

TOMASZ SZABLEWSKI, JACEK KIJOWSKI, RENATA CEGIELSKA-  
RADZIEJEWSKA, ANNA DZIEDZIC, ANNA KAMIŃSKA

## WPŁYW PROMIENIOWANIA UV NA STAN MIKROBIOLOGICZNY SKORUPY ORAZ JAKOŚĆ TREŚCI JAJ

### Streszczenie

Celem pracy była ocena stanu mikrobiologicznego powierzchni skorup jaj konsumpcyjnych higienizowanych przy użyciu promieniowania UV-C 254 nm oraz określenie wpływu tego procesu na wybrane wyróżniki jakościowe treści jaj. Jaja poddano działaniu promieniowania UV-C 254 nm w naświetlaczu do jaj typu UV 254 (CompArt). Analiza mikrobiologiczna obejmowała oznaczenie na powierzchni skorup ogólnej liczby drobnoustrojów i bakterii z grupy coli oraz obecność pałeczek z rodzaju *Salmonella*. Oznaczenia wykonano bezpośrednio po naświetlaniu powierzchni skorup jaj oraz po 2 i 4 tygodniach przechowywania - wobec prób kontrolnych (nienaświetlanych). Stosowano różne dawki promieniowania wyrażone czasem naświetlania: 30, 60 i 90 s. Jaja użyte w eksperymencie miały różne stopnie zabrudzenia skorupy: brudne, wizualnie czyste i myte. Następnie oceniono indeksy białka i żółtka, wyznaczono jednostki Haugha, określono pianistość, trwałość piany oraz zmierzono pH.

Stwierdzono, że naświetlanie jaj kurzych promieniowaniem UV-C 254 nm przez 30, 60 i 90 s nie spowodowało statystycznie istotnej redukcji ogólnej liczby drobnoustrojów na powierzchni skorupy jaj konsumpcyjnych. W przypadku naświetlania jaj przez 30 i 90 s zaobserwowano jednak tendencję zmniejszania się ogólnej liczby drobnoustrojów. Wykazano, że proces mycia jaj brudnych w połączeniu z zastosowaniem naświetlania promieniowaniem UV-C 254 nm może skutecznie redukować liczbę bakterii z grupy coli na powierzchni skorupy jaj konsumpcyjnych. Statystyczna analiza danych eksperymentalnych za pomocą testu Tukey'a nie wykazała istotnego wpływu promieniowania UV-C 254 nm na którykolwiek z badanych wyróżników jakości treści jaj. Obserwowane zmiany badanych cech związane były jedynie z naturalnie postępującym w czasie przechowywania procesem starzenia się jaj.

Uzyskane wyniki dowodzą, że promieniowanie UV-C 254 nm może być bezpiecznym sposobem higienizacji skorupy jaj konsumpcyjnych. Przedstawiony eksperyment skłania do dalszych badań nad skutecznością promieniowania UV-C 254 nm.

**Słowa kluczowe:** promieniowanie UV-C, higienizacja, skorupa jaj, analiza mikrobiologiczna, jakość jaj

## Wprowadzenie

Jaja są ważnym składnikiem diety człowieka ze względu na wartość odżywczą. Białko jaja kurzego cechuje wysoka wartość biologiczna, natomiast w składzie lipidów żółtka znaczący udział zajmują nienasycone kwasy tłuszczowe np.: kwas oleinowy (C18:1 n-9) i kwas linolowy (C18:2 n-6). Ponadto jaja są cennym źródłem witamin rozpuszczalnych w wodzie (np. witaminy B<sub>2</sub>) i w tłuszczach (m.in. witamin A i D) oraz składników mineralnych, np. fosforu [10]. Jednak powierzchnia skorup jaj kurzych zanieczyszczona jest bakteriami z grupy *coli*, wśród których mogą znajdować się serotypy *Escherichia coli*, które są często czynnikiem etiologicznym biegunek oraz pałeczek z rodzaju *Salmonella*.

Jaja i przetwory z jaj postrzegane są jako najczęstsze źródło bakterii z rodzaju *Salmonella*. W ostatnich latach na świecie wzrasta liczba zakażeń i zatruc pokarmowych, wśród których salmonellozy zajmują czołowe miejsce. Liczba pałeczek *Salmonella* wywołujących chorobę u ludzi określana jest na 10<sup>5</sup>-10<sup>6</sup> komórek. Nasilenie i przebieg choroby jest bardzo różny i zależy od indywidualnej wrażliwości oraz liczby bakterii, które dostały się do organizmu.

Raport Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA), z czerwca 2006, wskazuje, że ponad 55 % kurników, stad towarowych niosek, zanieczyszczona jest bakteriami Gram (-). W związku z tym Komisja Europejska, rozporządzeniem nr 1168/2006 z 31 lipca 2006 r., nałożyła m.in. na nasz kraj obowiązek redukcji poziomu bakterii z rodzaju *Salmonella* występujących z wysoką częstotliwością u drobiu. Obowiązek dotyczy zmniejszenia do końca 2010 r. występowania pałeczek *Salmonella* do 1 % w stadach towarowych kur niosek.

Obecność na fermie pałeczek z rodzaju *Salmonella* to wysokie prawdopodobieństwo zanieczyszczenia skorup jaj tym patogenem. Jednym z zalecanych sposobów redukcji poziomu zanieczyszczenia mikrobiologicznego powierzchni skorup jaj konsumpcyjnych jest promieniowanie UV-C 254 nm.

Promieniowanie UV ma zakres fal od 100 do 400 nm, granicząc z promieniowaniem X i widmem promieni świetlnych widzialnych [9]. Wyróżnia się następujące zakresy promieniowania UV [2]:

- a) daleki 100 do 280 nm (UVC),
- b) średni 280 do 315 nm (UVB),
- c) bliski 315 do 400 nm (UVA).

W praktyce korzysta się z promieniowania UV-C o długości fali 254 nm, które wywołuje natychmiastową reakcję fotochemiczną w DNA, inicjującą jego mutacje. Do inaktywacji różnych mikroorganizmów niezbędne są różne dawki promieniowania, przy czym dawki te dla danego mikroorganizmu są różne w zależności od tego, czy uwzględniają jego fotoreakcję. Promieniowanie UV-C 254 nm charakteryzuje się słabą przenikliwością w ośrodkach nieprzejrzystych. Wobec tego w przypadku produktów

spożywczych może ono być wykorzystane tylko do sterylizacji powierzchniowej [7]. Pozostałe ograniczenia w stosowaniu promieni UV wynikają z ich silnego absorbowania przez cząstki kurzu i warstewki wilgoci, a także szybko zmieniający się efekt ich działania wraz ze wzrostem odległości od źródła promieniowania [5].

Celem pracy było określenie wpływu higienizowania powierzchni skorup jaj przy użyciu promieniowania UV-C 254 nm na jakość mikrobiologiczną tych powierzchni oraz wybrane wyróżniki jakościowe treści jaj konsumpcyjnych.

### Material i metody badań

Jaja kur niosek ze stad hodowlanych Instytutu Zootechniki z Zakrzewa naświetlano promieniowaniem UV-C 254 nm w naświetlaczu do jaj UV 254 CompArt. W eksperymencie przebadano 1044 jaja, z czego do analiz mikrobiologicznych przygotowano 348 prób.

Analizy wykonywano bezpośrednio po naświetlaniu powierzchni jaj oraz po 2 i 4 tygodniach ich przechowywania w warunkach chłodniczych wobec prób kontrolnych – nienaświetlanych. Stosowano czas naświetlania: 30, 60 i 90 s. Jaja użyte w eksperymencie charakteryzowały się różnym stopniem zabrudzenia skorupy: brudne, wizualnie czyste i myte – uzyskane przez mycie jaj brudnych pod bieżącą wodą o temp. 18 - 20 °C do uzyskania jaj wizualnie czystych.

Naświetlone oraz kontrolne jaja wybijano na płytki Petriego, a skorupy umieszczano w sterylnych workach. Pojedynczą próbę do oznaczeń mikrobiologicznych stanowiły skorupy z 3 jaj. Skorupy kruszono i przenoszono 10 g do kolby z 90 ml zbuforowanej wody peptonowej. Przygotowaną w ten sposób próbę wytrząsano przez 15 min w celu wymycia bakterii z porów skorupy. Z uzyskanego rozcieńczenia  $10^{-1}$  przygotowywano kolejne rozcieńczenia dziesiętne i posiewano, wykorzystując klasyczną metodę zalewową Kocha w kierunku ogólnej liczby drobnoustrojów i liczby bakterii z grupy *coli*. Wykrywanie bakterii *Salmonella* prowadzono metodą horyzontalną. Ogólną liczbę bakterii oznaczano z wykorzystaniem agaru odżywczego (BTL), a bakterie z grupy *coli* – stosując podłoże ChromAgar ECC (Graso). Próby inkubowano odpowiednio w temp. 30 °C przez 72 h i 37 °C przez 24 h. Do obliczeń przyjęto rozcieńczenia z płytek, na których liczba koloni wynosiła od 30 do 300. Wyniki wyrażono w jtk/g skorupy.

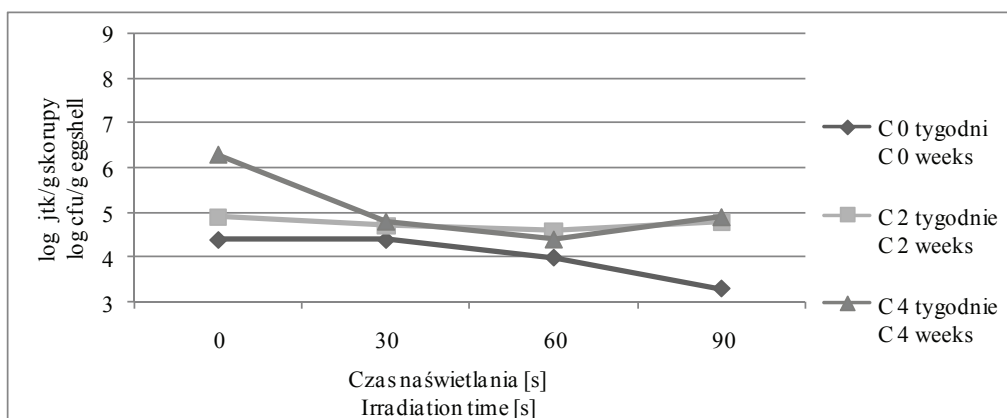
Badania treści jaj polegały głównie na wyznaczeniu indeksów białka i żółtka tj.: stosunku wysokości do szerokości. Oznaczano również jednostki Haugha, które obliczano korzystając z równania:  $JH = 100 \lg (h - 1,7 W^{0,37} + 7,6)$ , gdzie  $h$  – wysokość białka gęstego [mm], a  $W$  – masa jaja [g]. Mierzono również pH żółtka i białka. Oznaczenie pienistości polegało na wyznaczeniu stosunku wysokości [mm] białka przed i po ubiciu piany mikserem Hobart typ K5-A, a trwałość piany przez pomiar łącznej objętości wycieku po 30 i 120 min.

Do analizy średnich wartości zastosowano statystyki opisowe oraz 95 % przedziały ufności. Wykorzystano również test HSD Tukey'a na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

### Wyniki i dyskusja

Na podstawie wyników badań mikrobiologicznych nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między ogólną liczbą drobnoustrojów a dawką promieniowania UV-C 254 nm, wyrażoną czasem naświetlania 30, 60 i 90 s. Mimo braku istotnych różnic statystycznych, obserwowano zmiany ogólnej liczby drobnoustrojów po naświetlaniu promieniowaniem UV-C 254 nm.

Analiza mikrobiologiczna powierzchni skorup jaj wizualnie czystych, przeprowadzona bezpośrednio po naświetlaniu jaj promieniowaniem UV-C 254 nm przez 30 s, nie wykazała zmiany ogólnej liczby bakterii, natomiast wydłużenie okresu naświetlania do 60 i 90 s spowodowało nieznaczne zmniejszenie liczby drobnoustrojów o odpowiednio 0,4 i 1,0 log, w porównaniu z próbą kontrolną. Mikroflora powierzchniowa jaj wizualnie czystych badanych po 2 tygodniach przechowywania i po naświetlaniu przez 30 i 60 s uległa redukcji o odpowiednio 0,2 i 0,3 log. Po 4 tygodniach przechowywania zaobserwowano zmianę liczby bakterii o 1,5 log po 30 s naświetlania i zmianę o 0,4 log po 60 s (rys. 1).

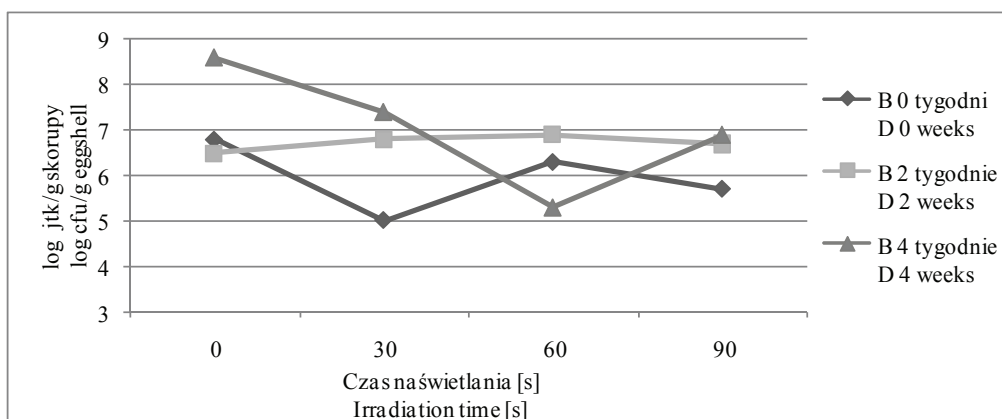


Rys. 1. Wpływ czasu naświetlania promieniowaniem UV-C 254 nm na ogólną liczbę bakterii na gram skorupy jaj wizualnie czystych po 0 (C 0), 2 (C 2) i 4 tygodniach przechowywania (C 4).

Fig. 1. Effect of irradiation time using UV-C 254 nm ultraviolet light on the total number of aerobic bacteria/gram of the visually clean eggshells after 0 (C 0), 2 (C 2), and 4 (C 4) weeks of storage.

Naświetlanie promieniowaniem UV przez 30 s skorup jaj brudnych spowodowało zmniejszenie liczby bakterii o 1,8 log w porównaniu z próbą kontrolną. Z kolei po 2 tygodniach przechowywania jaj ze skorupami brudnymi, a następnie ich naświetlania przez 30 i 60 s wystąpił nieznaczny wzrost mikroflory (0,3 i 0,4 log) w porównaniu

z próbą kontrolną i niewielki spadek w przypadku wydłużenia okresu naświetlania do 90 s (0,2 log), w porównaniu z próbą naświetlaną przez 60 s. Po 4 tygodniach przechowywania tej samej partii jaj brudnych zaobserwowano następujące zmiany liczby bakterii na powierzchni skorupy: naświetlanie przez 60 s spowodowało zmianę liczby bakterii odpowiednio o 1,2 i 3,3 log, w porównaniu z próbą kontrolną; po 90 s naświetlania liczba drobnoustrojów wzrosła o 0,4 log, w porównaniu z próbą naświetlaną przez 60 s (rys. 2).



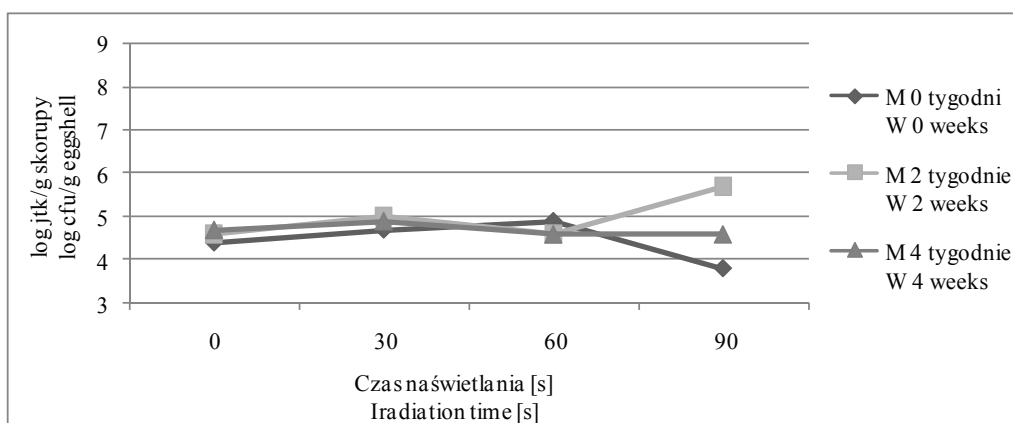
Rys. 2. Wpływ czasu naświetlania promieniowaniem UV-C na ogólną liczbę bakterii na gram skorupy jaj brudnych badanych po 0 (B 0), 2 (B 2) i 4 tygodniach przechowywania (B 4).

Fig. 2. Effect of irradiation time using UV-C 254 nm ultraviolet light on the total number of aerobic bacteria/gram of eggshells of the dirty eggs studied after 0 (D 0), 2 (D 2), and 4 (D 4) weeks of storage.

Analiza mikrobiologiczna powierzchni skorup jaj mytych, badanych bezpośrednio po naświetlaniu, przy zastosowaniu czasu naświetlania 30 i 60 s, wykazała niewielki wzrost mikroflory (odpowiednio o 0,3 i 0,2 log) w porównaniu z próbą kontrolną. Po 90 s naświetlania stwierdzono zmniejszenie liczby bakterii o 1,1 log w porównaniu z próbą naświetlaną przez 60 s. Natomiast na powierzchni skorup jaj mytych, po 2 i 4 tygodniach przechowywania i po 30 s naświetlania nastąpił nieznaczny wzrost mikroflory, a po 60 s naświetlania zaobserwowano nieznaczną jej redukcję, w porównaniu z próbą kontrolną (rys. 3). Naświetlanie przez 90 s, w przypadku jaj badanych po 2 tygodniach przechowywania, spowodowało wzrost liczby drobnoustrojów o 1,1 log, w porównaniu z próbą naświetlaną przez 60 s, a w przypadku jaj przechowywanych 4 tygodnie nie zaobserwowano zmiany liczby drobnoustrojów.

W niektórych przypadkach zauważono wzrost ogólnej liczby drobnoustrojów po naświetlaniu przez 60 s, a następnie redukcję po 90 s. Jest to prawdopodobnie związane ze specyfiką metody płytkowej. W metodzie tej liczy się wszystkie kolonie, które

wyrosły na płytce. Drobnoustroje jednak rzadko występują w postaci pojedynczych komórek, częściej pozostają po podziałach w postaci: dwoinek, łańcuszków itp. Traktowanie komórek bakterii promieniowaniem UV-C 254 nm, powoduje rozerwanie skupisk bakterii na mniejsze. Z każdego mniejszego skupiska w metodzie zalewowej wyrasta pojedyncza kolonia, stąd prawdopodobnie wzrasta liczba drobnoustrojów po 60 s naświetlania.

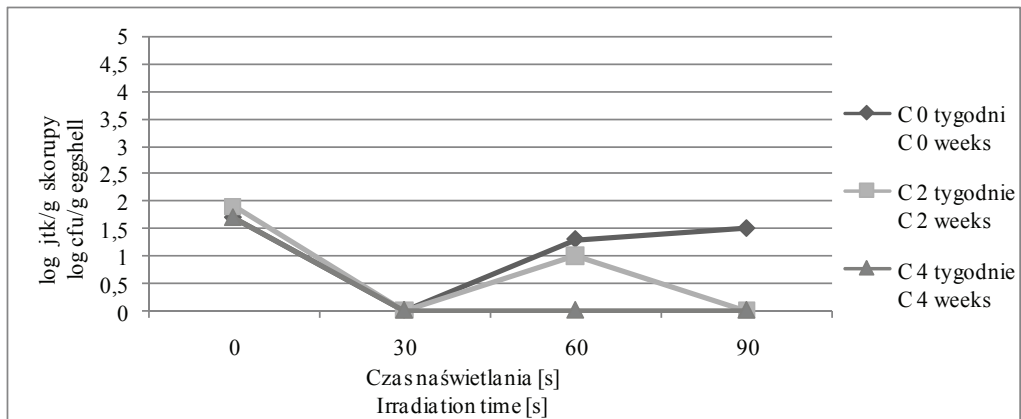


Rys. 3. Wpływ czasu naświetlania promieniowaniem UV-C na ogólną liczbę bakterii na gram skorupy jaj mytych po 0 (M 0), 2 (M 2) i 4 tygodniach przechowywania (M 4).

Fig. 3. Effect of irradiation time using UV-C 254 nm ultraviolet light on the total number of aerobic bacteria/gram of washed eggshells after 0 (W 0), 2 (W 2), and 4 (W 4) weeks of storage.

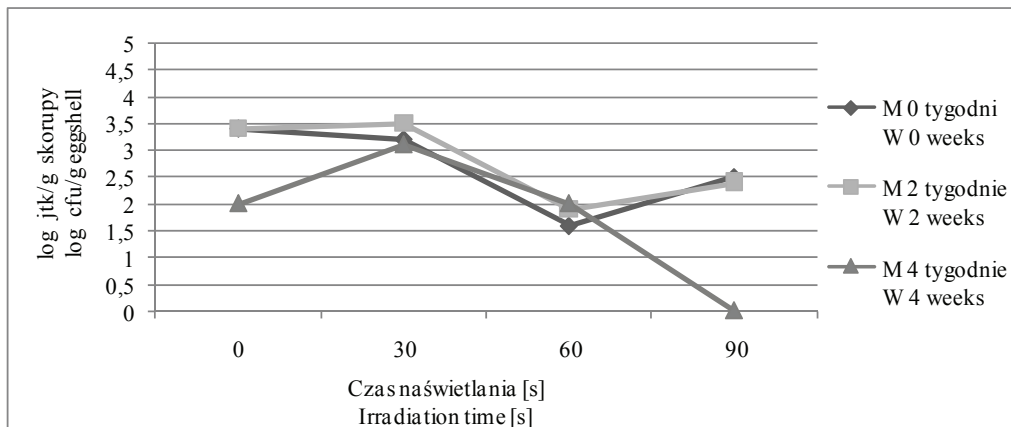
De Reu [4] badał zmiany ogólnej liczby bakterii na powierzchni jaj wizualnie czystych oraz brudnych. Jaja były naświetlane za pomocą ruchomego przenośnika o dwóch szybkościach taśmy: 10000 jaj/h, oraz 2500 jaj/h, a czas ekspozycji promieniowania UV wynosił 4 i 18 s. Badania te potwierdziły skuteczność promieniowania w przypadku powierzchni jaj wizualnie czystych, gdyż liczba drobnoustrojów zmniejszyła się o 1 log oraz brak skuteczności w przypadku powierzchni jaj brudnych.

Analiza liczby bakterii z grupy *coli* na powierzchni skorup jaj mytych wykazała zmniejszanie ich liczby wraz z wydłużaniem czasu naświetlania (rys. 4). W przypadku jaj czystych stwierdzono zmniejszenie liczby bakterii z grupy *coli* (rys. 5). Na powierzchni jaj brudnych (rys. 6) wykazano brak jednoznacznego wpływu promieniowania UV na liczbę bakterii z tej grupy. De Reu [4] tłumaczy brak skuteczności promieniowania UV-C 254 nm na powierzchni jaj brudnych częściowym brakiem dostępu do komórek bakterii promieniowania UV, związanym z zanieczyszczeniem jaj brudem, kurzem i odchodami [4].



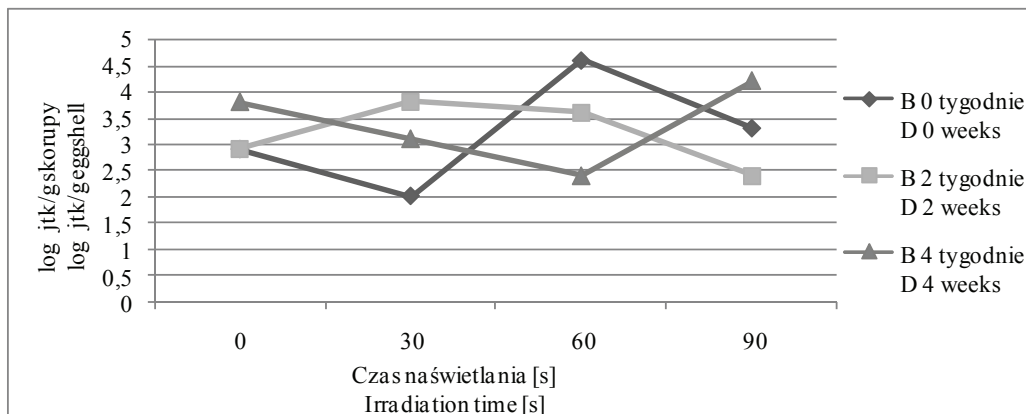
Rys. 4. Wpływ czasu naświetlania promieniowaniem UV-C 254 nm na liczbę bakterii z grupy *coli* na gram skorupy jaj mytych po 0 (M 0), 2 (M 2) i po 4 tygodniach przechowywania (M 4).

Fig. 4. Effect of irradiation time of UV-C 254 nm ultraviolet light on the *coli* number on one gram of washed eggshells after 0 (W 0), 2 (W 2), and 4 (W 4) weeks of storage.



Rys. 5. Wpływ czasu naświetlania promieniowaniem UV-C 254 nm na liczbę bakterii z grupy *coli* na gram skorupy jaj wizualnie czystych, po 0 (C 0), 2 (C 2) i 4 tygodniach przechowywania (C 4).

Fig. 5. Effect of irradiation time using UV-C 254 nm ultraviolet light on the *coli* number on one gram of visually clean eggshells after 0 (C 0), 2 (C 2), and 4 (C 4) weeks of storage.



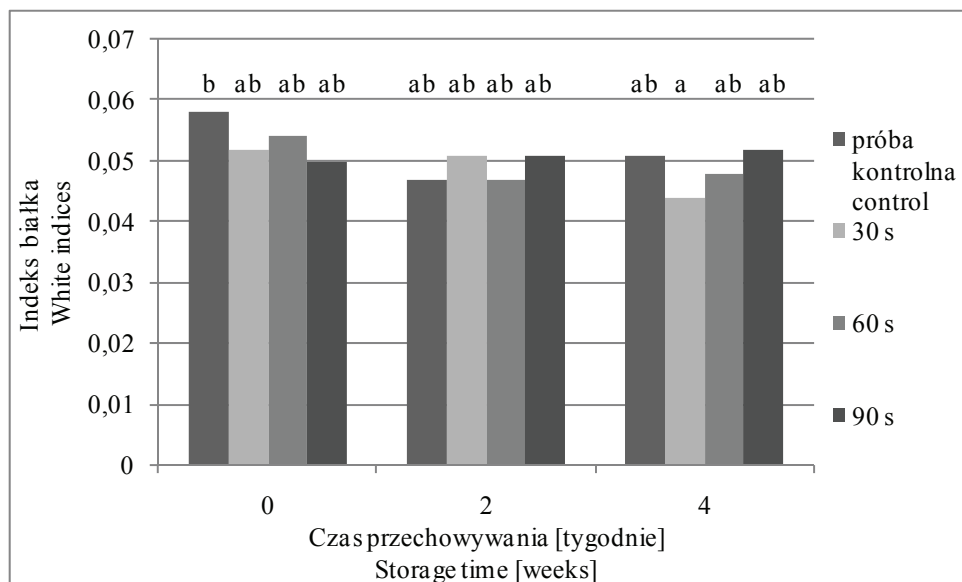
Rys. 6. Wpływ czasu naświetlania promieniowaniem UV-C 254 nm na liczbę bakterii z grupy *coli* na gram skorupy jaj brudnych, po 0 (B 0), 2 (B 2) i 4 tygodniach przechowywania (B 4).

Fig. 6. Effect of irradiation time using UV-C 254 nm ultraviolet light on the *coli* number on one gram of dirty eggshells after 0 (D 0), 2 (D 2), and 4 (D 4) weeks of storage.

Występowanie naprzemiennych wzrostów i spadków liczby bakterii z grupy *coli* można tłumaczyć zbyt krótkim czasem emisji promieniowania, które może doprowadzić do osłabienia (powstania odwracalnych mutacji), a następnie do ponownej regeneracji komórek bakterii. Uszkodzenie łańcucha DNA pod wpływem działania promieniowania UV-C 254 nm powoduje ekspresję genów endonukleazy naprawczej, biosyntezę kodowanych przez nie białek (*uvrA*, *uvrB*, *uvrC*) i naprawę uszkodzonego DNA komórki. Naprawa uszkodzonego łańcucha może zachodzić również w procesie fotoreaktywacji z udziałem enzymu fotolizazy [3]. Podczas oznaczania liczby bakterii z grupy *coli* na czystych, celowo zanieczyszczonych skorupach jaj De Reu [4] stwierdził, że promieniowanie UV-C było bardziej skuteczne w przypadku jaj o niskim poziomie zanieczyszczenia tymi bakteriami ( $2,4 \times 10^4$  jtk/g skorupy) niż jaj o zanieczyszczeniu wynoszącym  $2,2 \times 10^7$  jtk/g skorupy. W celu większej obiektywizacji wyników należałoby przeprowadzić badania skuteczności higienizacyjnej promieniowania UV-C 254 nm na jajach celowo zabrudzonych czystymi kulturami bakterii.

Analiza statystyczna wartości indeksów białka gęstego nie wykazała wpływu naświetlania jaj promieniowaniem UV-C 254 nm na ten wyróżnik jakości. Potwierdzono natomiast, na podstawie testu Tukey'a na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ , wpływ czasu przechowywania jaj na wartość indeksu białka pomiędzy próbą kontrolną badaną bezpośrednio a próbą naświetlaną 30 s i przechowywaną 4 tygodnie. Wraz z wydłużaniem czasu przechowywania jaj wartości indeksu białka malały (rys. 7).





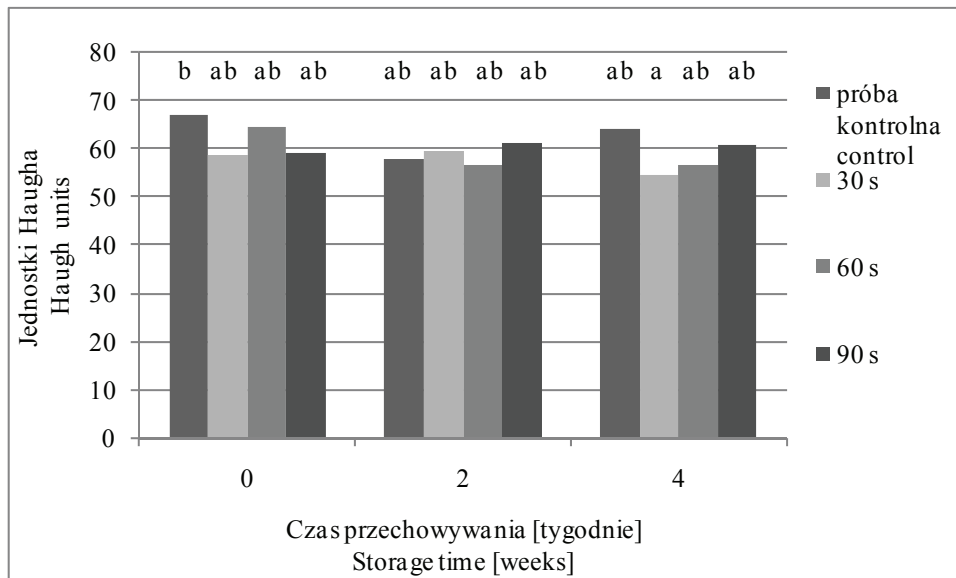
Rys. 7. Wpływ czasu przechowywania jaj na indeks białka.

Fig. 7. Effect of the egg storage time on the egg white index.

Dane literaturowe wskazują, że jakość białka jest tym lepsza, im większa jest jego wysokość i mniejsza powierzchnia po wybiciu jaja [1]. Wraz z upływem czasu przechowywania ilość białka gęstego maleje na rzecz białka rzadkiego. W starszych jajach białko gęste jest mniej wypukłe i zajmuje większą powierzchnię [8].

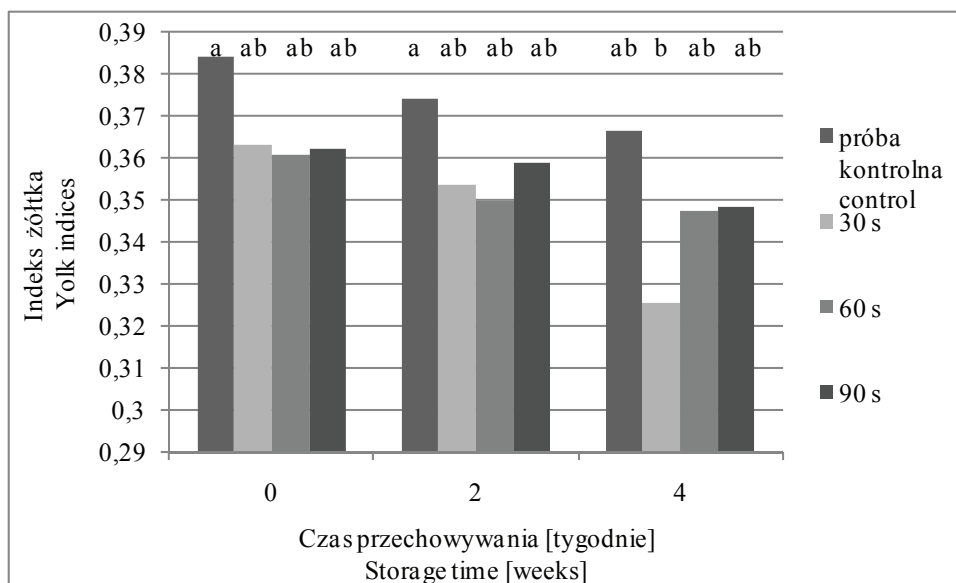
Nie zaobserwowano zmian wartości jednostek Haugha pod wpływem promieniowania UV-C 254 nm. Wykazano statystycznie istotny wpływ czasu przechowywania na jednostki Haugha pomiędzy próbą kontrolną badaną bezpośrednio a próbą naświetlaną 30 s i przechowywaną 4 tygodnie (rys. 8). Zmiana jednostek Haugha następuje wraz z upływem czasu przechowywania, gdyż postępują procesy starzenia się jaj i obniża się ich jakość [8].

Nie zaobserwowano również istotnego wpływu naświetlania jaj w skorupkach na wartości indeksu żółtka. Badania potwierdziły natomiast wpływ czasu przechowywania na ten wskaźnik jakości jaj. Stwierdzono statystycznie istotne różnice pomiędzy próbą kontrolną badaną bezpośrednio, a próbą naświetlaną 30 s i przechowywaną 4 tygodnie oraz między próbą kontrolną przechowywaną 2 tygodnie i próbą naświetlaną 30 s i przechowywaną 4 tygodnie (rys. 9). Przeprowadzony eksperyment potwierdził, że indeks żółtka maleje wraz z czasem przechowywania na skutek słabnącej wytrzymałości błony witelinowej [6].



Rys. 8. Wpływ czasu przechowywania jaj na jednostki Haugha.

Fig. 8. Effect of the egg storage time on the Haugh units.



Rys. 9. Wpływ czasu przechowywania jaj na indeks żółtka.

Fig. 9. Effect of the storage time on the yolk index.

Higienizacja powierzchni skorupy jaj promieniowaniem UV-C 254 nm nie miała wpływu na pH białka i żółtka jaj. Niewielkie zmiany wartości kwasowości czynnej treści jaja spowodowane były jedynie procesem starzenia się jaj występującym podczas przechowywania. Dane literaturowe wskazują, że w czasie przechowywania jaj na skutek utraty dwutlenku węgla i zateżenia treści jaja rosła wartość pH zarówno białka, jak i żółtka [6].

Naświetlanie powierzchni skorupy jaj promieniowaniem UV-C 254 nm nie wywarło wpływu na pienistość białka ani na trwałość piany. Zaobserwowane zmiany spowodowane były czasem przechowywania jaj. Wraz z czasem przechowywania zmniejsza się ilość wody w białku i pienistość, określona jako przyrost objętości piany po ubiciu białka w stosunku do jego objętości przed ubiciem, również maleje.

Statystyczna analiza danych nie wykazała wpływu promieniowania UV-C 254 nm na cechy jakościowe treści jaja. Jest to związane prawdopodobnie ze słabą przenikliwością promieniowania UV przez skorupę. Wiadomo, że przenikanie krótkofalowych promieni UV w ośrodkach nieprzezroczystych wynosi w granicach 0,1 – 0,5 mm [10].

## Wnioski

1. Naświetlanie jaj kurzych promieniowaniem UV-C 254 nm w przyjętym modelu eksperymentu nie powoduje statystycznie istotnej redukcji ogólnej liczby drobnoustrojów na powierzchni skorupy jaj konsumpcyjnych, jednak obserwuje się tendencję redukcji komórek bakteryjnych w przypadku naświetlania jaj przez 30 i 90 s.
2. Proces mycia jaj w połączeniu z naświetlaniem promieniowaniem UV-C 254 nm skutecznie usuwa bakterie z grupy *coli* z powierzchni skorupy jaj konsumpcyjnych.
3. Analiza mikrobiologiczna liczby bakterii z grupy *coli* wykazała skuteczność promieni UV-C 254 nm w przypadku jaj czystych, na których liczba drobnoustrojów nie przekraczała  $1,2 \times 10^2$  jtk/g skorupy.
4. W czasie realizacji badań opisanych w niniejszej pracy nie stwierdzono w żadnej z prób obecności pałeczek *Salmonella* na powierzchni jaj konsumpcyjnych.
5. Naświetlanie jaj w skorupkach promieniowaniem ultrafioletowym UV-C 254 nm przez 30, 60 i 90 s nie wywołało zmian treści jaj w zakresie badanych wyróżników.
6. Obserwowane zmiany badanych cech białka i żółtka związane były jedynie z naturalnie postępującym w czasie przechowywania procesem starzenia się jaj.

*Praca była prezentowana podczas XIII Ogólnopolskiej Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Łódź, 28 - 29 maja 2008 r.*

### Literatura

- [1] Bednarczyk M.: Wpływ czynników dziedzicznych oraz warunków środowiskowych chowu kur na jakość jaj. W: Technologia jaj. Praca zbiorowa. WNT, Warszawa 1991, ss. 98-106.
- [2] Bintsis T.: Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry – a critical review. *J. Sci. Food Agri.*, 2000, **80**, 637-645.
- [3] Crowley D. J., Boubriak I., Berquist B. R., Clark M., Richard E., Sullivan L., DasSarma S., McCready S.: The *uvrA*, *uvrB* and *uvrC* genes are required for repair of ultraviolet light induced DNA photoproducts in *Halobacterium sp.* NRC-1. *Saline Systems*. 2006, **2**, <http://www.salinesystems.org/content/2/1/11>.
- [4] De Reu K., Grijspeerdt K.: The effect of a commercial UV disinfection system on the bacterial load of shell eggs. *Appl. Microbiol.*, 2006, 144-148.
- [5] Kołożyn-Krajewska D.: Higiena produkcji żywności. Wyd. SGGW, Warszawa 2003, ss. 160-161, 184-186, 297.
- [6] Niewiarowicz A.: Budowa, skład chemiczny, właściwości fizykochemiczne i funkcjonalne oraz wartość odżywcza jaj. W: Technologia jaj – praca zbiorowa. WNT, Warszawa 1991, s. 18.
- [7] Pijanowski E., Dłużewski M., Dłużewska A., Jarczyk A.: Ogólna technologia żywności. WNT, Warszawa 2000, ss. 67-69.
- [8] Płotka A. (1991) Przechowalnictwo jaj. W: Technologia jaj – praca zbiorowa. WNT, Warszawa 1991, ss. 129-160.
- [9] Sastry S. K., Dalta A. K., Warobo R. W.: Ultraviolet light. Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies. *J. Food Sci.*, 2000, Special Suppl., 90-92.
- [10] Trziszka T.: Budowa i skład chemiczny jaja. W: Jajczarstwo – nauka, technologia, praktyka. Wyd. AR we Wrocławiu, Wrocław 2000, s. 147.

### EFFECT OF UV RADIATION ON MICROBIOLOGICAL CONDITION OF EGGSHELL AND ON QUALITY OF EGG CONTENT

#### S u m m a r y

The objective of the study was to assess the microbiological condition of eggshell surface of eggs suitable for eating, which were treated (for the purpose of their hygienization) using an UV-C 254 nm ultraviolet radiation, as well as to determine the effect of this process on some selected quality factors of the egg content. The eggs were exposed to the UV-C 254 nm ultraviolet radiation in an egg radiator type UV 254 (CompArt). A microbiological analysis of the quality of eggshell surface included the determination of the following: - total number of micro-organisms on the eggshell surface; - the count of bacteria belonging to the coli group; - the occurrence of *Salmonella enteritidis*. The determination procedure was performed directly after the eggshell irradiation and after 2 and 4 weeks storage thereof, and compared with the control sample of eggs (which were not irradiated). Various radiation doses were applied; those doses were expressed using a radiation time duration of 30, 60, and 90 sec. In the experiment, there were used eggs showing different dirt on their eggshells, i.e.: dirty, visually clean, and washed eggshells. Next, the following was determined: white and yolk indices, Haugh units, foaming, foam stability; also, the pH was measured.

It was found that the exposure of eggs to the UV-C 254 nm radiation for a period of 30, 60, and 90 sec caused no statistically significant reduction in the count of microbes on the eggshell surface of eggs suitable for eating. However, it was found that when the eggs were treated with this radiation during 30

and 90 sec, the total count of microbes tended to fall. Furthermore, it was proved that it was possible to effectively reduce the count of *E. coli*, when the eggs were, at the same time, washed and irradiated using the UV-C 254 nm radiation. The statistical analysis of the experimental data using a Tukey's test did not show any significant impact of the UV-C 254 nm radiation on any of the quality factors of the egg content. The changes that were stated in the egg features studied were correlated exclusively with the aging process of eggs progressing during their storage.

The results obtained prove that the UV-C 254 nm radiation can be a safe eggshell higienization method of the eggs suitable for eating. The experiment presented in this paper encourages further studies on the efficacy of the UV-C 254 nm.

**Key words:** UV-C irradiation, higienization, eggshell, microbiological analysis, egg quality ☒