

IZABELA STEINKA, PIOTR PRZYBYŁOWSKI

## WPŁYW KULTUR STARTEROWYCH NA ZMIANY POZIOMU WYBRANYCH KSENOBIOTYKÓW PODCZAS UTRWALANIA SUROWCÓW POCHODZENIA ZWIERZĘCEGO

### Streszczenie

Metabolizm kultur starterowych stosowanych w przypadku peklowania mięsa i fermentowania kiełbas powoduje w gotowych produktach obniżenie zawartości takich ksenobiotyków jak azotany V i III, a także hamuje toksykozę niektórych szczepów bakterii chorobotwórczych. Jest to prawdopodobnie spowodowane zróżnicowanym składem starterów, w których obok bakterii fermentacji mlekowej mogą być stosowane bakterie z rodzaju *Micrococcus*, *Staphylococcus*, a także różne gatunki pleśni i drożdży.

Startery stosowane w przemyśle mleczarskim mogą się przyczyniać do zmniejszania liczebności populacji drobnoustrojów chorobotwórczych, ale ich skład nie powoduje obniżenia stężeń takich ksenobiotyków jak azotany V i III czy aflatoksyny.

### Wprowadzenie

Kultury starterowe odgrywają zasadniczą rolę w kształtowaniu sensorycznych cech produktów, są odpowiedzialne za zmiany fizykochemiczne i mikrobiologiczne utrwalanych surowców.

Warunki uprawy roślin, hodowli zwierząt a także dodatkowe substancje stosowane w technologii produktów powodują kumulację lub powstawanie ksenobiotyków w czasie procesu przetwórczego.

Wśród ksenobiotyków wymienić należy azotany V i III, aminy, nitrozoaminy, toksyny bakteryjne. Metabolizm kultur wchodzących w skład starterów może powodować zmiany poziomu ksenobiotyków obecnych w produktach.

### Zmiany poziomu ksenobiotyków w czasie utrwalania mięsa i wytwarzania przetworów mięsnych

Startery stosowane w czasie utrwalania i przetwarzania mięsa wykorzystywane są w procesie peklowania i do produkcji fermentowanych surowych kiełbas.

Obszerne badania prowadził Hammes [11] wprowadzając do produkcji surowych i wędzonych kiełbas i szynki 40 rodzajów mieszanek kultur starterowych o różnorodnym składzie. Większość preparatów zawierała w swoim składzie bakterie fermentacji mlekowej i bakterie z rodzaju *Micrococcus*.

Bakterie fermentacji mlekowej powodowały obniżenie pH i przyspieszały proces dojrzewania, mikrokoki zapewniały uzyskanie odpowiedniej jakości zdrowotnej produktu poprzez aktywną redukcję azotanów. Wiele preparatów zawierało pleśnie i drożdże. Badania przeprowadzane w warunkach przemysłowych wykazały, że z punktu widzenia higieny, najlepszą jakość zdrowotną produktów uzyskiwano przy zastosowaniu mieszanin kultur bakterii fermentacji mlekowej i mikrokoków.

Mieszane kultury starterowe stosowano także do produkcji salami. Oprócz *Micrococcus sp.*, który przyczyniał się do stabilizacji barwy, specyficznych walorów smakowo - zapachowych oraz redukcji azotanów V dodawano liofilizowane lub mrożone kultury *Lactobacillus plantarum* [51].

Obydwa szczepy były wielokrotnie testowane pod kątem ich wykorzystania jako oddzielne składniki starterów [28, 42]. Dobór szczepów *Micrococcus sp.* odbywał się przez izolację z kiełbas i selekcjonowanie szczepów o najwyższej aktywności reduktazy azotanowej, enzymów proteolitycznych i lipolitycznych [42].

Zastosowanie *Pediococcus acidilactici* w technologii peklowania bekonu [49] powodowało, że tak uzyskany produkt dawał zadawalające wyniki w cieście określającym poziom nitrozoamin i przetrwalników *Clostridium botulinum* w porównaniu z produktami peklowanymi metodą tradycyjną.

Zagrożenie zdrowotne wynikające ze stosowania bakterii fermentacji mlekowej pojawia się jednak jeżeli surowiec stosowany do produkcji fermentowanych kiełbas jest silnie zanieczyszczony gronkowcami.

*Pediococcus acidilactici* powoduje wprawdzie skrócenie czasu fermentacji o 40%, ale inhibicja wzrostu populacji *Staphylococcus sp.* przyczyniała się do znacznego wzrostu stężeń azotanów III w kiełbasie [39].

Paleari i wsp. [38] prowadzili badania w kierunku zaadaptowania *Corynebacterium sp.* jako składnika starterów stosowanych do peklowania. Uzyskane wyniki pozwoliły na stwierdzenie, że izolowane szczepy *Corynebacterium sp.* stymulowały powstawanie właściwej barwy mięsa, wzrost redukcji azotanów oraz zahamowanie patogennej mikroflory.

Do fermentowania mięsa próbowano również stosować [13] mieszaninę szczepów: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Micrococcus varians* oraz *Pediococcus acidilactici*. Obserwowane zjawisko antybiozy między bakteriami z rodzaju *Pediococcus* i *Lactobacillus* wynikające z wrażliwości na produkowane przez szczepy

bakteriocyny wykluczało możliwość jednoczesnego stosowania obu gatunków w mieszaninie starterowej.

Stosowanie szczepów *Lactobacillus casei* jako składnika starterów jest również dyskusyjne ze względu na stwierdzoną u tego szczepu aktywność w katalizowaniu powstawania nitrozoamin [46].

Z drugiej strony obecność w składzie zakwasu, takich szczepów jak *Lactobacillus lactis*, *Pediococcus pentosaceus* czy *Lactobacillus plantarum* powoduje inhibicję toksygenyzy u szczepów *Clostridium botulinum* [5].

Badania Dodds i wsp. [7] wskazują na możliwość wyizolowania z fermentowanej kiełbasy szczepów *Lactobacillus lactis*, które posiadają zdolność redukcji azotanów III w dość szerokim zakresie temperatury i wartości pH.

Obecnie obserwuje się tendencję do odchodzenia od mieszanych kultur starterowych a preferowane są startery o niewielkiej liczbie lub pojedynczych szczepach. Prowadzi to do stosowania wyselekcjonowanych szczepów modyfikowanych przy użyciu technik genetycznych o ściśle zdefiniowanej aktywności metabolicznej.

Oprócz stosowania takich kultur prowadzone są badania nad dobozem enzymów udoskonalających proces fermentowania kiełbas. Hagn i wsp. [10] stwierdzili, że dodatek proteinaz z *Lactobacillus paracasei subsp. paracasei* i *Bacillus licheniformis* powoduje przyspieszenie procesu dojrzewania, a ponadto nadaje produktowi odpowiednie cechy sensoryczne i odpowiednią wartość odżywczą.

Niezadawalające cechy sensoryczne uzyskiwano przy stosowaniu w tym celu enzymów pleśniowych.

Do produkcji fermentowanych kiełbas próbowano stosować kultury kefirowe [37], co z higienicznego punktu widzenia jest korzystne ze względu na duże zdolności metaboliczne mikroflory zawartej w ziarnach kefirowych.

Startery obecnie stosowane do produkcji kiełbas fermentowanych zawierające bakterie z rodzajów: *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Micrococcus*, *Lactococcus* są niekiedy dodawane wraz z pleśniami takimi, jak: *Penicillium nalgiovensis*, *Penicillium candidum* i *Scopulariopsis*. W układach mikroflory mieszanej wpływają na ograniczenie rozwoju niepożądanych pleśni i kształtują właściwe cechy sensoryczne produktów [16].

Obecność bakterii fermentacji mlekowej w starterach stosowanych do produkcji mięsa powoduje również obniżenie poziomu histaminy i tyraminy w tych produktach [1].

Niektóre szczepy bakterii fermentacji mlekowej wykazują zdolność obniżania poziomu azotanów V i III.

Przeprowadzono badania handlowych preparatów kultur starterowych firm: Hansen, Fermentag, Duploferment, Lacetal stosowanych do produkcji wędlin i stwierdzo-

no, że przyczyniają się one do obniżenia poziomu azotanów III. Poziom azotanów III w produkcji może ulegać obniżeniu od 10 do 28 % w stosunku do stężenia tych związków w surowcu [6].

Dodatek *Lactobacillus plantarum* w czasie produkcji salami powodował korzystne obniżenie kwasowości produktu i spadek stężenia zawartego w surowcu azotanu III [51].

Dziesięciokrotny spadek stężenia azotanów III obserwowano także w czasie produkcji suchej kiełbasy, jeżeli w procesie technologicznym zastosowano szczepionkę, w skład której wchodziły szczepy *Lactobacillus plantarum* i *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* [3].

Liepe i wsp. [18] wykazali, że szczepienie surowca do produkcji suchej kiełbasy pałeczkami *Lactobacillus pentosus* poza korzystnymi zmianami kwasowości powodowało obniżenie poziomu azotanów III.

W Stanach Zjednoczonych składnikiem starterów jest *Pediococcus acidilactici*, który chociaż nie wykazuje zdolności do syntezy reduktaz azotanowych to jednak powoduje obniżenie poziomu cholesterolu [52].

Raccach [40], badając wpływ niektórych czynników na efektywność procesu fermentacji mięsa, stwierdził, że najistotniejszą rolę w składzie zakwasu odgrywa obecność *Pediococcus pentosaceus*. Obserwowano znaczne skrócenie czasu generacji *Staphylococcus aureus* w obecności tego drobnoustroju. *Pediococcus acidilactici* natomiast, w zależności od wielkości inoculum, wpływał na produkcję kwasu mlekowego przez *Pediococcus pentosaceus* i *Lactobacillus plantarum* zawartych w składzie startera.

Występowanie bakterii fermentacji mlekowej w mięsie, jego przetworach, drobiu może być nie tyle wynikiem celowego dodatku lecz sposobu pakowania tych produktów [8, 12, 27, 41, 47].

Dotyczy to szczególnie mięsa i wędlin pakowanych próżniowo i w zmodyfikowanej atmosferze [6, 15, 17, 27]. Szczepy izolowane z tych opakowań przebadano pod kątem zdolności metabolizowania azotanów. Pochodzący z tych opakowań *Lactobacillus plantarum* wykazywał zdolność do rozkładu całego zawartego w podłożu azotanu III. Nawet obecność 50 mg azotanu III w podłożu nie hamowała wzrostu tego drobnoustroju, co powodowało, że stanowił on idealny składnik kultur starterowych [6].

W składzie kultur starterowych spotykane są także bakterie z gatunku *Staphylococcus carnosus*, które w połączeniu z *Lactobacillus plantarum* stosowane są do produkcji tureckich kiełbas typu Sucuk.

Badania Tomek i wsp. [50] wykazały, że taka kompozycja powoduje inhibicję wzrostu pałeczek *Salmonella sp.*, *Listeria sp.* i gronkowców z gatunku *Staphylococcus aureus*.

Gronkowce wchodzą w skład kultur starterowych stosowanych w technologii francuskich kiełbas suchych. Obok *Staphylococcus carnosus*, *S.saprofiticus*, *S.warneri* starter zawiera w swoim składzie *Lactobacillus spp.* oraz *Pediococcus spp.* [23]. Skład starteru wpływa jednakże niekorzystnie na wartość odżywczą i cechy sensoryczne produktu ze względu na wysoki stopień lipolizy będącej wynikiem aktywności metabolicznej *Staphylococcus warneri*.

Poziom pozostałości azotanów III i V ma jednak wpływ na przeżywalność niektórych patogenów.

Juntilla [14] wykazał, że liczebność populacji *Listeria monocytogenes* w czasie fermentacji fińskich fermentowanych kiełbas spada zaledwie o jeden cykl logarytmiczny, a czas przeżycia w tym produkcie wynosi 21 dni.

Skład zakwasu stosowanego w przypadku tego produktu nie wpływa więc na ograniczenie czy inhibicję wzrostu tych patogenów w kiełbasie. Próby zwiększenia dawki azotanów V i III wpływały wprawdzie na redukcję populacji ale stanowiło to problem higieniczny związany z wysokim stężeniem tych związków w kiełbasie.

Dla poprawy jakości zdrowotnej utrwalanych surowców poza doбором odpowiedniego składu starteru czynione są próby modyfikowania procesu peklowania. Eliminacja niepożądanych stężeń azotanów III i pojawiających się w wyniku dysmutacji azotanów V może się odbywać poprzez zastosowanie zmodyfikowanych technik peklowania.

W tym celu stosuje się alternatywne technologie jak np. dodatek 1000–4000 ppm ekstraktu z *Monascus purpureus* przy obniżonym poziomie azotanów III [9] czy dodatek plazmy krwi bydłowej zawierającej jony żelaza powyżej 30 µg/g lub dodatek kwasu mlekowego do solanki peklującej [26].

### **Wpływ utrwalania za pomocą kultur bakterii fermentacji mlekowej na stężenia niektórych ksenobiotyków w przetworach mleczarskich**

Azotany V należą również do związków celowo dodawanych do mleka serowarskiego dla zahamowania fermentacji masłowej i bakterii z grupy coli. Większość szczepów stosowanych jako składnik zakwasów do produkcji serów podpuszczkowych dojrzewających nie posiada zdolności do syntezy reduktaz azotanowych. Liczne badania wykazały, że zawartość azotanów V w serach dojrzewających jest zależna od wielu czynników takich jak: stężenie azotanów w surowcu, temperatura obróbki masy serowej, warunki prasowania i dojrzewania serów [48, 33]. Poziom tych związków zależy także od jakości mikrobiologicznej surowca. Gromadzenie azotanów III wiązano [24] z intensywną redukcją mikrobiologiczną we wczesnych etapach produkcji serów.

Z badań modelowych wynikało jednak, że w czasie ukwaszania mleka zakwasem do produkcji serów średniogrzewanych nie dochodziło do redukcji azotanów V do

azotanów III [34]. Obserwowano znaczną kumulację azotanów III w czasie solenia serów [35]. Munksgaard [25] łączył spadek o 13–20 % poziomu  $\text{NO}_3$  podczas pierwszych 24 godzin dojrzewania z dyfuzją  $\text{NO}_3$  z sera do solanki. Przybyłowski i wsp. [33] nie stwierdzili obecności azotanów III po 8 tygodniach dojrzewania serów a spadek poziomu azotanów V wiązali z usuwaniem tych związków z odczerpywaną serwatką. Z badań tych wynikało, że najintensywniejszą redukcję azotanów obserwowano w czasie obróbki skrzepu w wannie serowarskiej. Munksgaard [25] podawał natomiast, że spadek stężenia azotanów V wykazuje dwustopniowość podczas dojrzewania, ze znacznym ubytkiem  $\text{NO}_3$  w czasie pierwszych 4 tygodni dojrzewania. Po 16 tygodniach dojrzewania ser zawierał zaledwie od 0,3 do 10 % jonów azotanowych V w stosunku do wartości początkowej.

Spadku stężeń azotanów V w tych produktach nie można wiązać z metabolizmem bakterii fermentacji mlekowej. Większość bakterii wchodzących w skład zakwasów, a szczególnie z rodzaju *Lactococcus sp.*, wykazuje słabe zdolności do redukcji azotanów [32].

Niektórzy badacze usiłowali wyjaśnić redukcję azotanów V w czasie produkcji serów dojrzewających [31, 32] metaboliczną aktywnością termofilnych szczepów *Lactobacillus sp.*

Badania nad metabolizmem azotanów V przez szczep *Lactobacillus casei* [31] wykazały jednak brak obecności azotanów III mimo spadku stężenia azotanów V w pierwszej fazie ukwaszania mleka za pomocą tego szczepu.

Tworzenie nitrozodimetyloaminy w serach dojrzewających również nie pozostawało w związku z działalnością bakterii zakwasu lecz zależało od jakości mikrobiologicznej surowca [30].

Poziom azotanów w serach twarogowych zależy od stężenia azotanów w surowcu, drugim źródłem tych związków jest woda do płukania skrzepu [19]. Stężenie azotanów V w twarogach waha się od 3 do 33,2 mg  $\text{NO}_3/\text{kg}$  [19, 20]. Zakwas maślarski stosowany do produkcji serów twarogowych nie wykazuje zdolności do syntetyzowania reduktaz azotanowych, co powoduje, że około 50 % spadek zawartości azotanów V po wyprodukowaniu twarogu jest spowodowany przechodzeniem tych związków do serwatki.

Badania Przybyłowskiego [29] wykazały, że poziom azotanów V pozostaje niezmienny w czasie 48 godzinnego przechowywania twarogu w warunkach chłodniczych i sporadycznie pojawiają się azotany III.

Późniejsze badania Przybyłowskiego i wsp. [36] przeprowadzone w układzie modelowym nie potwierdzają tych spostrzeżeń. Twaróg produkowany z odtłuszczonego proszku mlecznego i przechowywany 12 godzin w temperaturze chłodniczej wykazywał spadek stężenia azotanów V od 72 do 94 %. W żadnym z wyprodukowanych twa-

rogów nie stwierdzono obecności azotanów III natomiast w 85 % próbek oznaczono obecność nitrozodimetyloaminy w ilościach od 0,03 do 0,26  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

Mleczne napoje fermentowane są zalecane w dietach osób starszych i rekonwalescentów ze względu na probiotyczne właściwości kultur bakterii mlekowych stosowanych do ich produkcji.

Probiotyczne właściwości *Lactobacillus acidophilus* gwarantują otrzymywanie produktu charakteryzującego się m.in. zdolnością obniżania poziomu cholesterolu, azotanów III i podtrzymującego prawidłowy skład mikroflory przewodu pokarmowego.

Nie każdy napój fermentowany zawiera w swoim składzie *Lactobacillus acidophilus*.

Jogurty naturalne produkowane są na bazie kultur takich jak: *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* i *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, które nie wykazują zdolności do syntezy reduktaz azotanowych.

Zawartość azotanów V w jogurtach waha się od 0,7 do 13,1  $\text{mg NO}_3/\text{dcm}^3$ , w 80% na poziomie nie przekraczającym 6  $\text{mg}/\text{dcm}^3$  [44]. Luff [20] natomiast podaje, że zawartość jonów azotanowych w jogurtach nie przekracza 13,7  $\text{mg NO}_3$  i 80  $\mu\text{g NO}_2$  [20]. Obecność jonów azotanowych w tych napojach może wynikać z ich obecności w surowcu, doboru kultur starterowych, rodzaju stabilizatorów i dodatków smakowych [44].

Według Cornee [4], owoce stosowane jako dodatki smakowe do jogurtów np. banany i truskawki, mogą być źródłem odpowiednio 150 i 80  $\text{mg NO}_3/\text{kg}$ .

Z prowadzonych badań wynika [44], że źródłem azotanów mogą być stabilizatory rozkładane w wyniku procesów zachodzących w czasie ukwaszania mleka i dojrzewania jogurtów. W napojach stabilizowanych za pomocą skrobi modyfikowanej i żelatyny obserwowano dwukrotnie więcej azotanów V niż w napojach stabilizowanych za pomocą pektyn.

Stwierdzono również, że azotany V wprowadzone z surowcem wchodzi w interakcje z białkiem a następnie produktami proteolizy białek produktu. Charakter interakcji zdeterminowany jest powstawaniem oddziaływań elektrostatycznych między białkowymi składnikami napoju a jonami azotanowymi [43].

Około 50% azotanów V pozostaje w stanie wolnym w fazie wodnej produktu. Poziom wolnych jonów azotanowych w jogurtach naturalnych będzie więc również zależny od składu zakwasu i jakości mikrobiologicznej surowca.

W kefirach poziom azotanów V wynosi średnio 2,7  $\text{mg}/\text{dcm}^3$  [44]. W czasie produkcji kefiru azotany V są częściowo metabolizowane przez grzyby zawarte w składzie ziaren kefirowych. Pozostała część azotanów w mechaniczny sposób łączy się za pomocą nici kazeinowych w układy o charakterze klatratów co powoduje, że jony są

zamknięte w pustych przestrzeniach żelu polisacharydowo-kazeinowego. W miarę dojrzewania kefiru zmiany naprężeń żelu powodują, że azotany przemieszczają się swobodnie w wolnych przestrzeniach tego żelu. W badanych napojach nie stwierdzono obecności azotanów III.

Badania własne wykazały istotny wpływ metabolizmu kultur zakwasów na fluktuację jonów azotanowych, pozwalając na ustalenie zależności poziomu stężeń tych ksenobiotyków na każdym etapie produkcji i przechowywania produktów. Badania modelowe pozwoliły na stwierdzenie, że w czasie dojrzewania skrzepu jogurtowego podczas wytwarzania jogurtów naturalnych metodą termostatową pojawia się w produkcie nitrozodimetyloamina w stężeniach od 0,2 do 1,46  $\mu\text{g}/\text{kg}$  [45].

Blanco i wsp. [2] wykazali, że ukwaszanie mleka skażonego aflatoksynami nie wpływa na zmiany ich poziomu po 21 dniowym przechowywaniu w temperaturze chłodniczej. Poziom tych ksenobiotyków pozostaje więc na niezmiennym poziomie w czasie przydatności produktu do spożycia, a metabolizm bakterii fermentacji mlekowej nie powoduje spadku stężenia aflatoksyn.

## Podsumowanie

Obecność bakterii fermentacji mlekowej w składzie kultur starterowych wpływa korzystnie na cechy sensoryczne produktów kształtuje ich właściwe pH, w przypadku jednak produktów mleczarskich nie powoduje obniżenia poziomu ksenobiotyków takich jak azotany V. Obecność tych związków może powodować obniżenie zdrowotnej jakości tych produktów zwłaszcza, jeżeli będą one komponowane z dodatkiem surowców pochodzenia roślinnego o znacznym stopniu zanieczyszczenia azotanami. Skład starterów nie ma również wpływu na obniżanie poziomu aflatoksyn i nitrozoamin.

Metabolizm kultur wchodzących w skład starterów stosowanych do produkcji przetworów mięsnych powoduje znaczne obniżenie stężeń azotanów III w tych produktach oraz inhibicję wytwarzania toksycznych metabolitów przez mikroflorę zawartą w surowcach.

Należy stwierdzić, że startery stosowane do utrwalania surowców pochodzenia zwierzęcego nie spełniają do końca pozytywnej roli w kształtowaniu cech właściwych zdrowej żywności. Dotyczy to zwłaszcza przetworów mleczarskich i dlatego konieczne są szerokie badania nad wdrożeniem modyfikowanych genetycznie pojedynczych kultur o wyselekcjonowanych cechach zapewniających powstawanie bezpiecznych produktów.



## LITERATURA

- [1] Bacus J.: Update: Meat Fermentation 1984, *Food Technology*, **6**, 1984, 59-63.
- [2] Blanco J.L., Carion B.A., Liria N., Diaz S., Garcia M.,E., Dominguez L., Suarez G.: Behavior of aflatoxins during manufacture and storage of yoghurt, *Milchwissenschaft*, **48**, 7, 1993, 385-387.
- [3] Chia-Cherng Huang, Chin-Wen Lin: Drying temperature and time affect quality of chinese - style sausage inoculated with lactic acid bacteria, *J.of Food Science*, **58**, 2, 1993, 249-253.
- [4] Cornee J., Lairon D., Velema J., Guyader M., Berthezene P.: An estimate of nitrate, nitrite and N-nitrosodimetylodiamine concentrations in french food products or food groups, *Science des Aliments*, **12**, 1992, 155-197.
- [5] Crandall A.D., Montville T.J.: Inhibition of *Clostridium botulinum* growth and toxigenesis in a model gravy system by coinoculation with bacteriocin - producing lactic acid bacteria, *J. of Food Protection*, **56**, 6, 1993, 485-488.
- [6] Dodds K.L., Collins-Thompson D.L.: Incidence of nitrite depleting lactic acid bacteria in cured meat starter cultures, *J. of Food Protection*, **47**, 1, 1983, 7-10.
- [7] Dodds K.L., Collins-Thompson D.L.: Characteristics of nitrite reductase activity in *Lactobacillus lactis* TS4, *Can.J.Microbiol.*, **31**, 1985, 558-562.
- [8] Grant I.R., Patterson M.F.: A numerical taxonomic study of lactic acid bacteria isolated from irradiated pork and chicken packed under various gas atmosferes, *J. of Applied Bacteriology*, **70**, 4, 1991, 302-307.
- [9] Fink-Gremmels J., Dresel J., Leistner L.: Use of *Monascus* extracts as an alternative to nitrite in meat products, *Fleischwirtschaft*, **71**, 10, 1991, 1184-1186.
- [10] Hagen F.B., Berdague J-L., Holck A.L., Naes H., Blom H.: Bacterial proteinase reduces maturation time of dry fermented sausages, *J. of Food Science*, **5**, 61, 1996, 1024-1029.
- [11] Hammes W.P.: Starter cultures in meat production, *Chemic Mikrobiologie Technologie der Lebensmittel*, **9**, 5/6, 1986, 131-143.
- [12] Holly A., Holzapfel W.H., Dykes G.A.: Bacterial populations associated with Vienna sausage packing, *Food Microbiology*, **9**, 1, 1992, 45-53.
- [13] Houle J.F., Lafrance M., Julien J.P., Brochu E., Champagne C.P.: Selection of mixed cultures for meat fermentation, *J. of Food Science*, **54**, 4, 1989, 839-842.
- [14] Juntilla J., Hirn J., Hill P., Nurmi E.: Effect of different levels of nitrite and nitrate on the survival of *Listeria monocytogenes* during the manufacture of fermented sausage, *J. of Food Protection*, **52**, 3, 1989, 158-161.
- [15] Jackson T.C., Acuff G.R., Sharp T.R., Savell J.W.: Volatile compounds on sterile pork loin tissue inoculated with *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus fermentum*, *J. of Food Science*, **57**, 3, 1992, 783-784.
- [16] Kornacki K.: Zastosowanie kultur starterowych to niezawodność w procesach fermentacyjnych i bezpieczeństwo spożycia kielbas fermentowanych, *Przem. Spoż.*, **3**, 1996, 35-36.
- [17] Lambert A.D., Smith J.P., Dodds K.L.: Physical, chemical and sensory changes in irradiated fresh pork packed in modified atmosphere, *J. of Food Science*, **57**, 6, 1992, 1294-1299.
- [18] Liepe H.U.: Using a new lactobacilli starter culture in dry sausage technology, *Fleischwirtschaft*, **65**, 10, 1985, 1246-1247.
- [19] Luf W., Brandl E.: Intake of nitrates and nitrites in milk and milk products, *Deutsche - Milchwirtschaft*, **38**, 5, 1987, 116-119.
- [20] Luf W., Brandl E.: The intake of nitrate and nitrite from milk and milk products, *Oesterreichische - Milchwirtschaft*, **41**, 15, 1986, 57-62.

- [21] Lin L.C., Chen J.J., Lee S.F.: Effect of packing system on quality and residual nitrite contents of Chinese style sausage, *J. of the Chinese Society of Animals Science*, **21**, 1, 1992, 99-112.
- [22] Landvogt A., Fischer A.: Dry sausage ripening. Targeted control of the acidification achieved by starter cultures I i II, *Fleischwirtschaft*, **71**, 8, 9, 1991, 902-905, 1055-1056.
- [23] Montel M., Talon R., Berdague J.L., Contonnet M.: Effects of starter cultures on the biochemical characteristics of French dry sausages, *Meat Science*, **35**, 2, 1993, 229-240.
- [24] Maszkiewicz J., Hiller A.: Zmiany zawartości azotanów i azotynów w procesie produkcji serów dojrzewających, *Bromat. Chem. Toksykol.*, **21**, 2, 1988, 119-123.
- [25] Mungard L., Werner H.: Fate of nitrate in cheese, *Milchwissenschaft*, **42**, 4, 1987, 216-219.
- [26] Miller A., Menichillo D.A.: Blood fraction effects on the antibotulinal efficacy of nitrite in model beef sausages, *J. of Food Science*, **56**, 5, 1991, 1158-1160.
- [27] Nicolai B.M., Impe J.F., Verlinden B., Martens T., Vandevalle J., Baerdemaeker J.: Predictive modelling of surface growth of lactic acid bacteria in vacuum-packed meat, *Food Microbiology*, **10**, 3, 1993, 229-238.
- [28] Ockerman H.W., Kwiatek K.: Lactobacillus plantarum and nitrite levels in pork as influenced by tumbling and temperature treatments, 30th Symposium European Meeting of Meat Research Workers, 1984, 251-252.
- [29] Przybyłowski P.: Przemiany azotanów w twarogu świeżym i przechowywanym, dane nie publikowane, 1984.
- [30] Przybyłowski P.: Możliwość tworzenia się N-Nitrozoamin w żywności, *Food Safety and Hygiene, European Food and Agriculture Partnership EFAPTEM Olsztyn*, 1992, 27-45.
- [31] Przybyłowski P.: Studia nad rolą wybranych szczepów bakterii fermentacji mlekowej w przemianach azotanów i syntezie N-nitrozoamin, *Technologia Żywności, Zeszyty Naukowe ART Olsztyn*, **245**, 1984, 1-59.
- [32] Przybyłowski P.: Występowanie i przemiany azotanów w produktach spożywczych, *Przegląd Mleczarski*, **8**, 1984, 10-12.
- [33] Przybyłowski P., Kiszka J., Karłowski K., Sajko W., Urbańska J., Janicka B.: Badania występowania azotanów i produktów ich przemian w mleku i wyrobach mleczarskich cz. II Charakterystyka przemian azotanów i azotynów podczas produkcji i dojrzewania serów typu edamskiego i żuławskiego, *Roczn. PZH*, **38**, 3, 1987, 213-229.
- [34] Przybyłowski P., Steinka I., Śmiechowska M.: Przemiany azotanów w mleku ukwaszonym, *Sesja Naukowa „Postęp w technologii, analizie, organizacji i kształceniu kadr dla mleczarstwa”*, Olsztyn 1990, 76.
- [35] Przybyłowski P., Śmiechowska M., Stasiuk E., Kowalski B.: Dynamika tworzenia się N- nitrozoamin w serze żuławskim wyprodukowanym z mleka o zróżnicowanym dodatku  $KNO_3$ , *Pollutans in environment. Substancje toksyczne w środowisku*, **1**, 1991, 100-104.
- [36] Przybyłowski P., Steinka I., Kowalski B.: Badanie przemian azotanów i możliwości powstawania lotnych N-nitrozoamin w twarogu, *Sesja Naukowa „Ksenobiotyki - problemy analityczne, względy zdrowia publicznego”*, Puławy, 1993, 35.
- [37] Pycz J., Zawada W.: Technologiczna przydatność bakterii kwasu mlekowego w produkcji fermentowanych wędlin surowych, *Sesja KTChIŻ PAN Wrocław*, 1993, 69.
- [38] Paleari M.A., Comi G., Beretta G., Use of starter culture in brine preparation, *Industrie Alimentari*, **27**, 259, 1989, 356-360.
- [39] Raccach M.: Lactic acid fermentation using high levels of culture and the fate of Staphylococcus aureus in meat, *J. of Food Science*, **51**, 2, 1986, 520-521, 523.
- [40] Raccach M.: Some aspects of meat fermentation, *Food Microbiology*, **9**, 1992, 1, 55-65.

- [41] Rozbeh M., Kalchananad N., Ray B., Field R.A.: Shelf - life extension of vacuum - packed refrigerated beef using starter culture metabolites, *Proceedings. American Society of Animal Science, Western Section*, **42**, 1991, 50-53.
- [42] Selgas M.D., Ordonez J.A., Sanz B.: Selection of micrococci strains for their use as starter cultures for dry fermented sausages, *Proceedings of the European Meeting of Meat Research Workers*, **32**, 1986, 251-254.
- [43] Steinka I.: Interactions between nitrates V and solid phase in yogurt or kefir during production and storage, *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, **1**, 1997, 6/47.
- [44] Steinka I., Przybyłowski P.: Wpływ bakterii fermentacji mlekowej na ilościowe zmiany azotanów V i III w czasie wytwarzania i chłodniczego przechowywania jogurtu i kefiru, *Praca doktorska*, Gdynia 1994, 50-53.
- [45] Steinka I.: Tworzenie N-nitrozoamin podczas produkcji i przechowywania jogurtów, 1992 dane niepublikowane.
- [46] Steinka I.: Wpływ czynników biogennych na tworzenie N-nitrozoamin, *Roczniki PZH*, **3**, 42, 1992, 239-243.
- [47] Stiles M.E., Hastings J.W.: Bacteriocin production by lactic acid bacteria: potential for use in meat preservation, *Trends in Food Science and Technology*, **2**, 10, 1991, 247-251.
- [48] Śmiechowska M., Przybyłowski P., Stasiuk E., *Dynamika przemian azotanów i azotynów podczas wyrobu i dojrzewania sera gouda*, *Przem. Spoż.*, **7**, 1991, 179-180.
- [49] Tanaka N., Gordon N.M., Lindsay R.C., Meske L.M., Traisman E.: Sensory characteristics of reduced nitrite bacon manufactured by the Wisconsin process. *J. of Food Protection*, **48**, 8, 1985, 687-692.
- [50] Tomek S., Gonencayoglu D.: Use of hen meat and different nitrite levels in a fermented meat product - sucuk, *Proceedings, International Congress of Meat Science and Technology*, **35**, III, 1989, 846-853.
- [51] Weber H.: Production of dry salami with starter cultures - developments and tendencies, *Chemie Mikrobiologie Technologie der Lebensmittel*, **9**, 5/6, 1986, 147-151.
- [52] Wolf G., Arendt E.K., Pfaebler U.P., Hammes W.P.: Heme-dependent and heme - independent nitrite reduction by lactic acid bacteria results in different N -containing products. *International J. of Food Microbiology*, **10**, 3/4, 1990, 323-330.

## STARTER BACTERIAL CULTURES INFLUENCE ON CHANGES IN SOME XENOBIOTICS CONCENTRATION IN ANIMAL FOOD PRESERVATION

### S u m m a r y

Metabolism of starter bacterial cultures used in meat curing processes and sausage fermentation causes decrease in such as nitrate and nitrite and also inhibits production of some the concentration of xenobiotics pathogenic toxins. This is due to the varying composition of starters in which, apart from lactic acid bacteria, some other bacteria such as *Micrococcus*, *Staphylococcus*, as well as yeasts and moulds, can be used.

Starters used in milk fermentation processes can contribute to the decrease in the amount of pathogenic bacteria, but their composition does not cause decrease in nitrate, nitrite and aflatoxins concentration. ❖