

PIOTR SZYMAŃSKI, DANUTA KOŁOŻYŃ-KRAJEWSKA

WPLYW ZASTOSOWANIA *STAPHYLOCOCCUS CARNOSUS* ATCC-51365 W PROCESIE PEKLOWANIA MIĘSA NA WYBRANE CECHY JAKOŚCI MODELOWEGO PRODUKTU MIĘSNEGO

Streszczenie

Celem pracy było zastosowanie bakterii denitryfikujących *S. carnosus* ATCC-51365 do poprawy efektywności procesu peklowania mięsa azotanem(III) sodu i określenie ich wpływu na wybrane cechy jakości modelowego produktu mięsnego poddanego obróbce cieplnej. Materiałem doświadczalnym był drobno rozdrobniony wieprzowy produkt mięsny wytworzony z mięsa peklowanego azotanem(III) sodu i poddany obróbce cieplnej. Liczba początkowa bakterii *S. carnosus* ATCC-51365 w farszu mięsnym wynosiła 10^7 jtk/g, natomiast wariant kontrolny nie zawierał dodatku szczepu bakteryjnego. Zastosowanie bakterii *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 do peklowania mięsa wpłynęło na istotne ($p \leq 0,05$) zmniejszenie zawartości azotanów(V) w modelowym wyrobie mięsnym bezpośrednio po wyprodukowaniu w porównaniu z wariantem kontrolnym. Spowodowało również zmniejszenie zawartości azotanów(V) i (III) po 8-tygodniowym okresie przechowywania. Pod wpływem bakterii *S. carnosus* ATCC-51365 w procesie peklowania zaobserwowano istotne ($p \leq 0,05$) obniżenie wartości potencjału oksydacyjno-redukcyjnego środowiska mięsnego i niewielki wzrost jego kwasowości, co w konsekwencji stworzyło takie warunki biochemiczne farszu mięsnego, które umożliwiły powstanie nitrozylobarwników w ilości istotnie większej niż w przypadku produktu mięsnego otrzymanego bez zastosowanej kultury bakteryjnej. Produkty modelowe wytworzone z udziałem *S. carnosus* ATCC-51365 odznaczały się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) wyższą wartością składowej barwy a^* . Zastosowanie kultury bakteryjnej do peklowania wpłynęło korzystnie na odczuwalność smaku i zapachu mięsa peklowanego i ocenę ogólną produktów modelowych. Nie wykazano istotnych różnic pod względem trwałości mikrobiologicznej produktów wytworzonych z zastosowaną kulturą bakteryjną do peklowania mięsa i bez niej.

Słowa kluczowe: produkty mięsne, peklowanie, *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365, jakość, zawartość azotanów(III) i (V)

Dr inż. P. Szymański, Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego, ul. Jubilerska 4, 04-190 Warszawa, prof. dr hab. D. Kołożyn-Krajewska, Katedra Technologii Żywności i Higieny Produkcji, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa. Kontakt: piotr.szumanski@ibprs.pl

Wprowadzenie

Poprawa poziomu higieny pozyskiwania i przetwarzania mięsa wpływa pozytywnie na jakość mikrobiologiczną surowca i produktów, ale przypuszcza się, że może mieć niekorzystny wpływ na przebieg procesu technologicznego, głównie peklowania mięsa [22, 23, 24]. Problem dotyczy zwłaszcza produktów peklowanych przy użyciu azotanów(III) i poddawanych obróbce cieplnej. Wskazywać na to może stosunkowo duża zawartość azotanów(V) w rynkowych produktach peklowanych ww. sposobem [23].

W Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie podjęto prace dotyczące określenia, czy wzbogacenie naturalnej mikroflory mięsa w wybrane szczepy bakterii denitryfikujących będzie miało istotny wpływ na efektywność procesu peklowania mięsa azotanami(III). Użyto szczepu bakterii *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365. W pierwszym etapie badań określono właściwości biochemiczne szczepu i jego zdolność do redukcji azotanów(V) i (III). Stwierdzono, że szczep *S. carnosus* ATCC-51365 redukuje azotany(V) i (III) w układzie modelowym w szerokim zakresie temperatury (15 ÷ 40 °C), wykazuje zdolność do redukcji azotanów(V) w środowisku mięsnym oraz wpływa na obniżenie potencjału oksydacyjno-redukcyjnego farszu mięsnego [23, 24]. Kolejnym etapem pracy będzie przeprowadzenie badań aplikacyjnych z zastosowaniem *S. carnosus* ATCC-51365 do peklowania mięsa.

Celem pracy było zastosowanie szczepu bakterii denitryfikujących *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 do poprawy efektywności procesu peklowania mięsa przy użyciu azotanu(III) sodu i określenie jego wpływu na wybrane cechy jakości modelowego produktu mięsnego poddanego obróbce cieplnej.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono na modelowym, drobno rozdrobnionym farszu mięsnym o następującym składzie: mięsień półbłoniasty (*m. semimembranosus*) z szynki wieprzowej – 100,0 kg, woda/lód – 67,5 kg, białko sojowe (Solae, Belgia) – 2,0 kg, skrobia ziemniaczana (PPS Łomża, Polska) – 5,0 kg, glukoza (Cargill, UE) – 0,45 kg, trifosforan sodu (57 % P₂O₅, BK Giulini, UE) – 0,50 kg, askorbinian sodu (Hebei, Chiny) – 0,09 kg, NaCl (Kłodowa, Polska) – 3,2 kg; NaNO₂ (Chempur, Polska) – 0,018 kg. Zastosowany dodatek azotanu(III) sodu i pozostałych substancji dodatkowych do farszu mięsnego ustalony został na podstawie badań wstępnych [23].

Mięso do badań pozyskano z rozbioru przemysłowego tusz wieprzowych przeprowadzanego w Zakładach Mięsnych "STANISŁAWÓW" Polish Farm Meat w Stanisławowie. Surowiec pochodził z półtuszy wychłodzonych 48 h od uboju i był wolny od

wad jakościowych. Produkcję doświadczalną prowadzono w hali półtechnicznej Zakładu Technologii Mięsa i Tłuszczu IBPRS w Warszawie.

W doświadczeniu zastosowano szczep bakterii denitryfikujących *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 wyizolowany z kiełbasy suszonej, pochodzący z kolekcji kultur bakteryjnych *The American Type Culture Collection*. Szczep namnażano na podłożu TSB, stosując stymulację komórek bakterii azotanem(V) sodu [24]. Otrzymaną biomasę bakteryjną zawieszano w roztworze soli fizjologicznej i w takiej formie wprowadzano do farszu. Liczba początkowa bakterii *S. carnosus* ATCC-51365 w farszu mięsnym wynosiła 10^7 jtk/g. Wariant kontrolny nie zawierał dodatku szczepu bakteryjnego. Wytworzono równoległe po pięć serii farszów z każdego wariantu doświadczenia.

Farsz zamykano w puszkach i przetrzymywano w temp. 4 °C przez 24 h. Następnie puszki poddawano obróbce cieplnej prowadzonej etapami, aby temperatura w centrum konserwy była na poziomie 20, 40 i 45 °C przez dwie godziny, a następnie do uzyskania wewnątrz produktu temp. 70 °C. Obróbka cieplna konserw prowadzona była w kotle warzelnym (Brokelmann, Niemcy). Temperatura środowiska (wody) i wewnątrz konserw mierzona była w sposób ciągły przy użyciu termopar zespolonych z panelem sterującym typu ctf84 (Ellab, Dania). Zastosowane parametry obróbki cieplnej farszu ustalono na podstawie wcześniejszych badań [23].

Próbki do badań pobierano po zakończonej obróbce cieplnej i wychłodzeniu produktu oraz po 3 i 8 tygodniach przechowywania w temp. 4 °C. W próbkach konserw mięsnych oznaczano:

- zawartość azotanów(V) i (III) [19] z modyfikacją [21],
- liczbę bakterii *Staphylococcus* (podłoże medium 110), liczbę bakterii kwasu mlekowego (podłoże MRS) i ogólną liczbę drobnoustrojów tlenowych (podłoże TSA), stosując metodę płytkową,
- pH [20] i potencjał redox (aparatury Mettler Delta 350 z elektrodą InLab Redox Pro, Mettler Toledo, Anglia) – pomiar wykonywano w roztworze przygotowanym przez zhomogenizowanie 10 g farszu mięsnego z 50 ml wody destylowanej. Czas homogenizacji – 1 min, prędkość obrotowa noży – 14000 obr./min,
- zawartość nitrozylobarwników metodą Horsneya [10],
- składowe barwy w systemie CIE L*a*b* przy użyciu spektrofotometru odbiciowego Minolta CR-300 (Minolta, Japonia). Przy pomiarze zastosowano obserwator standardowy CIE: 2°, illuminant D65, obszar pomiaru 8 mm, kalibrację przeprowadzono za pomocą wzorca bieli (L* 99,18, a* -0,07, b* -0,05). Pomiar wykonywano pięciokrotnie bezpośrednio po przekrojeniu bloku konserwy. Na podstawie uzyskanych wyników obliczano całkowitą zmianę barwy ΔE [11].

Ocenę sensoryczną oraz pomiar wycieku soku mięsnego w produktach doświadczalnych wykonywano po 3 dniach przechowywania. Ocenę sensoryczną przeprowa-

dział zespół 10-osobowy, w dwóch powtórzeniach, metodą ilościowej analizy opisowej QDA [18]. Zastosowano 13 wyróżników i nieustrukturyowaną skalę graficzną: 0 – 10 j.u.

Do statystycznego opracowania wyników zastosowano program Statgraphics Plus 4.1. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji, a istotność różnic między wartościami średnimi analizowano testem Fishera. Testowanie prowadzono na poziomie istotności $p = 0,05$.

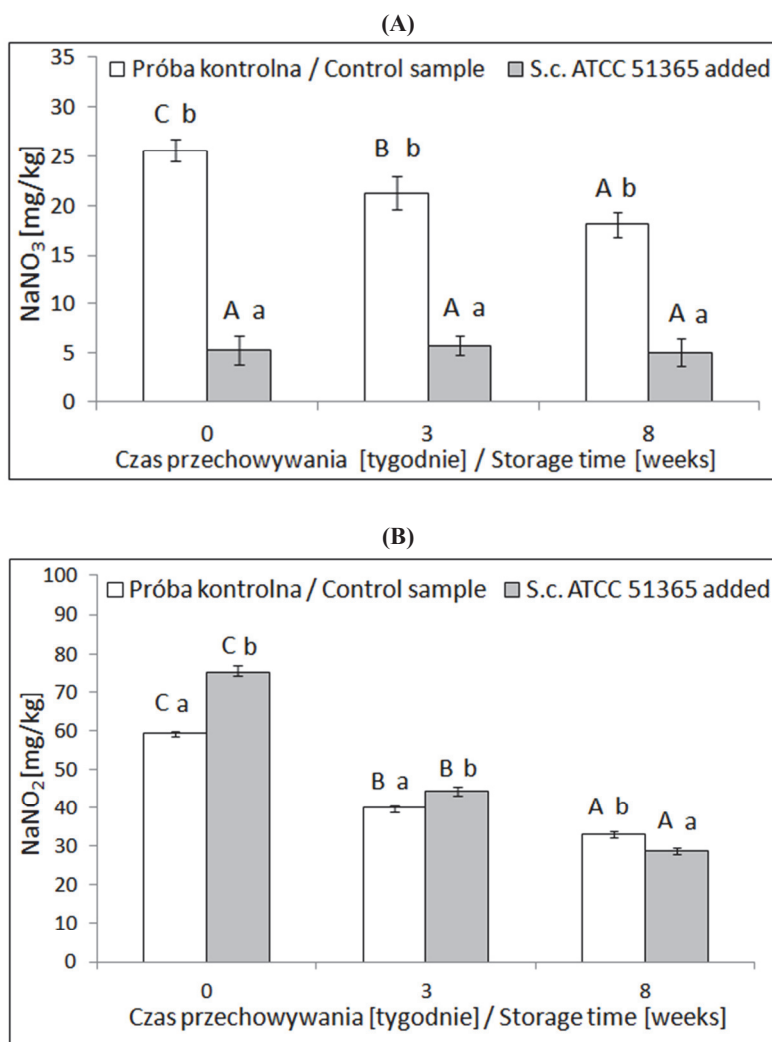
Wyniki i dyskusja

W badaniach wykazano, że zastosowanie bakterii *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 podczas peklowania mięsa wpłynęło istotnie ($p \leq 0,05$) na zmniejszenie zawartości azotanów(V) w wyrobie bezpośrednio po wyprodukowaniu w porównaniu z wariantem kontrolnym. Podczas przechowywania zawartość azotanów(V) w tym wariantcie była zbliżona do poziomu w wyrobie po wyprodukowaniu i w trzech terminach badań (0, 3, 8) mieściła się w zakresie $5,1 \div 5,8$ mg/kg. Z kolei w próbie kontrolnej zawartość azotanów(V) zmniejszała się istotnie ($p \leq 0,05$) wraz z upływem czasu przechowywania, jednak w każdym z terminów badań była kilkakrotnie większa niż w próbkach z udziałem szczepu *S. carnosus* ATCC-51365 (rys. 1A).

Stwierdzono, że wyroby, w których zastosowano bakterie denitryfikujące charakteryzowały się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) większą zawartością azotanów(III) w stosunku do wariantu kontrolnego (rys. 1B). Zjawisko to można tłumaczyć stosunkowo dużą ilością azotanów(V) zredukowanych przez bakterie. Zawartość azotanów(III) statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) zmniejszała się w obu próbach doświadczalnych w trakcie przechowywania. Dynamika tych zmian była większa w przypadku wariantu z zastosowaną kulturą bakteryjną.

Po 8-tygodniowym okresie przechowywania stwierdzono, że zarówno zawartość azotanów(III), jak i (V) w produktach z zastosowaną kulturą bakteryjną była istotnie ($p \leq 0,05$) mniejsza niż w produktach bez dodanego szczepu (rys. 1).

Azotany(III) podczas peklowania biorą udział w wielu konkurencyjnych reakcjach w mięsie, podczas których ulegają przemianom. Cassens i wsp. [5, 6], w badaniach nad bilansem azotanów(III) dodanych do mięsa w procesie peklowania, dowiedli, że $5 \div 15$ % azotanów(III) wiąże się z mioglobina i hemoglobina, $1 \div 10$ % przekształca się w azotany(V), $5 \div 20$ % pozostaje w postaci wolnej, $1 \div 5$ % wydziela się w postaci gazu, $1 \div 15$ % wiąże się z grupami -SH, $1 \div 15$ % – z białkami, a $1 \div 15$ % – z tłuszczami. Honikel [11] uważa, że ilość azotanów(III) przekształcających się w azotany(V) podczas peklowania może być większa i wynosić $10 \div 40$ %.



Objaśnienia / Explanatory notes:

Na rysunku przedstawiono wartości średnie (w postaci słupków) i odchylenia standardowe (w postaci odcinków) / Figure shows mean values (bars) and standard deviations (line segments). Wartości średnie oznaczone różnymi wielkimi literami (A, B, C) w obrębie tej samej próby i małymi literami (a, b) pomiędzy różnymi próbami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / Mean values denoted by different capital letters (A, B, C) within the same sample and by small letters (a, b) among different samples differ statistically significantly ($p \leq 0,05$).

Rys. 1. Wpływ bakterii *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 zastosowanych w procesie peklowania mięsa na zawartość: (A) – azotanów(V) i (B) – azotanów(III) w produkcie modelowym podczas przechowywania

Fig. 1. Effect of *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 bacteria applied to meat curing process on the content of (A) nitrates (V) and (B) nitrates (III) in model product during storage

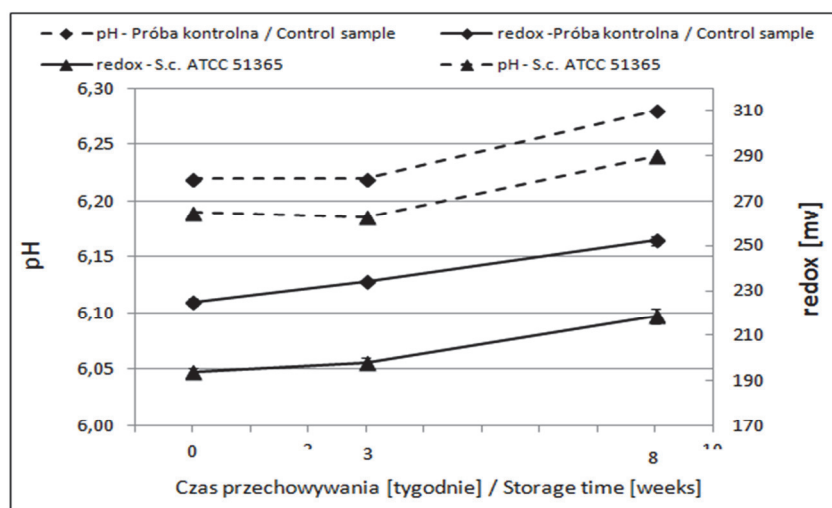
Stwierdzono, że w przypadku wariantu kontrolnego około 25 % dodanych do mięsa azotanów(III) uległo utlenieniu do azotanów(V). W próbie, w której zastosowano szczep *S. carnosus* ATCC-51365 ilość utlenionych azotanów(III) była blisko pięciokrotnie mniejsza. Redukcja azotanów(V) przez bakterie zwiększyła ilość azotanów(III) dostępnych w procesie peklowania mięsa.

Trudno porównać zawartość azotanów (V) i (III) w produktach modelowych z wędlinami rynkowymi, gdyż ogólny bilans dodanych azotanów(III) do mięsa podczas procesu peklowania może być różny i zależny od wielu czynników, tj. właściwości biochemicznych poszczególnych mięśni, warunków przeprowadzanego procesu technologicznego, mikroflory mięsa czy zastosowania substancji wspomagających ten proces [1, 2, 4, 5, 6, 9, 16, 17]. Azotany (V) i (III) występujące w produktach mięsnych mogą również stanowić zanieczyszczenie wnoszone z surowcami roślinnymi, zwierzęcymi i wodą [9, 14]. Istotny wpływ na resztkowy poziom azotanów (V) i (III) w produktach mięsnych ma również czas przechowywania tych wyrobów.

Wprowadzenie szczepu bakteryjnego *S. carnosus* ATCC-51365 do mięsa wpłynęło istotnie ($p \leq 0,05$) na obniżenie potencjału redox wyrobu gotowego (rys. 2). Obniżenie wartości potencjału oksydacyjno-redukcyjnego spowodowane aktywnością bakterii denitryfikujących podczas peklowania mięsa ma wpływ na zawartość resztkowych azotanów (V) i (III).

Podczas całego okresu przechowywania produktów doświadczalnych stwierdzono wzrost potencjału redox: w przypadku wariantu kontrolnego z wartości 224,9 mV do 252,2 mV, a w przypadku wariantu z kulturą bakteryjną ze 193,9 mV do 218,5 mV (rys. 2). Wzrost wartości potencjału redox podczas chłodniczego przechowywania produktów mięsnych o różnym składzie recepturowym, poddanych obróbce cieplnej, obserwowany był również przez innych autorów [12, 26].

Wykazano wpływ zastosowanych bakterii *S. carnosus* ATCC-51365 na poziom kwasowości produktu modelowego (rys. 3). Obniżenie pH produktu z udziałem bakterii było niewielkie, ale statystycznie istotne ($p \leq 0,05$). Zjawisko to obserwowano we wcześniejszych badaniach [24]. Można przypuszczać, że obniżenie pH środowiska mięsnego jest skutkiem fermentacji cukrów zawartych w produkcie do kwasu mlekowego lub innych kwasów organicznych przez szczep *S. carnosus* ATCC-51365. Podczas całego okresu przechowywania stwierdzono wzrost pH produktów z wartości 6,22 do 6,28 w wariancie kontrolnym oraz z 6,18 do 6,24 w wariancie z kulturą bakteryjną.



Na rysunku przedstawiono wartości średnie i odchylenia standardowe / Figure shows mean values and standard deviations.

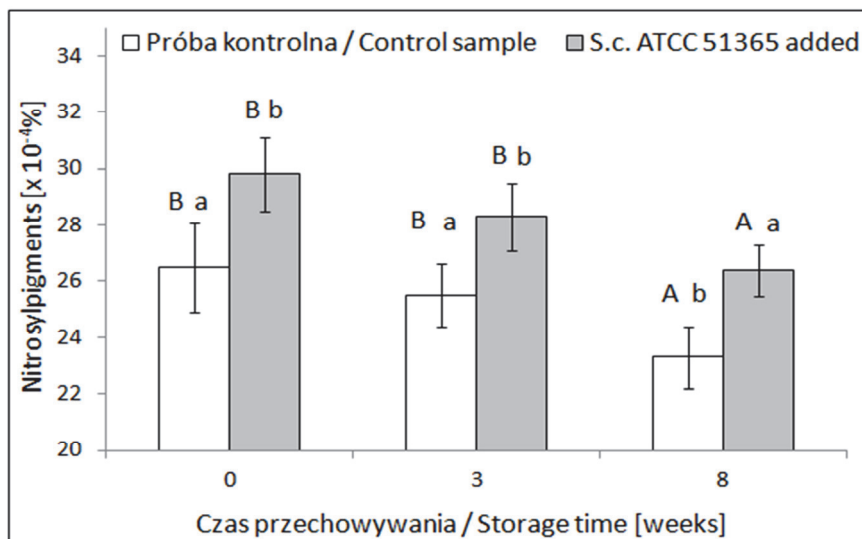
Rys. 2. Wpływ bakterii *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 zastosowanych w procesie peklowania mięsa na zmiany potencjału redox i pH produktu modelowego podczas przechowywania

Fig. 2. Effect of bacteria *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 bacteria applied to meat curing process on changes in redox potential and pH of model product during storage

W produkcie modelowym nie stwierdzono wycieku termicznego, co dowodzi, że obserwowany wzrost kwasowości nie naruszył naturalnych limitów pojemności buforowej mięsa. W konsekwencji nie spowodowało to obniżenia jego wodochłonności. Ma to szczególne znaczenie w przypadku wytwarzania produktów wysokowydajnych.

W produkcie modelowym, w którym zastosowano bakterie *S. carnosus* ATCC-51365 do peklowania mięsa, stwierdzono istotnie ($p \leq 0,05$) większą zawartość nitrozylobarwników w porównaniu z produktami bez tej kultury (rys. 3). Zaobserwowana tendencja może być wynikiem obniżenia wartości potencjału oksydacyjno-redukcyjnego środowiska mięsnego oraz wzrostem jego kwasowości, spowodowanym aktywnością metaboliczną wprowadzonych do farszu bakterii.

Stężenie jonów wodorowych (pH) jest czynnikiem decydującym o szybkości i wydajności procesu peklowania. Jak podają Mroczek i Piotrowska [16], obniżenie pH farszów mięsa z ud kurcząt z 6,50 do 6,20 i z 6,20 do 5,90 podczas peklowania wpływało pozytywnie na przereagowanie barwników hemowych i stabilność barwy po obróbce cieplnej.



Objaśnienia jak na rys 1./ Explanatory notes as in. Fig 1.

Rys. 3. Wpływ bakterii *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 zastosowanych w procesie peklowania mięsa na zawartość nitrozylobarwników w produkcie modelowym podczas przechowywania
 Fig. 3. Effect of *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 bacteria applied to meat curing process on the content of nitrosyl pigments in model product during storage

Zdolność redukcyjna środowiska mięsnego odgrywa również istotną rolę w osiągnięciu pożądanych efektów peklowania. Obniżenie potencjału redox farszu mięsnego przyspiesza reakcję nitrozylowania barwników hemowych [9]. Jak podają Neubauer i Gotz [17], prawdopodobne jest, że wykorzystywanie azotanów (V) i (III) przez bakterie z rodzaju *Staphylococcus* jako akceptorów elektronów w łańcuchu oddechowym prowadzi do generowania tlenku azotu (NO). Tlenek ten może wchodzić w reakcje z dezoksymioglobiłą ($MbFe^{2+}$) i w efekcie powstaje nitrozyłomioglobina. Możliwa jest również reakcja NO z metmioglobiłą ($MbFe^{3+}$), w wyniku której powstaje nitrozyłometmioglobina [9]. Powstały kompleks redukowany jest do nitrozyłomioglobiny przez NADH [4] lub chemicznie – przez wprowadzenie do mięsa substancji redukujących [1].

W obu próbach doświadczalnych zaobserwowano istotne ($p \leq 0,05$) zmniejszenie zawartości nitrozylobarwników po 8 tygodniach przechowywania. Redukcja ilości nitrozylobarwników w wędlinach podczas przechowywania jest zjawiskiem znanym i związana jest z utlenianiem nitrozomiochromogenu [3]. Po 8 tygodniach przechowywania stwierdzono istotnie ($p \leq 0,05$) większą zawartość nitrozylobarwników w wariacie z zastosowaną kulturą bakteryjną.

Zawartość nitrozylobarwników w produkcie mięsnym wpływa na wartości parametru barwy a^* , charakteryzującego udział barwy czerwonej w wyrobie [8]. Zastosowanie szczepu *S. carnosus* ATCC-51365 wpłynęło istotnie ($p \leq 0,05$) na wartości składowych barwy L^* a^* b^* modelowego produktu mięsnego mierzone bezpośrednio po wyprodukowaniu i po przechowywaniu (tab. 1). Istotnie ($p \leq 0,05$) wyższą wartością parametru barwy a^* oraz istotnie niższą wartością parametru barwy b^* (charakteryzującego udział barwy żółtej) i wartością parametru barwy L^* (charakteryzującego jasność wyrobu) cechował się produkt modelowy wytworzony z zastosowaniem bakterii denitryfikujących (tab. 1). Nie stwierdzono natomiast statystycznie istotnych różnic pod względem całkowitej zmiany barwy (ΔE) produktów przed 8-tygodniowym okresem przechowywania i po nim (tab. 1). Oznacza to, że zastosowanie w procesie peklowania szczepu bakterii *S. carnosus* ATCC-51365 nie miało wpływu na dynamikę zmian barwy produktu modelowego podczas przechowywania. Po 8 tygodniach przechowywania w obu próbach doświadczalnych stwierdzono znaczne obniżenie wartości

Tabela 1. Wyniki pomiarów parametrów barwy L^* a^* b^* produktu modelowego determinowane wpływem bakterii *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 zastosowanych w procesie peklowania mięsa

Table 1. Measurement results of L^* a^* b^* colour parameters of model product as determined by the impact of *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 bacteria applied to meat curing process

Próba Sample	Współrzędne barwy / Colour parameters			ΔE
	L^*	a^*	b^*	
Bezpośrednio po wyprodukowaniu / Immediately after production				
K	$64,25^b \pm 0,45$	$7,01^a \pm 0,51$	$6,78^b \pm 0,32$	-
S	$63,78^a \pm 0,59$	$7,33^b \pm 0,61$	$6,18^a \pm 0,73$	-
Po 3 tygodniach przechowywania / After 6 weeks of storage				
K	$64,18^b \pm 0,51$	$8,18^a \pm 0,32$	$5,47^b \pm 0,20$	-
S	$63,03^a \pm 0,38$	$8,50^b \pm 0,30$	$5,06^a \pm 0,25$	-
Po 8 tygodniach przechowywania / After 6 weeks of storage				
K	$64,13^b \pm 0,53$	$4,03^a \pm 0,24$	$9,32^b \pm 0,23$	$3,99^a \pm 0,66$
S	$63,08^a \pm 0,52$	$4,58^b \pm 0,36$	$8,34^a \pm 0,24$	$3,70^a \pm 0,73$

Objaśnienia / Explanatory notes:

K – próba kontrolna bez dodatku szczepu *S. carnosus* ATCC-51365 / control sample without *S. carnosus* ATCC-51365 strain added; S – próba z dodatkiem szczepu *S. carnosus* ATCC-51365 / sample with *S. carnosus* ATCC-51365 strain added.

W tabeli przedstawiono wartości średnie \pm odchylenia standardowe / Table shows mean values \pm standard deviations; a, b – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p \leq 0.05$); n = 25.

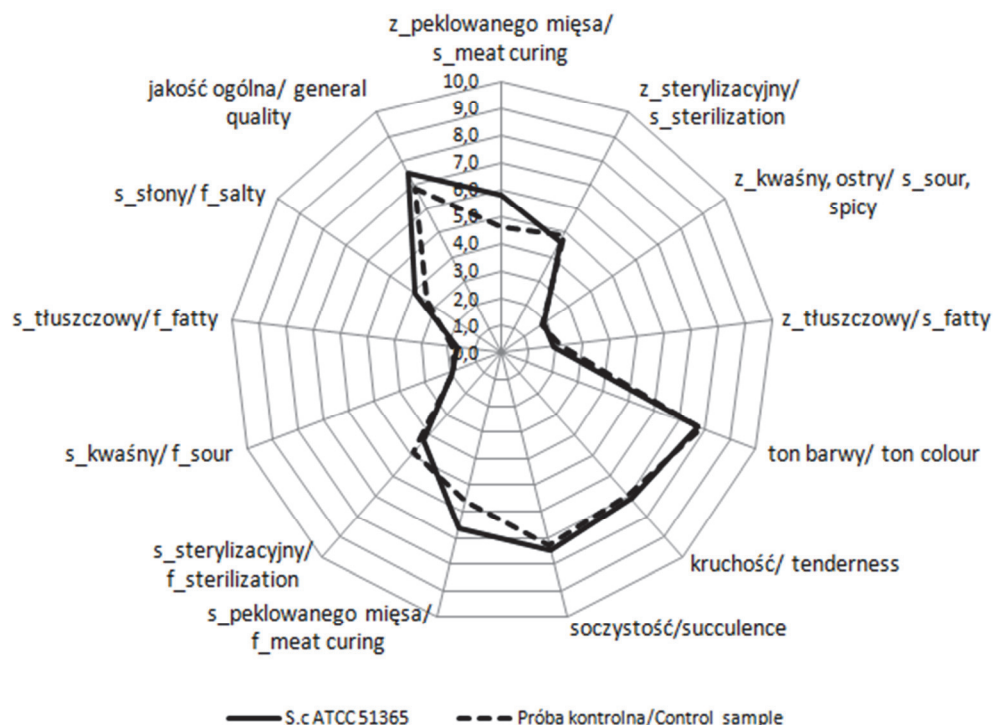
parametru a^* i wzrost wartości parametru b^* (tab. 1). Najwyższą wartością współczynnika a^* (4,58) charakteryzowała się próba, w której zastosowano szczep *S. carnosus* ATCC-51365.

Przeprowadzone badania nie wykazały istotnego wpływu zastosowanego szczepu bakteryjnego na jakość mikrobiologiczną produktu modelowego (wyniki badań mikrobiologicznych nie zostały przedstawione w formie tabeli). Ogólna liczba drobnoustrojów (OLD) w obu wariantach doświadczalnych kształtowała się na zbliżonym poziomie $2,36 \div 2,79 \log \text{ jtk/g}$ w całym okresie przechowywania. Migowska-Calik i wsp. [15] uzyskali wyniki OLD w wybranych parzonych produktach mięsnych na poziomie $2,96 \div 4,92 \log \text{ jtk/g}$.

Liczba bakterii kwasu mlekowego w produkcie modelowym kształtowała się poniżej $1,47 \log \text{ jtk/g}$, a bakterii z rodzaju *Staphylococcus* – poniżej $1,30 \log \text{ jtk/g}$ w trakcie całego okresu przechowywania. Leszczyńska-Fik i Fik [13] oznaczyli w mielonce wieprzowej bakterie mlekowe na poziomie 10^5 jtk/g po 15 dniach przechowywania w temp. $2 \text{ }^\circ\text{C}$, a po 21 dniach ich liczba wzrosła do 10^7 jtk/g . Stwierdzona stosunkowo mała liczba bakterii kwasu mlekowego w badaniach własnych może wynikać z użycia w składzie recepturowym całych mięśni szynkowych, które generalnie charakteryzują się niższym stopniem zanieczyszczenia mikrobiologicznego niż drobne mięso przerobowe.

Zastosowany w doświadczeniu farsz mięsny charakteryzował się stosunkowo małą zawartością tłuszczu (średnio 4,0 %) i dużą zawartością wody (średnio 78,5 %), co mogło być przyczyną wysokiej efektywności niszczącego działania ciepła na komórki bakterii z rodzaju *Staphylococcus* i w konsekwencji doprowadziło do małej ich przeżywalności w farszu w trakcie obróbki cieplnej.

Produkt wytworzony z zastosowaniem kultury bakteryjnej został wyżej oceniony przez zespół sensoryczny niż wyrób bez dodatku szczepu, zarówno pod względem smaku i zapachu peklowanego mięsa, jak i oceny ogólnej. Stwierdzone różnice ocen za zapach peklowanego mięsa były statystycznie istotne ($p \leq 0,05$). Przyczyną wytworzenia pożądanego aromatu produktu modelowego była prawdopodobnie aktywność enzymatyczna lipaz, proteaz i peptydaz, pochodzących z dodanego do farszu szczepu bakterii *S. carnosus*. Aktywność tych enzymów prowadzi do powstawania ketonów i innych lotnych związków, które kształtują pożądaną aromat kielbas surowych dojrzewających [7, 25].



Rys. 4. Wpływ bakterii *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 zastosowanych w procesie peklowania mięsa na wybrane wyróżniki jakości sensorycznej produktu modelowego

Fig. 4. Effect of *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 bacteria applied to meat curing process on selected sensory quality marks of model product

Wnioski

1. Zastosowanie bakterii *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 podczas peklowania mięsa wpłynęło na istotne ($p \leq 0,05$) zmniejszenie zawartości azotanów(V) w modelowym produkcie poddanym obróbce cieplnej w porównaniu z wariantem kontrolnym bezpośrednio po wyprodukowaniu oraz azotanów (V) i (III) po 8-tygodniowym okresie przechowywania.
2. Zastosowanie bakterii *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 podczas peklowania wpłynęło istotnie ($p \leq 0,05$) na obniżenie wartości potencjału oksydacyjno-redukcyjnego środowiska mięsnego i na niewielki wzrost jego kwasowości, co stworzyło odpowiednie warunki biochemiczne farszu mięsnego do powstania nitrozylobarwników w ilości istotnie ($p \leq 0,05$) większej niż w produkcie mięsnym otrzymanym bez zastosowanej kultury bakteryjnej.

3. Dodatek kultury bakteryjnej do peklowania wpłynął pozytywnie na odczuwalność cech smaku i zapachu mięsa peklowanego i ocenę ogólną produktu modelowego oraz na wzrost udziału barwy czerwonej w wyrobie.
4. Przeprowadzone badania wskazują na praktyczną możliwość zastosowania szczepu *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 do poprawy efektywności procesu peklowania mięsa azotanem(III) sodu, szczególnie w przypadku produktów mięsnych poddawanych obróbce cieplnej i o stosunkowo długim okresie przydatności do spożycia.

Praca jest współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Literatura

- [1] Arneth W.: Chemische Grundlagen der Umrötung. Fleischwirtschaft, 1998, **8**, 868-874.
- [2] Barbieri G., Bergamaschi M., Barbieri G., Franceschini M.: Kinetics of nitrite evaluated in a meat product. Meat Sci., 2013, **93**, 282-28.
- [3] Benjamin N., Collins J.: Nitrites as coloring fixatives in cured meats. In: Food Preservatives. Eds. N.J. Russell, G.W. Gould. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York 2003, pp. 102-118.
- [4] Brooke N., McClure N., Sebranek G.J., Kim Y.H., Sullivan G.A.: The effects of lactate on nitrosyl myoglobin formation from nitrite and metmyoglobin in a cured meat system. Food Chem., 2011, **129**, 1072-1079.
- [5] Cassens R.G., Ito I., Lee M., Buege D.: The use of nitrite in meat. Biosci., 1978, **28 (10)**, 633-637.
- [6] Cassens R.G.: Use of sodium nitrite in cured meats today. Food Technol., 1995, **49 (7)**, 72-80.
- [7] Essid I., Ben Ismail H., Bel Hadj Ahmed S., Ghedamsi R., Hassouna M.: Characterization and technological properties of *Staphylococcus xylosum* strains isolated from a Tunisian traditional salted meat. Meat Sci., 2007, **77**, 204-212.
- [8] Fernandez-Gines J.M., Fernandez-Lopez J., Sayas-Barbera E., Sendra E., Perez-Alvarez A.: Effect of storage conditions on quality characteristics of Bologna Sausage made with citrus fiber. Food Sci., 2003, **68 (2)**, 710-716.
- [9] Honikel K.O.: The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. Meat Sci., 2008, **78**, 68-76.
- [10] Hornsey M.: The colour of cooked cured pork. J. Sci. Agric., 1956, **9 (7)**, 534.
- [11] Instruction manual. Minolta CR-300, 1991, pp. 78-79.
- [12] Karwowska M., Dolatowski J.Z.: The effect of natural antioxidants on the oxidative processes in beef. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment., 2007, **6 (1)**, 17-25.
- [13] Leszczyńska-Fik A., Fik M.: Wpływ chłodniczego przechowywania na jakość mikrobiologiczną pakowanej próżniowo mielonki wieprzowej. Przem. Spoż., 1997, **10**, 40-42.
- [14] Łozowicka B.: Zanieczyszczenia chemiczne w żywności pochodzenia roślinnego. Progress in Plant Protection, 2009, **49 (4)**, 2071-2079.
- [15] Migowska-Calik A., Gomółka-Pawlicka M., Uradzinska J., Lachowicz T.: Jakość mikrobiologiczna tradycyjnych polskich wędzonek parzonych. Med. Weter., 2014, **70 (1)**, 50-53.
- [16] Mroczek J., Piotrowska J.: Wpływ pH farszu i dodatku askorbinianu sodu na efektywność peklowania i trwałość barwy po obróbce termicznej. Post. Techn. Przetw. Spoż., 2009, **1**, 29-33.
- [17] Neubauer H., Götz F.: Physiology and interaction of nitrate and nitrite reduction in *Staphylococcus carnosus*. J. Bacteriol., 1996, **178**, 2005-2009.
- [18] ISO 13299:2003. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ogólne wytyczne ustalania profilu sensorycznego.

- [19] PN-EN ISO 12014:2006. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie zawartości azotanów i/lub azotynów.
- [20] PN-ISO 2917:2001. Mięso i przetwory mięsne. Pomiar pH. Metoda odwoławcza.
- [21] Siu D., Henshall A.: Ion chromatographic determination of nitrate and nitrite in meat products. *J. Chromatog.*, 1998, **804**, 156-160.
- [22] Szymański P.: Badania dotyczące poziomu występowania azotynów i azotanów w wybranych rynkowych produktach mięsnych poddanych obróbce cieplnej – niepublikowane wyniki badań. Oddział Technologii Mięsa i Tłuszczu IBPRS. Warszawa 2010-2011.
- [23] Szymański P. Kołożyn-Krajewska D.: Ocena możliwości zastosowania szczepu bakterii *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 w procesie peklowania mięsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, **3 (88)**, 61-72.
- [24] Szymański P. Kołożyn-Krajewska D.: Efektywność szczepu bakterii *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365 w zakresie redukcji azotanów(V) w środowisku mięsnym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 2014, **4 (95)**, 148-159.
- [25] Talon R., Walter D., Chartier S., Barriere C., Montel M.C.: Effect of nitrate and incubation conditions on the production of catalase and nitrate reductase by staphylococci. *Inter. J. Food Microbiol.*, 1999, **52**, 47-56.
- [26] Wójciak K.M., Dolatowski J.Z., Okoń A.: The effect of water plant extracts addition on the oxidative stability of meat products. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2011, **10 (2)**, 175-188.

EFFECT OF *STAPHYLOCOCCUS CARNOSUS* ATCC-51365 APPLIED TO MEAT CURING PROCESS ON QUALITY FEATURES OF MODEL MEAT PRODUCT

S u m m a r y

The objective of the research study was to apply the *S. carnosus* of ATCC-51365 denitrifying bacteria to improve the effectiveness of meat curing process with the use of sodium nitrate (III) and to determine the effect they had on some selected quality features of a model meat product subjected to thermal treatment. The experimental material was a finely disintegrated pork-meat product made of meat cured using sodium nitrate (III) and subjected to thermal treatment. The initial count of *S. carnosus* ATCC-51365 bacteria in the meat batter amounted to 10^7 CFU/g; the control variant did not have that bacterial strain. The effect of applying *S. carnosus* ATCC-51365 bacteria to the meat curing process caused the content of nitrates(V) to become significantly ($p \leq 0.05$) reduced in the model product immediately after being produced compared to the control variant. What is more, this caused the content of nitrates (V) and (III) to decrease after a period of 8 weeks of storage. It was found that the *S. carnosus* ATCC-51365 bacteria added to the curing process caused the value of oxidation-reduction potential of the meat environment to significantly ($p \leq 0.05$) decrease and the acidity of that environment to slightly increase; as a consequence, biochemical conditions of the meat batter were created that made it possible for nitrosyl pigments to emerge in the amount significantly higher than that in the case of meat product produced without the application of bacterial culture. The model products produced with the participation of *S. carnosus* ATCC-51365 were characterized by a statistically significantly ($p \leq 0.05$) higher value of a^* colour component. The application of the bacterial culture to the curing process positively impacted the experiencing of aroma and flavour of cured meat and the general assessment of model products. No significant differences were found between the microbiological stability of the products manufactured with the bacterial culture added to the curing process of meat and that of the products produced without it.

Key words: meat products, curing, *Staphylococcus carnosus* ATCC-51365, quality, content of nitrates (V) and nitrates (III) 