морфологические качества.

Ключевые слова: ультрафиолетовое излучение С-спектра, параформальдегид, санация инкубационных яиц, бактерицидный эффект, бактериальная обсемененность скорлупы, морфологические качества яиц.

The article is devoted to the study of the influence of ultraviolet radiation of the C spectrum and paraformaldehyde on the microbiological parameters of the shell, the morphological qualities of chicken eggs during their pre-incubation sanitation. It has been established that ultraviolet radiation of the C spectrum in doses from 1.50 kJ/m² to 1.94 kJ/m² in its bactericidal effect (95.2–97.7 %) is generally not inferior to paraformaldehyde traditionally used in hatcheries for the sanitation of eggs at a dose of 7.5 g/m³ (97.5 %). A decrease in the effectiveness of the use of radiant energy for the sanitation of eggs was noted with a decrease in the radiation dose. According to the data obtained, the most rational is the sanitization of eggs with ultraviolet radiation of the C spectrum at a dose of 1.94 kJ/m², which ensures the lowest total bacterial contamination of the shell – 11.10 CFU/cm² (a decrease of 97.7 % from the

original) in the absence of detection of coli bacteria on it. The studies did not establish the influence of the tested means of sanitation of hatching eggs on their morphological qualities.

Key words: ultraviolet radiation of the C spectrum, paraformaldehyde, sanitation of hatching eggs, bactericidal effect, bacterial contamination of the shell, morphological qualities of eggs.

Введение. Снижение выводимости яиц кур и жизнеспособности полученных цыплят во многих случаях обусловлено недостаточно эффективной санацией инкубационных яиц и остаточным влиянием дезинфектантов. Поверхность скорлупы яиц всегда обсеменена микробами, попадающими на нее из слизи клоаки, пыли воздуха, подстилки гнезда, загрязненного оборудования и т.д. Имеются сведения, что на каждом курином яйце в среднем находится при клеточном содержании 240 тыс. энтеробактерий (кишечных палочек), а при напольном – 4,7 млн. таких микроорганизмов [1, 2]. Не исключено наличие на скорлупе яиц возбудителей микоплазмоза, пуллороза, пастереллеза и др. заболеваний, мельчайших плесневых грибов. По данным Б. Ф. Бессарабова значительный процент смертности эмбрионов при инкубации связан именно с инфекциями [3]. При этом 80 % заражений происходит вследствие проникновения болезнетворных патогенов внутрь яйца через скорлупу, и только 20 % – в результате контакта с репродуктивными органами птицы. Степень загрязнения может быть незначительной или вообще не обнаруживаться при осмотре скорлупы, но любое загрязнение чрезвычайно опасно, потому что патогенные микроорганизмы стремительно размножаются во время вывода цыплят. Применяемый на протяжении многих лет для санации яиц формальдегид обеспечивает приемлемое качество дезинфекции скорлупы [4]. Вместе с тем электронная микроскопия показывает, что даже относительно непродолжительная общепринятая 20-минутная предынкубационная фумигация яиц формальдегидом негативно влияет на эпителиальные клетки трахеи 18-суточных эмбрионов и суточных цыплят [5]. Имеются сведения, что при санации яиц формальдегидом у половины куриных эмбрионов на 7- и 14-е сутки инкубации наблюдаются макроскопические аномалии массы тела, массы печени и извилин кишечника [6]. Поэтому в 2014 году Европейский Союз официально классифицировал формальдегид как канцерогенное, мутагенное и вызывающее острые заболевания соединение (постановление ЕС 605/2014). В связи с высокой токсичностью для человека и животных в некоторых странах, например, Германии, использование газообразного формальдегида к настоящему времени уже полностью запрещено. Исходя из изложенного, на протяжении последних лет ведется активный поиск аль-

тернативных формальдегиду saniрующих средств, в том числе и для применения в инкубаториях. Одним из таких средств может выступить ультрафиолетовое излучение С-спектра. При использовании для санации яиц бактерицидного ультрафиолетового излучения ряд исследователей (Журавчук, Е. В., 2019, [7]; Морозов, В. Ю. с соавторами, 2021 [8]; Максимова, Е. М., 2022, [9]) достигли положительных результатов.

Цель исследования – изучить в сравнительном аспекте влияние ультрафиолетового излучения С-спектра и параформальдегида при предынкубационной санации яиц на микробиологические показатели скорлупы, морфологические качества яиц.

Основная часть. Изучение влияния различных поверхностных доз ультрафиолетового излучения С-спектра и параформальдегида на микробиологические показатели скорлупы яиц кур проводили в ветзоолаборатории ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» с использованием общепринятых методик [10], соответственно на морфологические качества куриных яиц – в отделе технологии производства яиц и мяса с.-х. птицы РУП «Опытная научная станция по птицеводству» с применением специализированного оборудования производства немецкой компании Broring informationstechnologie.

Объектом исследований служили инкубационные яйца мясного кросса кур Ross-308, полученные от птицы одного родительского стада 360-дневного возраста. После первичной фумигации на площадке родительского 96 % параформальдегидом пригодные для инкубации яйца доставляли в инкубаторий и размещали в камере хранения при температуре 20–21 °С, влажности воздуха 70–80 %. По истечении 5-суточного хранения для дальнейших исследований было отобрано 480 шт. яиц, имеющих массу 64–66 г. Всего было сформировано 8 групп яиц, по 60 шт. яиц в каждой. Яйца 1–6 групп подвергали санации ультрафиолетовым излучением С-спектра на экспериментальной облучательной установке (суммарная мощность потока ультрафиолетового излучения 140 Вт) соответственно в экспозиции 1,50 кДж/м², 1,94; 1,91; 1,81; 1,72; 1,54 кДж/м². Яйцо 7-й группы дезинфицировали в камере газации инкубатория по принятой в хозяйстве технологии 96 % параформальдегидом в дозе 7,5 г/м³ при нагреве гранул препарата Paraformaldehyde Prills. Яйцо 8-й группы вторичной санации не подвергали. Определение микробиологических показателей скорлупы и морфологических качеств яиц проводили через сутки после дезинфекционной обработки. Для исключения повторной контаминации пробы яиц транспортировали для исследования в лаборатории отдельно по

группам, упаковав предварительно каждый образец в чистую полиэтиленовую тару и не допуская повреждения упаковки. В качестве тары использовали герметизированные импульсным спайщиком воздухо- и влагонепроницаемые пакеты размером 70х40 см из полиэтилена низкого давления, инертного в химическом и биологическом отношении. Из каждой пробы на микробиологические испытания в зооветлаборатории методом случайной выборки были отобраны по 5 шт. яиц (16,7 %). В качестве индикаторных показателей использовали общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) и количество бактерий группы кишечной палочки (БГКП, или колиформных бактерий). Принято считать, что чем выше показатель КМАФАнМ, тем больше вероятность присутствия в продукте патогенных бактерий. При определении морфологических качеств яиц использовали 240 шт. яиц (100 %).

Для оценки микробной контаминации поверхности скорлупы яиц выполняли смывы методом тампона. Для этого в ступку, содержащую 10 мл стерильного физраствора, погружали яйцо, поверхность которого обмывали с помощью стерильного тампона в течение 2–3 минут.

Общую бактериальную обсемененность поверхности яиц (КМАФАнМ) определяли путем посева 1 мл смыва (десятикратных разведений) параллельно в две чашки Петри, содержащие 15 мл расплавленного и охлажденного до 50 °С мясопептонного агара. После инкубации содержимого чашек при 30 °С в термостате в течение 60 ч подсчитывали все колонии, выросшие в глубине и на поверхности плотной питательной среды, определяли среднее арифметическое число колоний из двух чашек одного разведения, умножали на величину разведения и делили на площадь поверхности скорлупы яиц. Результат выражали количеством микроорганизмов (КОЕ/см²), приходящимся на 1 см² скорлупы яиц.

Для выявления бактерий группы кишечных палочек (БГКП) проводили посев по 1 мл смыва с поверхности яиц из исходного и десятикратных разведений на среду Эндо в чашки Петри. Посевы культивировали 24 ч в термостате при 37 °С, после чего анализировали на предмет роста колоний, характерных для БГКП. На среде Эндо бактерии этой группы образуют темно-красные колонии с металлическим блеском или розово-красные без блеска.

Чашки Петри с микрофлорой скорлупы после обработки яиц ультрафиолетовым излучением С-спектра, полученной при высеве из разведения 10⁻³, и без обработки яиц, показаны на рис. 1.

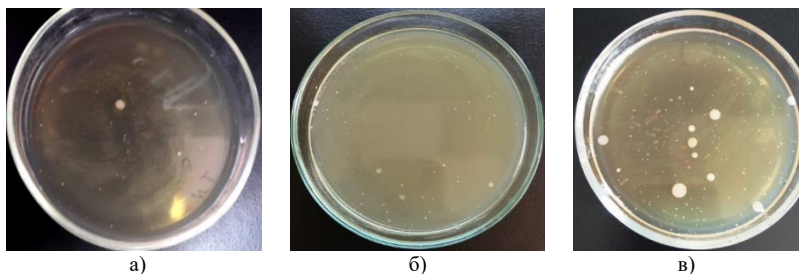


Рис. 1. Микрофлора скорлупы после обработки яиц ультрафиолетовым излучением С-спектра (высев из разведения 10^{-3}) и яиц без обработки: а) 2-я группа яиц – УФ-экспозиция $1,94 \text{ кДж/м}^2$; б) 6-я группа яиц – УФ-экспозиция $1,54 \text{ кДж/м}^2$; в) 8-я группа яиц – без обработки

Как видно на рис. 1, на скорлупе яиц с уменьшением экспозиции бактерицидного излучения наблюдалось повышение количества колоний-образующих единиц микроорганизмов, а в группе яиц без обработки на скорлупе количество колоний-образующих единиц микроорганизмов являлось существенно более значительным.

В соответствии с полученными данными все образцы saniрованных яиц по установленным микробиологическим показателям обладали высоким качеством. Ни в одном из них не были обнаружены бактерии группы кишечной палочки, которые выявлялись в группе яиц без обработки (рис. 2).

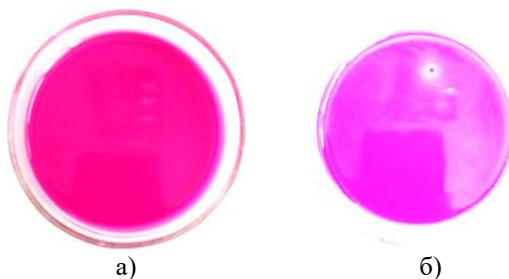


Рис. 2. Микрофлора скорлупы после обработки яиц ультрафиолетовым излучением С-спектра и яиц без обработки (высев на среду Эндо из смыва без разведения): а) 1–6-я группы яиц – УФ-экспозиция $1,50\text{--}1,94 \text{ кДж/м}^2$, 7-я группа яиц – параформальдегид $7,5 \text{ г/м}^3$; б) 8-я группа яиц – без обработки

Результаты оценки микробиологических показателей скорлупы яиц кур в зависимости от способа санации яиц приведены по группам в табл. 1.

Таблица 1. Микробиологические показатели скорлупы яиц кур кросса Ross-308 в зависимости от способа дезинфекционной обработки инкубационных яиц

№ п/п	Группа	Экспозиция	Показатель		
			Общая бактериальная обсемененность (КМАФАнМ), КОЕ/см ²	Колиформы (БГКП), КОЕ/см ²	Бактериологическая эффективность обработки яиц, %
1	обработка яиц УФ-излучением с расстояния 5 см	1,50 кДж/м ²	23,36 ± 1,73	не обнаружены	95,2
2	обработка яиц УФ-излучением с расстояния 10 см	1,94 кДж/м ²	11,10 ± 0,78***	не обнаружены	97,7
3	обработка яиц УФ-излучением с расстояния 20 см	1,91 кДж/м ²	11,75 ± 0,75	не обнаружены	97,6
4	обработка яиц УФ-излучением с расстояния 30 см	1,81 кДж/м ²	13,00 ± 0,97	не обнаружены	97,4
5	обработка яиц УФ-излучением с расстояния 40 см	1,72 кДж/м ²	14,75 ± 1,10	не обнаружены	97,0
6	обработка яиц УФ-излучением с расстояния 50 см	1,54 кДж/м ²	20,63 ± 2,47	не обнаружены	95,8
7	обработка яиц параформальдегидом	7,5 г/м ³	11,50 ± 1,73	не обнаружены	97,5
8	яйцо без обработки	-	484,88 ± 38,93	2,50 ± 0,64	-

Данные табл. 1 показывают, что в соответствии с результатами исследования микробиологических показателей скорлупы инкубационных яиц бактериологическая эффективность испытанных средств санации находится на высоком уровне и составляет 95,2–97,7 % (ультрафиолетовое излучение С-спектра), 97,5 % (параформальдегид) при отсутствии бактерий группы кишечной палочки. При использовании для обработки яиц ультрафиолетового излучения С-спектра лучший результат (на уровне параформальдегида) получен во 2-й группе – при расположении источников излучения на расстоянии 10 см от обрабатываемых яиц (экспозиция 1,94 кДж/м²). В данной группе общая бактериальная обсемененность скорлупы яиц составила 11,10 КОЕ/см², что на 0,65–12,26 КОЕ/см², или 5,9–210,4 % меньше в сравнении с другими группами saniрованных яиц – высокодостоверно ($P < 0,001$) в сравнении с 1-й и 6-й группами яиц. Значительно более высокая бактериальная обсемененность скорлупы яиц в 1-й группе (23,36 КОЕ/см²) обусловлена, вероятно, неравномерным распределением потока ультрафиолетового излучения по облучаемой поверхности и его концентрацией преимущественно в центральной зоне, что вызвано недостаточным расстоянием (5 см) между источниками излучения и saniруемым яйцом. В свою очередь в 6-й группе высокая бактериальная обсе-

мененность скорлупы яиц ($20,63 \text{ КОЕ/см}^2$), наоборот, связана с увеличением расстояния до 50 см между источниками излучения и обрабатываемым яйцом, в то время как во 2–4-й группах на расстояниях 10–40 см она находилась в пределах $11,10\text{--}14,75 \text{ КОЕ/см}^2$. Следует отметить, что в данном эксперименте при использовании для санации яиц установки высокой мощности (суммарная мощность потока ультрафиолетового излучения 140 Вт) с увеличением расстояния между источниками излучения и saniруемой поверхностью нами все же не было отмечено существенного падения энергетической освещенности в диапазоне 20–40 см – она варьировала на уровне $1,72\text{--}1,94 \text{ кДж/м}^2$. При использовании на первом этапе исследований облучателя бактерицидного ультрафиолетового ОБУ-15 мощностью потока ультрафиолетового излучения 4 Вт с увеличением расстояния между источником излучения и saniруемой поверхностью с 20 см до 60 см снижение энергетической освещенности было гораздо более существенным и составило 5,5 раз. Это указывает на то, что для санации яиц ультрафиолетовым излучением С-спектра необходимо применять установки высокой мощности.

При изучении морфологических качеств для каждого яйца определяли массу и индекс формы, толщину и прочность скорлупы, высоту белка и показатель ХАУ, показатель Roshe. Использование для морфологического анализа яиц высокоточного специализированного оборудования компании Broring informationstechnologie обеспечило получение объективных данных исследования (рис. 3). Полученные результаты изучения морфологических качеств яиц в зависимости от способа их санации представлены по группам в табл. 2.



Рис. 3. Специализированное оборудование Broring informationstechnologie для оценки морфологических качеств яиц с.-х. птицы

Таблица 2. Морфологические качества яиц кур кросса Ross-308 в зависимости от способа дезинфекционной обработки инкубационных яиц

№ п/п	Группа	Экспозиция	Показатель						
			масса яйца, г	индекс формы, %	толщина скорлупы, мм	прочность скорлупы, N	высота белка, мм	XAY, ед.	Roshe, ед.
1	обработка яиц УФ-излучением с расстояния 5 см	1,50 кДж/м ²	65,3 ±0,2	78,0 ±0,5	0,352 ±0,016	37,19 ±1,16	4,58 ±0,19	60,94 ±2,08	2,93 ±0,14
2	обработка яиц УФ-излучением с расстояния 10 см	1,94 кДж/м ²	65,1 ±0,2	76,9 ±0,5	0,327 ±0,004	35,23 ±1,10	5,05 ±0,18	65,88 ±1,98	2,78 ±0,10
3	обработка яиц УФ-излучением с расстояния 20 см	1,91 кДж/м ²	64,9 ±0,2	77,8 ±0,5	0,328 ±0,004	35,46 ±1,33	4,69 ±0,16	62,65 ±1,89	2,57 ±0,08
4	обработка яиц УФ-излучением с расстояния 30 см	1,81 кДж/м ²	65,1 ±0,2	77,9 ±0,4	0,325 ±0,003	36,32 ±1,15	5,08 ±0,21	65,99 ±2,04	2,83 ±0,11
5	обработка яиц УФ-излучением с расстояния 40 см	1,72 кДж/м ²	65,2 ±0,2	77,6 ±0,5	0,325 ±0,003	37,24 ±1,33	4,84 ±0,18	63,72 ±2,02	2,86 ±0,12
6	обработка яиц УФ-излучением с расстояния 50 см	1,54 кДж/м ²	64,9 ±0,2	76,8 ±0,4	0,321 ±0,004	34,78 ±1,27	5,09 ±0,17	66,56 ±1,63	2,90 ±0,11
7	обработка яиц параформальдегидом	7,5 г/м ³	64,8 ±0,2	77,2 ±0,5	0,330 ±0,003	34,83 ±1,31	5,16 ±0,17	67,26 ±1,74	2,77 ±0,07
8	яйцо без обработки	-	65,1 ±0,2	78,3 ±0,4	0,314 ±0,004	33,77 ±1,27	4,94 ±0,18	64,86 ±1,86	2,88 ±0,09

Исходя из полученных результатов исследования не установлено закономерных достоверных различий в отношении морфологических качеств инкубационных яиц, подвергнутых после пяти суток хранения в инкубатории, дезинфекционной обработке ультрафиолетовым излучением С-спектра в экспозиции 1,50–1,94 кДж/м² (опытные группы № 1–6) и параформальдегидом в дозе 7,5 г/м³ (опытная группа № 7) в сравнении с яйцом без обработки (контрольная группа № 8), что свидетельствует об отсутствии влияния апробированных средств санации яиц на их морфологические качества.

Заключение. Изучено влияние различных доз ультрафиолетового излучения С-спектра в диапазоне 1,50–1,94 кДж/м², параформальдегида в дозе 7,5 г/м³ на микробиологические показатели скорлупы и морфологические качества инкубационных яиц кур кросса Ross-308 при использовании для дезинфекционной обработки яиц соответственно экспериментальной облучательной установки высокой мощности (суммарная мощность потока ультрафиолетового излучения 140 Вт), каме-

ры газации инкубатория. Установлено, что ультрафиолетовое излучение С-спектра по своему бактерицидному эффекту (95,2–97,7 %) в целом не уступает традиционно применяемому в инкубаториях параформальдегиду (97,5 %), но эффективность применения лучистой энергии для санации яиц снижается в 2,1–1,9 раз с уменьшением дозы облучения – соответственно на крайних испытанных расстояниях 5 см и 50 см между обрабатываемым яйцом и источниками излучения. Согласно полученным данным, наиболее рациональной является санация яиц ультрафиолетовым излучением С-спектра с экспозицией 1,94 кДж/м², что обеспечивает наименьшее ОМЧ скорлупы – 11,10 КОЕ/см² (снижение на 97,7 % от исходной) при отсутствии выявления БГКП и соответствует расстоянию между обрабатываемым яйцом и источниками излучения 10 см. В ходе исследований не установлено влияния испытанных средств санации инкубационных яиц на их морфологические качества. Таким образом, ультрафиолетовое излучение С-спектра в экспозиции 1,94 кДж/м² исходя из обеспечиваемого бактерицидного эффекта 97,5 % является приемлемой альтернативной параформальдегиду при выполнении предынкубационной санации яиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кожемяка Н. В., Самойлова Л. Ф. Ветеринарная защита при выращивании бройлеров // Ветеринария. – 2003. – № 3. – С. 10–13.
2. Qureshi, A.A. Microbiological monitoring hatching eggs and chickens / A. A. Qureshi // Poultry international. – 1993. – Vol. 32. – № 1. – P. 52–56.
3. Бессарабов Б. Ф. Ветеринарно-санитарные мероприятия по профилактике болезней птиц. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 196 с.
4. Kalidari, G. A., Isolation and Identification of non-coliform gram-negative bacteria in hatching eggs to evaluate the effect of egg fumigation by formaldehyde / H. Moayyedian, A. Eslamian, M. Mohsenzadeh, // Poultry Science. – 2009; 46(1):59–62.
5. Hayretdag, S., Kolankaya, D. Investigation of the effects of pre-incubation formaldehyde fumigation on the tracheal epithelium of chicken embryos and chicks. Turk. J. Vet. Anim. Sci. – 2008; 32, 263–267.
6. Tebrün, W. Preliminary study: Health and performance assessment in broiler chicks following application of six different hatching egg disinfection protocols / W. Tebrün, G. Motola, M.H. Hafez, J. Bachmeier, V. Schmidt, K. Renfert, Ch. Reichelt, S. Brüggemann-Schwarze, M. Pees // PLoS One. – 2020. – V. 15(5). – P. 0232825. (doi: 10.1371/journal.pone.0232825).
7. Журавчук Е. В. Применение бактерицидных ультрафиолетовых облучателей амальгамного типа при выращивании цыплят-бройлеров: дис. канд. с.-х. наук: 06.02.10. – Сергиев Посад, 2019. – 142 с.
8. Влияние ультрафиолетового излучения на микробный фон в инкубаторе и эмбриональное развитие в процессе инкубации яиц бройлеров кросса Росс-308 / В. Ю. Морозов, М. С. Колесникова, Р. О. Колесников, А. Н. Черников, И. П. Салеева, Е. В. Журавчук // Птицеводство. – 2021. – № 10. – С. 42–47.
9. Максимова Е. М. Использование бактерицидных ультрафиолетовых облучателей амальгамного типа в технологических процессах инкубаториев: дис. канд. с.-х. наук: 06.02.10. – Сергиев Посад, 2022. – 106 с.
10. Микробиологический контроль мяса животных, птицы, яиц и продуктов их переработки / С. А. Артемьева, Т. Н. Артемьева, А. И. Дмитриев, В. В. Дорутина // Справочник. – М.: КолосС, 2002. – 288 с.