

TOMASZ SZABLEWSKI, RENATA CEGIELSKA-RADZIEJEWSKA,  
ANNA KACZMAREK, JACEK KIJOWSKI

## KONKURENCYJNE ODDZIAŁYWANIA MIKROORGANIZMÓW NA POWIERZCHNI SKORUP JAJ KONSUMPCYJNYCH

### Streszczenie

Wykazano, że patogenne mikroorganizmy ze środowiska kurnika mogą przenosić się na powierzchnię jaj konsumpcyjnych, co stwarza ryzyko bezpieczeństwa zdrowotnego konsumentów – potwierdzone liczbą rejestrowanych przypadków zatruc pokarmowych. Równocześnie z chorobotwórczymi bakteriami na skorupie występują również inne drobnoustroje, dlatego wykonano modelowe badania dotyczące przeżywalności i konkurencyjnych oddziaływań natywnej mikroflory skorupy z wybranymi patogenami. Przygotowano dwie grupy jaj o jałowionej i niejłowionej powierzchni skorupy, które zanieczyszczono inokulacjami bakterii *E. coli* O2:H1:K4 PCM 413 i *S. enteritidis* PCM 843 oraz mieszaną kulturą obu bakterii. Próby przechowywano w warunkach chłodniczych przez 4 tygodnie. Oznaczenia mikrobiologiczne wykonano klasyczną metodą zalewową, posiewając homogenat skorup jaj na odpowiednie chromogenne podłoża. W wyniku przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono, że im dłuższy czas przechowywania jaj, tym mniej naniesionych bakterii znajduje się na skorupach, a nawet często zupełnie znikają. Wywołane jest to prawdopodobnie niekorzystnymi warunkami wzrostu na powierzchni skorupy jaj tj. niską aktywnością wody oraz małą dostępnością składników pokarmowych. Dodatkowo przeżywalność badanego szczepu *E. coli* na powierzchni jałowionej jest dużo większa aniżeli w przypadku skorup niejłowionych, co związane jest z brakiem konkurencji o siedlisko. Badany szczep *S. enteritidis* w każdym analizowanym przypadku istotnie korzystniej znosi konkurencję natywnej mikroflory na niejłowionej powierzchni skorupy aniżeli w przypadku jałowionej powierzchni skorupy. Bakterie *E. coli* zamierają na powierzchni skorupy jaj konsumpcyjnych podczas ich przechowywania znacznie szybciej aniżeli *S. enteritidis*. Dodatkowo proces ten jest intensyfikowany współwystępowaniem natywnej mikroflory powierzchni skorupy.

**Słowa kluczowe:** skorupa jaj, *S. enteritidis*, *E. coli*, konkurencja

### Wprowadzenie

Na jakość mikrobiologiczną jaj może wpływać wiele czynników, takich jak: stan zdrowia niosek, system utrzymania, oddziaływanie mikroflory stałej i przejściowej,

---

*Dr inż. T. Szablewski, dr R. Cegielska-Radziejewska, dr inż. A. Kaczmarek, prof. dr hab. J. Kijowski, Katedra Zarządzania Jakością Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań*

zanieczyszczenie mikrobiologiczne paszy i pomieszczeń produkcyjnych, postępowanie z jajami bezpośrednio po zniesieniu i rodzaj stosowanych opakowań do jaj [1, 8, 13, 14, 15].

Skład jakościowy i ilościowy mikroflory izolowanej z kurnika zależy od systemu utrzymywania kur niosek [3, 6]. Bezściółkowy system chowu niosek wiąże się z powstawaniem gnojowicy. Oprócz odchodów ptaków zawiera ona także resztki paszowe, złuszczone nabłonki, kwasy tłuszczowe – ogółem około 150 różnych związków. Skład gnojowicy umożliwia rozwój i przetrwanie flory bakteryjnej nawet na poziomie  $10^{14}$  komórek bakterii w 1 g. Mimo to na powierzchni jaj ogólna liczba mikroflory kształtuje się na poziomie  $10^4$ - $10^6$  jtk [3, 14]. Wśród patogennych mikroorganizmów obserwuje się występowanie bakterii z grup: *Coli*, *Salmonella*, *Streptococcus*, *Staphylococcus* i *Yersinia* [8, 10, 15]. W systemie ściółkowym jako podłoże stosuje się najczęściej siano lub słomę. W ściółce, oprócz bakterii pochodzących z odchodów niosek, znajduje się też mikroflora bytująca na roślinach, w tym również grzyby mikroskopowe i wytwarzane przez nie mikotoksyny w ściółce, ziarnach zbóż oraz paszach [3, 9].

Innym równie ważnym czynnikiem mogącym mieć wpływ na mikroflorę powierzchni skorupy jaj są ludzie [15]. Na powierzchni skóry człowieka, a zwłaszcza na skórze rąk, obserwuje się występowanie mikroflory stałej i przejściowej. Mikroflorę stałą stanowią Gram (+) ziarniaki, u niektórych osób występuje też niewielka liczba bakterii Gram (-) i drożdży. Do mikroflory przejściowej należą gronkowce koagulazododatnie oraz pałeczki *Salmonella*. Nosicielstwo gronkowców stwierdza się u 30 - 60 % osób [12]. Natomiast pałeczki *Salmonella* występują u około 30 - 40 % pracowników kurnika [3, 7]. Podobnie pasze i dodatki paszowe stosowane w żywieniu drobiu są istotnym czynnikiem wpływającym na jakość mikrobiologiczną jaj. Udowodniono, że wprowadzenie z paszą do organizmu ptaków pałeczek *Salmonella* powoduje ich zasiedlenie w przewodzie pokarmowym. Drobnoustrój ten jest sukcesywnie wydalany na zewnątrz w trakcie przechodzenia jaja przez kloakę, w momencie zniesienia [5, 11].

Na stan mikrobiologiczny powierzchni skorup jaj ma wpływ również stan higieniczny pomieszczeń produkcyjnych w zakładach pakujących i przetwarzających jaja. Determinowany jest on głównie poziomem higieny produkcji oraz warunkami mikroklimatycznymi. Dotyczy to szczególnie powszechnie występujących zarodnikujących pleśni produkujących mikotoksyny [4, 9]. Rodzaj stosowanych opakowań ma również istotny wpływ na jakość mikrobiologiczną jaj. Do powszechnego użytku weszły jednorazowe opakowania, co eliminuje możliwość wystąpienia zanieczyszczeń z poprzedniego wsadu. Papierowe opakowania, wykorzystywane do bezpośredniego pakowania żywności, mogą zawierać od kilku sztuk nawet do kilku milionów komórek bakterii w 1 g. Na powierzchni i wewnątrz papieru występują najczęściej spory laseczek tlenowych, które po nawilżeniu opakowania zaczynają kiełkować. Alternatywę stanowią opakowania z tworzyw sztucznych lub wykonane z aluminium czy celofanu. Tego typu

opakowania w mniejszym stopniu są zanieczyszczone drobnoustrojami niż opakowania papierowe. Tworzywa polietylenowe używane do produkcji opakowań łatwo przepuszczają powietrze, co sprzyja wzrostowi drobnoustrojów tlenowych [10].

Problem znacznego zanieczyszczenia bakteriami Gram (-) dotyczy w znacznej mierze stad towarowych kur niosek. Jednocześnie niebezpieczne mikroorganizmy ze środowiska kurnika mogą przenosić się na powierzchnię jaj konsumpcyjnych, co stwarza ryzyko bezpieczeństwa zdrowotnego konsumentów – potwierdzone liczbą rejestrowanych przypadków zatruc pokarmowych. Równocześnie z patogennymi bakteriami na skorupie występują również inne drobnoustroje, dlatego wykonano modelowe badania dotyczące przeżywalności i konkurencyjnych oddziaływań natywnej mikroflory skorupy z wybranymi patogenami.

Celem pracy było określenie wpływu oddziaływań konkurencyjnych między drobnoustrojami powierzchni skorupy jaj konsumpcyjnych na częstość występowania bakterii *Salmonella enteritidis* i *Escherichia coli*.

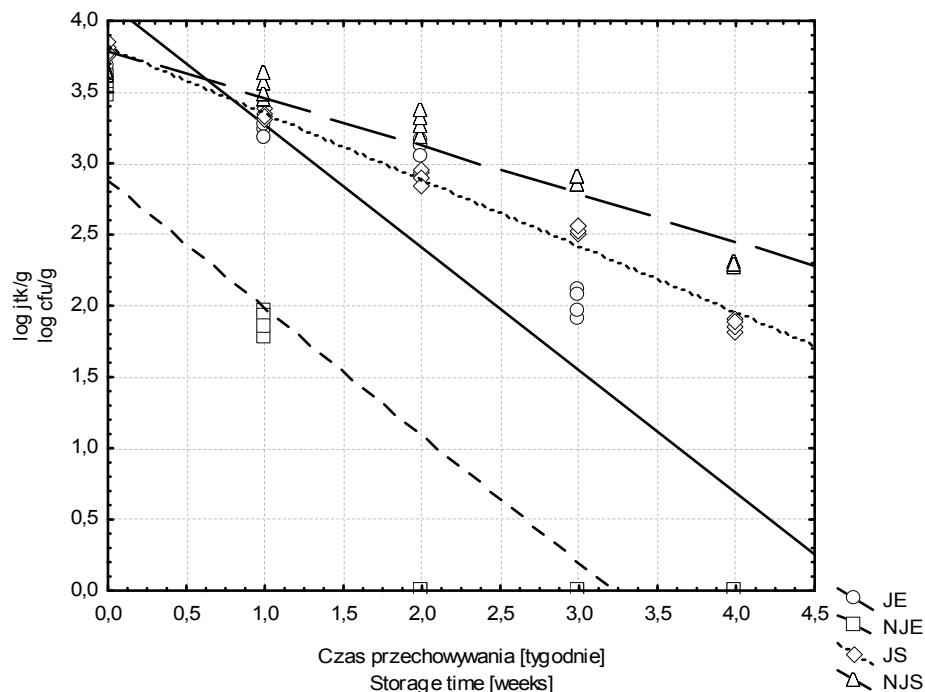
### Material i metody badań

Do badań użyto jaja z chowu klatkowego. W tym celu przygotowano 2 grupy jaj. Jałowione w 70 % alkoholu etylowym przez 30 min i niejłowione – zawierające na powierzchni skorupy mikroflorę natywną. Jaja z grupy jałowionych po procesie sterylizacji przenoszono pojedynczo w warunkach jałowych do sterylnych pojemników i suszono. Podobnie postępowano z jajami niejłowionymi. Jaja jałowione podzielono na 3 grupy, a następnie zanieczyszczano ich skorupy przygotowanymi inokulatami bakterii *E. coli*, *S. enteritidis* oraz mieszaną kulturą obu bakterii wobec prób jaj kontrolnych (z natywną mikroflorą). W tym celu wykonywano posiew rysowy bakterii na podłoże chromogenne ChromAgar ECC (GRASO Stargard Gd.) lub analogicznie ChromAgar Salmonella (GRASO Stargard Gd.), na którym komórki bakterii *E. coli* rosną w postaci kolonii wybarwionych na niebiesko, a *S. enteritidis* na różowo. Posiewy inkubowano 24 h w temp. 37 °C, po czym nastawiano hodowle płynne, przesiewając pojedynczą kolonię do 3 ml bulionu odżywczego. Hodowle inkubowano przez 16 h w temp. 37 °C. Następnie pobierano 1 ml hodowli, przenoszono do 99 ml bulionu odżywczego i *E. coli* inkubowano przez 2 h, a *S. enteritidis* 4 h w temp. 37 °C. Dalej pobierano po 1 ml hodowli i przenoszono do 999 ml bulionu odżywczego w celu otrzymania odpowiedniego stężenia wyjściowego komórek, ok.  $10^3$  jtk/ml (wartości ustalono empirycznie). Następnie skorupy jaj zanieczyszczano, przetrzymując jaja w jałowych pojemnikach, do których dodawano 45 ml przygotowanych rozcieńczeń bakterii. Po upływie 15 min inokulaty zlewano, a jaja poddawano suszeniu przez 1 h w warunkach jałowych. Dalej pojemniki zamykano i przechowywano w warunkach chłodniczych. Próby mikrobiologiczne przygotowano przez homogenizację skorup z 3 jaj. Z uzyskanych prób pobierano 10 g skorup, przenoszono do 90 ml zbuforowanej

wody peptonowej i homogenizowano. Następnie przygotowywano dalsze rozcieńczenia dziesiętne. Z każdego rozcieńczenia dokonywano posiewu, wykorzystując klasyczną metodę zalewową odpowiednimi pożywkami chromogennymi. Ponadto jaja niejałowione zanieczyszczone odpowiednimi kulturami bakterii i jaja kontrolne posiewano w kierunku ogólnej liczby bakterii tlenowych, stosując klasyczną metodę zalewową agarom odżywczym. Próby inkubowano w temp. 37 °C przez 24 h. Po upływie tego czasu dokonywano odczytu wyrosłych kolonii. Do odczytu wybierano płytki z tych rozcieńczeń, których liczba wyrosłych kolonii nie przekraczała 300. Otrzymane wyniki wyrażano w jtk/g skorupy.

### Omówienie wyników

W wyniku przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono istotny wpływ sposobu preparacji powierzchni skorupy jaj na początkowe jej zanieczyszczenie badanymi bakteriami. Na skorupie jałowionej w każdym przypadku obserwowano większe początkowe stężenie komórek na gram skorupy, ponieważ powierzchnię skorup niejałowionych zasiedla już natywna mikroflora, stąd ograniczona możliwość naniesienia dodatkowej liczby patogenów (rys. 1). Ponadto zaobserwowano istotne różnice w zmianie liczby bakterii podczas przechowywania jaj zanieczyszczonych badanymi mikroorganizmami. Wraz z wydłużaniem czasu przechowywania liczba bakterii zmniejszała się często aż do całkowitego zaniku. Związane to było z niekorzystnymi warunkami wzrostu na powierzchni skorupy jaj. Największe znaczenie odgrywała niska aktywność wody oraz mała dostępność składników pokarmowych. W przypadku *E. coli* dynamika zmian była dodatkowo związana ze sposobem preparacji powierzchni skorupy. Przeżywalność *E. coli* na powierzchni jałowionej była dużo wyższa aniżeli w przypadku skorup niejałowionych. Wynika to prawdopodobnie z braku konkurencji o siedlisko. Natywna mikroflora powierzchni skorupy skutecznie konkurowała o składniki pokarmowe z *E. coli*, która zanikła na powierzchni niejałowionej po trzech tygodniach przechowywania (rys. 1).

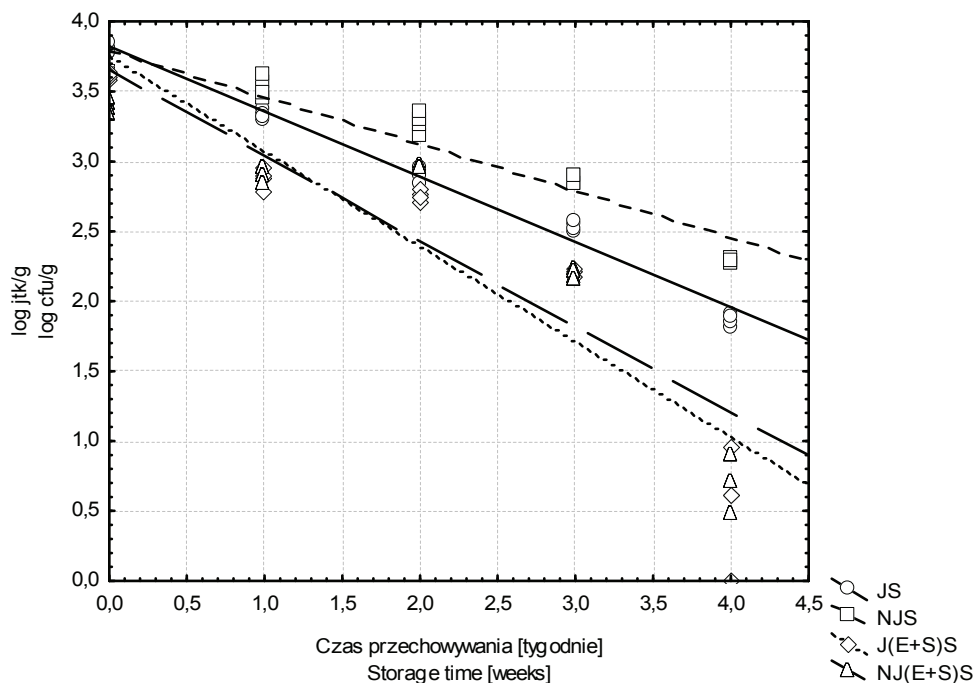


Rys. 1. Zmiana liczby bakterii *E. coli* O2:H1:K4 PCM 413 (E) i *S. enteritidis* PCM 843 (S) w zależności od stanu powierzchni skorupy: jałowiona (J) i niejałowiona (NJ).

Fig. 1. Change in count of *E. coli* O2: H1: K4 PCM 413 (E) and *S. enteritidis* PCM 843 (S) bacteria depending on condition of eggshell surface: sterilized (J) and unsterilized (NJ).

Natomiast bakterie *S. enteritidis* w każdym analizowanym przypadku nieznacznie lepiej znosiły konkurencję na niejałowionej powierzchni skorupy aniżeli w przypadku ich występowania na jałowionej powierzchni skorupy (rys. 2).

Podobna tendencja utrzymywała się także w przypadku kiedy *S. enteritidis* nanoszona była na powierzchnię skorup jaj razem z bakteriami *E. coli*. Ponadto zaobserwowano różnice pod względem liczby komórek *S. enteritidis* zależnej także w czasie od współwystępowania z *E. coli*. W każdym przypadku podczas współwystępowania naniesionych patogenów, porównując z naniesioną monokulturą, liczba komórek była mniejsza (rys. 2). Wynikało to z ograniczonych możliwości skorupy do przyjmowania dodatkowej liczby komórek bakteryjnych.

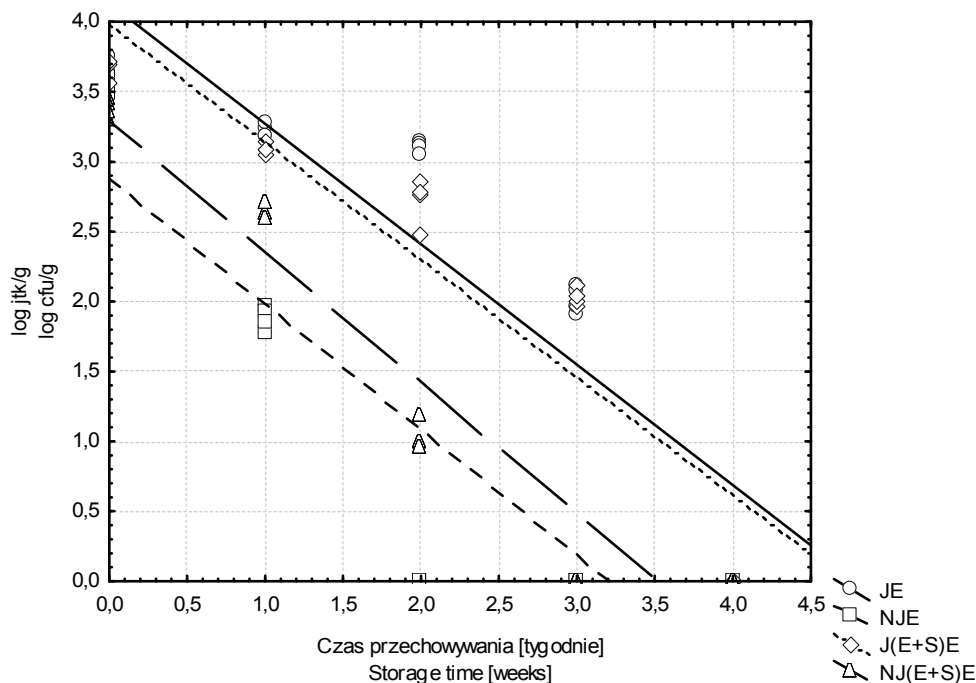


Rys. 2. Zmiana liczby bakterii *S. enteritidis* PCM 843 (S) w zależności od stanu powierzchni skorupy: jałowiona (J) i niejłowiona (NJ) i współwystępowania z *E. coli* O2:H1:K4 PCM 413 (E+S).

Fig. 2. Change in count of *S. enteritidis* PCM 843 (S) bacteria depending on condition of eggshell surface: sterilized (J), unsterilized (NJ), and on coexistence with *E. coli* O2:H1:K4 PCM 413 (E+S).

*E. coli* lepiej znosiła warunki panujące na powierzchni skorupy jaj jałowionych. W przypadku kiedy współwystępowała z natywną mikroflorą ginęła po trzech tygodniach (rys. 3).

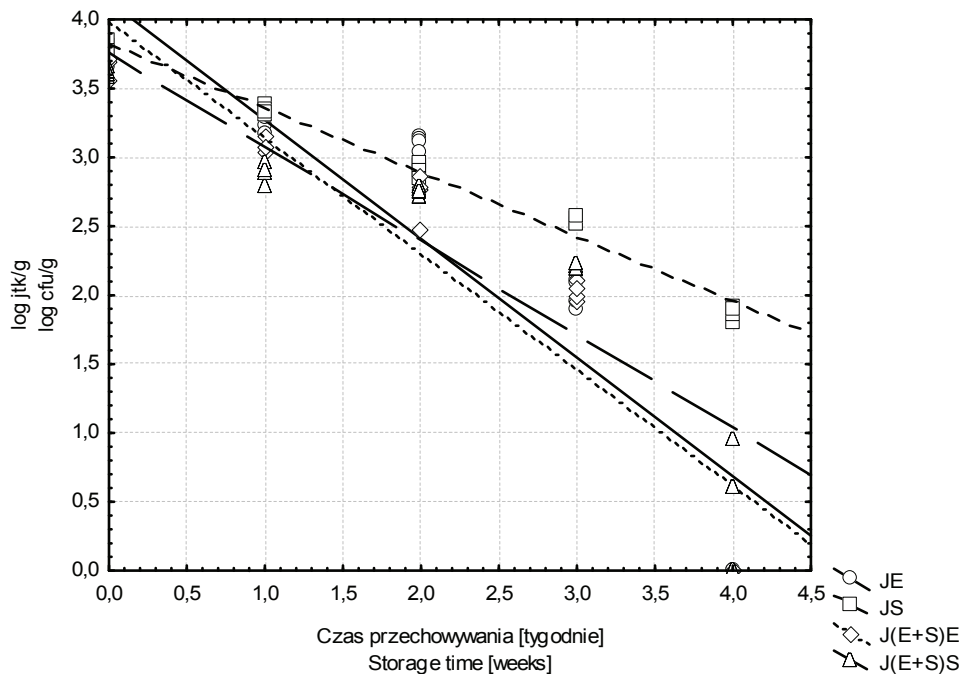
Dodatkowo komórki *E. coli* podczas współwystępowania tylko z *S. enteritidis* na powierzchni skorup jałowionych lepiej znoszą niekorzystne warunki środowiska, aniżeli współwystępują z natywną mikroflorą. Związane jest to z konkurencyjnym oddziaływaniem bakterii z rodzaju *Lactobacillus* obecnych na powierzchni jaj. Wykazano bowiem inhibitujący wpływ bakterii kwasu mlekowego na pałeczki z rodziny *Enterobacteriaceae* [2, 16]. Ponadto *E. coli* na niejłowionej powierzchni, współwystępując z *S. enteritidis*, ginęła po ponad trzech tygodniach przechowywania (rys. 5), podczas gdy *S. enteritidis* w analogicznej sytuacji współwystępując z *E. coli* przeżywała ponad cztery tygodnie (rys. 2).



Rys. 3. Zmiana liczby bakterii *E. coli* O2:H1:K4 PCM 413 (E) w zależności od stanu powierzchni skorupy: jałowiona (J) i niejłowiona (NJ) i współwystępowania z *S. enteritidis* PCM 843 (E+S).

Fig. 3. Change in count of *E. coli* O2:H1:K4 PCM 413 (E) bacteria depending on condition of eggshell surface: sterilized (J), unsterilized (NJ), and on coexistence with *S. enteritidis* PCM 843 (E+S).

Analizując doświadczenie w aspekcie wrażliwości komórek *E. coli* i *S. enteritidis* oddzielnie na podstawie zmiany ich liczby na jałowej i niejłowej powierzchni skorupy zaobserwowano, że *E. coli* była znacznie wrażliwsza od *S. enteritidis* na niekorzystne warunki panujące na skorupie. Ponadto obecność komórek *S. enteritidis* konkurujących o siedlisko przyczyniała się do inaktywacji *E. coli* na powierzchni skorupy (rys. 4). Tendencja ta była utrzymana i dodatkowo wzmocniona współwystępowaniem natywnej mikroflory na powierzchni skorupy (rys. 5). W tym przypadku różnice we wrażliwości gatunkowej badanych patogenów, wzajemnym ich oddziaływaniu oraz wpływ natywnej mikroflory były wyraźniejsze. Najmniej wrażliwe na warunki panujące na powierzchni skorupy były komórki *S. enteritidis*, a najbardziej *E. coli*, współwystępując jedynie z natywną mikroflorą.



Rys. 4. Zmiana liczby bakterii *E. coli* O2:H1:K4 PCM 413 (E) i *S. enteritidis* PCM 843 (S) na powierzchni jałowej skorupy (J) i współwystępowania (E+S).

Fig. 4. Change in count of *E. coli* O2:H1:K4 PCM 413 (E) and *S. enteritidis* PCM 843 (S) bacteria on sterilized eggshell surface and coexistence with (E+S).

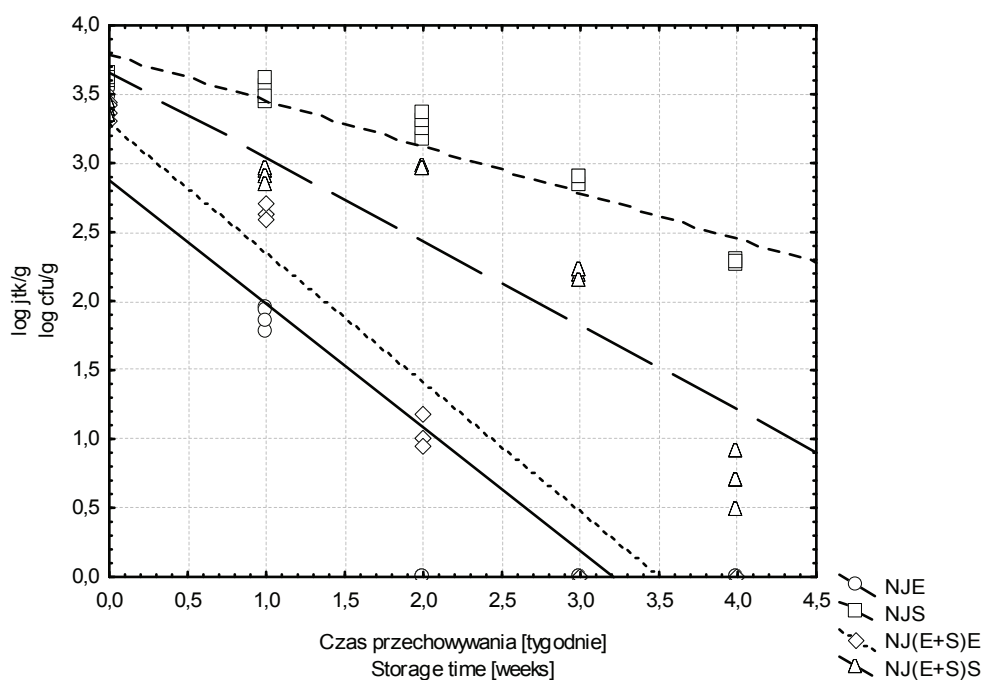
Na podstawie analizy danych ogólnej mikroflory mezofilnej na powierzchni jaj niejadalonych zanieczyszczanych bakteriami *E. coli* i *S. enteritidis* nie zaobserwowano istotnych zmian liczby natywnej mikroflory w porównaniu z próbkami kontrolnymi (rys. 6).

W przypadku badań dotyczących oddziaływań konkurencyjnych bakterii na powierzchni skorup jaj i przeżywalności wybranych patogenów brak jest do tej pory badań porównawczych w literaturze tego zagadnienia.

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono istotny wpływ sposobu przygotowania powierzchni skorup jaj na intensywność zasiedlania skorupy badanymi patogenami. Powierzchnia skorupy po jałowieniu cechowała się większym ładunkiem bakterii po procesie inokulacji. Zaobserwowano, że wraz z wydłużaniem czasu przechowywania jaj liczba naniesionych bakterii ulegała redukcji, często do całkowitego zaniku. Wywołane to było prawdopodobnie niekorzystnymi warunkami wzrostu na powierzchni skorupy jaj tj. niską aktywnością wody oraz małą dostępnością składników pokarmowych. Dodatkowo przeżywalność badanego szczepu *E. coli* na powierzchni jałowanej była dużo wyższa aniżeli w przypadku skorup niejalowionych, co

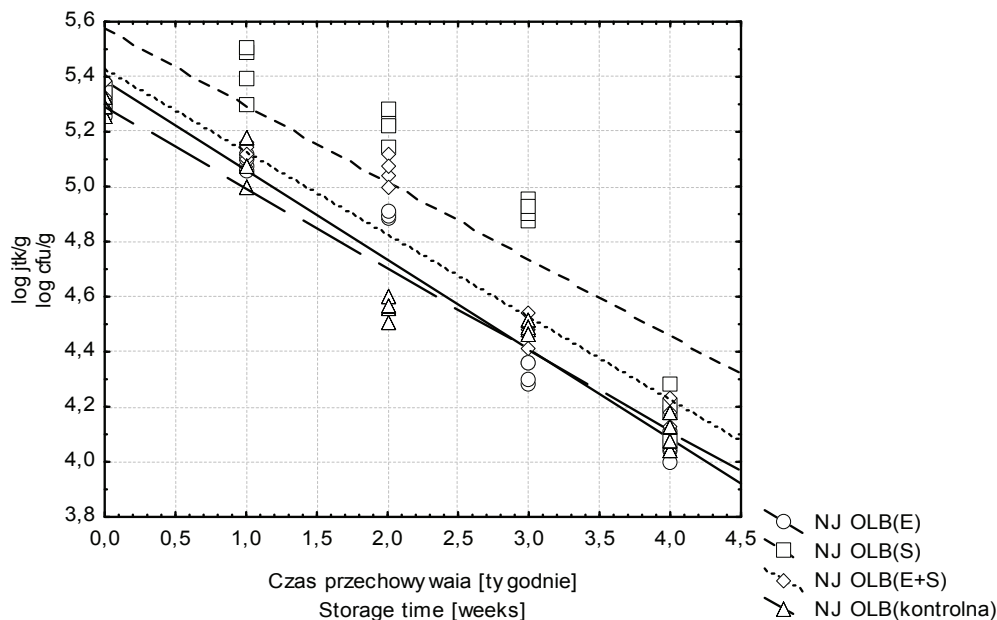


związane było z brakiem konkurencji o siedlisko. Badany szczep *S. enteritidis*, w każdym analizowanym przypadku, lepiej znosił konkurencję ze strony natywnej mikroflory na niejałowionej powierzchni skorupy anizeli na powierzchni jałowionej. Komórki *E. coli* podczas współwystępowania z *S. enteritidis* na powierzchni skorup jałowionych lepiej znosiły niekorzystne warunki środowiska. Związane to było z konkurencyjnym, inhibitującym oddziaływaniem bakterii z rodzaju *Lactobacillus* obecnych na powierzchni jaj niepoddanych jałowieniu.



Rys. 5. Zmiana liczby bakterii *E. coli* O2:H1:K4 PCM 413 (E) i *S. enteritidis* PCM 843 (S) na powierzchni niejałowionej skorupy (NJ) i współwystępowania (E+S).

Fig. 5. Change in count of *E. coli* O2:H1:K4 PCM 413 (E) and *S. enteritidis* PCM 843 (S) bacteria on sterilized eggshell surface (NJ) and coexistence with (E+S).



Rys. 6. Zmiana ogólnej liczby bakterii na niejałowionej skorupie (NJ) w zależności od współwystępujących mikroorganizmów: *E. coli* O2:H1:K4 PCM 413 (E) i *S. enteritidis* PCM 843 (S).

Fig. 6. Change in total count of bacteria on unsterilized (NJ) eggshell depending on coexistence with *E. coli* O2: H1: K4 PCM 413 (E) and *S. enteritidis* PCM 843 (S) microorganisms.

## Wnioski

1. Wraz z wydłużaniem czasu przechowywania jaj, liczba naniesionych bakterii ulega redukcji, często do całkowitego zaniku. Wywołane jest to prawdopodobnie niekorzystnymi warunkami wzrostu na powierzchni skorupy jaj tj. niską aktywnością wody oraz małą dostępnością składników pokarmowych.
2. Przeżywalność badanego szczepu *E. coli* na powierzchni jałowanej jest dużo wyższa, aniżeli na skorupach niejałowanych, co związane jest z brakiem konkurencji o siedlisko.
3. Badany szczep *S. enteritidis*, w każdym analizowanym przypadku, istotnie korzystniej znosi konkurencję natywnej mikroflory na niejałowanej powierzchni skorupy niż na jałowanej powierzchni skorupy.
4. Redukcja liczby bakterii *E. coli* na powierzchni skorupy jaj konsumpcyjnych podczas ich przechowywania jest znacznie szybsza aniżeli *S. enteritidis*. Proces ten jest dodatkowo intensyfikowany współwystępowaniem natywnej mikroflory powierzchni skorupy.

### Literatura

- [1] Adesiyun A., Offiah N., Seepersadsingh N., Rodrigo S., Lashley V., Musai L.: Frequency and antimicrobial resistance of enteric bacteria with spoilage potential isolated from table eggs. *Food Res. Int.*, 2006, **39**, 212-219.
- [2] Al-Zenki S.F., Al-Nasser A.Y., Al-Saffar A.E., Abdullah F.K., Al-Bahouh M.E., Al-Haddad A.S., Alomirah H., Mashaly M.: Effects of using a chicken-origin competitive exclusion culture and probiotic cultures on reducing *Salmonella* in broilers. *J. Appl. Poult. Res.*, 2009, **18**, 23-29.
- [3] De Reu K., Grijspeerdt K., Messens W., Heyndrickx M., Uyttendaele M., Debevere J., Herman L.: Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including *Salmonella enteritidis*. *Int. J. Food Microbiol.*, 2006, **112**, 253-260.
- [4] Drożdż I., Makarewicz M.: Zakażenie mikrobiologiczne w przemyśle spożywczym. *Laborat. Przem.*, 2008, **5**, 24-27.
- [5] Gantois I., Immerseel F.: Mechanizm zakażenia jaj *Salmonella enteritidis*: szczególne właściwości tego serotypu. *Pol. Drob.*, 2008, **12**, 61-62.
- [6] Gawęcka K. E.: Za i przeciw utrzymywania kur w klatkach. *Pol. Drob.*, 2002, **4**, 16-18.
- [7] Gliński Z., Luft-Deptuła D.: Drób i jaja ważnym źródłem salmonelloz człowieka. *Pol. Drob.*, 2003, **3**, 23-24.
- [8] Jones D. R., Musgrove M. T., Northcutt J. K.: Variations in external and internal microbial populations in shell eggs during extended storage. *J Food Prot.*, 2004, **67**, 2657-2660.
- [9] Kuo F., Carey J., S. Ricke.: UV irradiation of shell eggs: Effect on populations of aerobes, molds and inoculated *Salmonella typhimurium*. *J Food Prot.*, 1997, **60**, 639-643.
- [10] Musgrove M.T., Northcutt J.K., Jones D.R., Cox N.A., Harrison M.A.: *Enterobacteriaceae* and related organisms isolated from shell eggs collected during commercial processing. *Poult. Sci.*, 2008, **87**, 1211-1218.
- [11] Rachwał A.: Jakość treści jaj – produkcja i przechowywanie cz. I. *Pol. Drob.*, 2001, **2**, 6-8.
- [12] Soriano J.M., Font G., Molto C., Manes J.: Enterotoxigenic staphylococci and their toxins in restaurant foods. *Trends Food Sci. Tech.*, 2002, **12**, 60-67.
- [13] Świerczewska E., Siennicka A.: Mycie jaj – temat ciągle kontrowersyjny. *Pol. Drob.*, 2005, **10**, 36-38.
- [14] Wall H., Tauson R., Sorgjerd S.: Bacterial contamination of eggshells in furnished and conventional cages. *J. Appl. Poult. Res.*, 2008, **17**, 11-16.
- [15] Węsierska E.: Czynniki jakości mikrobiologicznej spożywczych jaj kurzych. *Med. Wet.*, 2006, **11**, 1222-1228.
- [16] Zhan G., Ma L., Doyle M.P.: Potential competitive exclusion bacteria from poultry inhibitory to *Campylobacter jejuni* and *Salmonella*. *J. Food Prot.*, 2007, **70**, 867-873.

### COMPETITION EFFECTS OF MICROORGANISMS ON SHELL SURFACE OF TABLE EGGS

#### S u m m a r y

It was verified that pathogenic microorganisms in a hen house environment could be transferred to the surface of table eggs causing a risk to consumer health, which is confirmed by a number of recorded cases of bacterial food-borne illnesses. On eggshells, the pathogenic bacteria and other microorganisms occur together; therefore, a model study was performed on the survival of and competing interactions between native eggshell microflora and selected pathogens. Two groups of eggs were prepared: with sterile and

unsterile eggshell surface. The two groups of eggs were contaminated with *E. coli* O2 inoculants: H1: K4 PCM 413 and PCM 843 *S. enteritidis* bacteria, and with a mixed culture of both bacteria. The samples were cold stored during a four week period. A microbiological assay was performed using a classical pour-plate method with an eggshell homogenate seeded on a suitable chromogenic substrate. As a result of the experiments performed, it was found that the longer the eggs storage time was, the lower the count of transferred bacteria was, and, often, those bacteria totally disappeared. This is probably caused by disadvantageous conditions for the bacteria to grow on the surface of eggshells, i.e. low water activity and low availability of nutrients. In addition, the survival of the *E. coli* strain on a sterile surface was much higher than on unsterile eggshells, what was associated with lack of competition for habitat. In each case analysed, the studied *S. enteritidis* strain better tolerated the competitiveness of native microflora on the unsterile rather than sterile surface of eggshells. During storage, the *E. coli* bacteria significantly faster died out on the surface of eggshells than the *S. enteritidis* bacteria. Additionally, this process was intensified by the coexistence of native microflora on the eggshells.

**Key words:** eggshell, *S. enteritidis*, *E. coli*, competition ☒