

## **SUBSTANCJE DODATKOWE W PRZETWÓRSTWIE MIĘSA**

**Agnieszka Kalinowska-Dohojda, Teresa Banaszek**

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Wydział Przyrodniczy

ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce

banaszt@ap.siedlce.pl

### **Streszczenie**

W pracy przedstawiono dodatki do żywności, ze szczególnym uwzględnieniem stosowanych w przetwórstwie mięsa i dodawanych do przetworów mięsnych. Scharakteryzowano właściwości i funkcje tych substancji oraz możliwość łącznego stosowania wybranych dodatków w przetwórstwie mięsa. Zwrócono również uwagę na bezazotowy system peklowania mięsa.

**Słowa kluczowe:** dodatki do żywności, mięso, przetwory mięsne, przetwórstwo mięsa

### **ADDITIVES IN MEAT PROCESSING**

#### **Summary**

The paper presents a food additives with particularly emphasis used in the meat processing and added to meat products. The properties and role of these substances and the possibilities of combined use of selected additives in meat processing was characterized. The attention to the non-nitrite meat curing system was called.

**Key words:** additives, meat, meat preparations, meat processing

### **WSTĘP**

W dzisiejszych czasach trudno sobie wyobrazić produkcję na dużą skalę żywności pozbawionej substancji dodatkowych. W nowoczesnej technologii mięsa stosowane są dodatki, które według Szymańskiego (2007) pełnią funkcje związane z:

- kształtowaniem i utrwalaniem pożądanego koloru produktów,
- zwiększaniem trwałości mikrobiologicznej,
- uatrakcyjnianiem walorów smakowych,
- poprawianiem konsystencji produktu,
- zwiększaniem wydajności produktu gotowego.

Substancje dodatkowe w ustawodawstwie europejskim określane są terminem „dozwolone substancje dodatkowe”, co oznacza, że są to substancje, które nie są spożywane

odrębnie jako żywność, nie są typowymi składnikami żywności, posiadają wartość odżywczą lub jej nie posiadają, a których celowe użycie technologiczne w czasie produkcji, przetwarzania, preparowania, traktowania, pakowania, paczkowania, przewozu i przechowywania powoduje zamierzone lub spodziewane rezultaty w środku spożywczym lub w półproduktach będących jego komponentami.

Wszystkie substancje dodatkowe dozwolone do stosowania w żywności posiadają odpowiednie oznaczenie, tzw. E kod, który ułatwia ich identyfikację. Obecnie ustawodawstwo krajowe reguluje zakres stosowania dozwolonych substancji dodatkowych rozporządzeniami będącymi implementacją przepisów Unii Europejskiej. Aktualne przepisy precyzują, jakie substancje mogą być stosowane w produkcji żywności, oraz w niektórych przypadkach określają dokładny zakres ich stosowania, dawkowania i/lub pozostałości w żywności. Podstawową zasadą stosowania dodatków do żywności jest użycie określonej substancji w dawce najniższej, niezbędnej do osiągnięcia zamierzonego efektu technologicznego zgodnie z dobrą praktyką produkcyjną.

W produkcji wyrobów mięsnych oprócz typowych substancji dodatkowych stosuje się wiele składników naturalnych, które w recepturach potocznie zwane są dodatkami, a które nie są nimi sensu stricto i w większości nie są objęte legislacją w tym zakresie.

### **Substancje dodatkowe stosowane w przetwórstwie mięsa**

Do podstawowych substancji dodatkowych stosowanych w przetwórstwie mięsa zaliczane są: barwniki, substancje wzmacniające smak i zapach, substancje konserwujące, regulatory kwasowości, przeciwutleniacze, stabilizatory, emulgatory, substancje zagęszczające i żelujące.

#### **Barwniki**

Barwa jest jednym z podstawowych wskaźników jakości i prawidłowości przebiegu procesu produkcji wyrobów mięsnych oraz ich świeżości. Barwa odmienna od tradycyjnej jest uznawana za sygnał ostrzegawczy, informujący o zmianach przechowalniczych wyrobu. Stosowanie barwników (z wyjątkiem błękitu metylowego używanego do znakowania tusz zwierząt rzeźnych) w wielu krajach, w tym także w Polsce, było do niedawna praktycznie zabronione. Ujednoczenie ustawodawstwa krajów należących do UE rozszerzyło listę barwników (zarówno naturalnych, jak i syntetycznych) dozwolonych do stosowania w przemyśle mięsnym [Pyrz, Kowalski 2005].

W przemyśle mięsnym stosowanie barwników w celu uzyskania typowej barwy produktów było ograniczone ze względu na trudność w osiągnięciu za pomocą barwników charakterystycznej barwy mięsa peklowanego. W ostatnich latach jednak zastosowanie tych

substancji stale wzrasta. Zaobserwować to można w przypadku produktów o dużej zawartości tłuszczu i gorszym składzie recepturowym, np. w parówkach czy mortadelach. Mała zawartość mioglobiny w surowcu użytym do produkcji często utrudnia uzyskanie prawidłowej barwy produktu. W takich sytuacjach użycie barwnika lub mieszaniny barwników pozwala na uzyskanie barwy zbliżonej do produktu typowego. Użycie barwników między innymi w kiełbasach drobno rozdrobnionych umożliwia częściowe zamaskowanie tłuszczu na przekroju. Technologie barwienia stosuje się również w przypadku homogenatów z białek roślinnych, które stosowane są jako zamienniki mięsa w produktach suszonych [Szymański 2007].

### **Substancje poprawiające smak i zapach**

Substancjami w szczególności przyczyniającymi się do polepszenia smaku potraw mięsnych i zwiększającymi smakowość produktów mięsnych są pochodne kwasu glutaminowego, guanylowego i inozynowego. W praktyce najczęściej stosuje się kwas glutaminowy (E 620) i jego sole, glutaminian sodu (E 620) i glutaminian potasu (E 622), pojedynczo lub razem, łącznie w ilości do 10 g/kg gotowego wyrobu (maksymalnie dozwolona dawka).

Istotnymi składnikami mieszanin wzmacniających smakowość przetworów mięsnych są nukleotydy: inozynian sodu (E 631) i guanylan sodu (E 627). Substancje te działają synergistycznie z kwasem glutaminowym i jego solami, wzmacniając ich działanie [Szymański 2007]. Elekt ten jest szczególnie wyraźny w obecności chlorku sodu dodanego w ilości 2–5%. Zastosowanie mieszaniny obu tych nukleotydów w proporcji 1:1 wywołuje dodatkowy efekt harmonizacji smakowości, co jest spowodowane prawdopodobnie tym, że mieszanina ta wzmacnia odczucie smaku słodkiego i słonego, a osłabia smak kwaśny i gorzki. W praktyce w wyrobach mięsnych stosuje się glutaminian sodu w ilości 0,1–0,2%, a mieszaninę E 627 + E 631 (50/50) w ilości 0,006–0,1% [Pyrz, Kowalski 2005].

Zastosowanie mieszaniny substancji wzmacniających smak pozwala na znaczne zmniejszenie ilości dodawanych substancji bez obniżenia smakowości potrawy. I tak, 1 kg mieszaniny (95% glutaminianu sodu, 2,5% inozynianu sodu i 2,5% guanylanu sodu) może zastąpić ok. 7 kg samego glutaminianu sodu. Nukleotydy i glutaminian sodu wykazują działanie synergistyczne również w połączeniu z innymi substancjami mającymi zdolność modyfikowania smaku. Taką substancją może być taumatyna mająca zdolności słodzące, a także wzmacniania i modyfikowania smaku. Mieszanina taumatyny z pięcioma nukleotydami i glutaminianem sodu nadaje żywności przyjemny smak umami [Dłużewska, Krygier 2005].

W technologii przetwarzania mięsa ogromną rolę w kształtowaniu smakowości odgrywają przyprawy stosowane w postaci sproszkowanych suszów, ekstraktów lub olejków. Olejki i inne substancje zawarte w przyprawach działają również jako substancje bakteriostatyczne. Przykładami są: olejek gorczycy, aldehyd cynamonowy czy fitoncydy wyizolowane z czosnku [Pyrz, Kowalski 2005].

### **Substancje konserwujące w przetwórstwie mięsa**

Do najstarszych metod konserwowania żywności pochodzenia zwierzęcego należy solenie za pomocą chlorku sodu (NaCl). Pomimo że obecnie metoda ta traci na znaczeniu, to jednak sól kuchenna wykorzystywana jest w przetwórstwie mięsa jako substancja kształtująca specyficzną smakowość, poprzez wzmaganie właściwości funkcjonalnych białek mięśniowych, oraz hamująca rozwój niektórych bakterii. Według doniesień naukowych 1% roztwór NaCl, o ciśnieniu osmotycznym ok. 0,6 MPa, hamuje wzrost bakterii z grupy *Coli-aerogenes* oraz *Proteus*, natomiast bakterie kwasu mlekowego są pobudzane do wzrostu nawet przez roztwory zawierające nawet ok. 3% soli. Wyraźne zahamowanie ich wzrostu jest obserwowane dopiero przy stężeniach 5%, natomiast zupełne zahamowanie wzrostu następuje przy ok. 15% stężeniu NaCl w roztworze [Pyrz, Kowalski 2005].

Theiler i in. (1981) badali wpływ stężenia chlorku sodu na powstawanie nitrozoamin w wyrobie ze zmielonego boczku. W produkcie zawierającym 1,5% soli autorzy stwierdzili o 50% mniej nitrozopirolidyny niż w próbach bez dodatku chlorku sodu. Zwiększanie koncentracji chlorku sodu powyżej 1,5% nie miało natomiast znaczącego wpływu na dalsze zmniejszanie się zawartości nitrozoamin. Wyniki tego eksperymentu wskazują, że przy określonym stężeniu chlorek sodu hamuje tworzenie nitrozoamin.

Do substancji konserwujących stosowanych w przetwórstwie mięsa należą również azotany i azotyny (E 251).

**Azotany i azotyny** są stosowane w przemyśle mięsny w celu uzyskania pożądanych cech organoleptycznych, takich jak charakterystyczna różowa barwa i pożądany aromat, oraz do poprawienia trwałości przetworów, a także ograniczenia wzrostu laseczek jadu kielbasianego. Wraz ze wzrostem stężenia azotynu sodowego obniża się prawdopodobieństwo wytwarzania toksyny przez *Clostridium botulinum* w peklowanym i pasteryzowanym mięsie.

Zawartość azotanów i azotynów w przetworach mięsnych z reguły nie przekracza dopuszczalnych zawartości, tj. 125 mg sumy  $\text{NaNO}_3$  i  $\text{NaNO}_2$  wyrażonych w  $\text{NaNO}_2/\text{kg}$  [Traczyk 2000]. Zabezpieczeniem przed przypadkowym przedawkowaniem azotynów jest stosowanie azotynu sodu wyłącznie w postaci równomiernej mieszaniny z solą kuchenną,

w której zawartość  $\text{NaNO}_2$  wynosi 0,5–0,6%. Wyjątek stanowią wędliny surowo-wędzone, dla których dozwolony jest dodatek azotanów w takiej ilości, aby suma azotanów i azotynów w przeliczeniu na  $\text{KNO}_3$  nie przekroczyła 400 mg, w tym azotynów nie może być więcej niż 60 mg/kg [Traczyk 2000]. Opublikowane wyniki badań, przeprowadzonych w latach 2002-2004 przez Tietze i in. (2007), dotyczące zawartości związków azotowych w wyrobach wędliniarskich i konserwach pokazują, że z ogólnej liczby prób wędlin wynoszącej 88 najwyższą zawartość nitrozoamin odnotowano w 4 z 7 przebadanych rodzajów szynki, przy czym należy podkreślić, że tylko w jednym przypadku normy zostały przekroczone o 1 jednostkę procentową. W pozostałych wędlinach zawartość tych związków była średnio o 50% niższa od dopuszczalnych norm. Na drugim miejscu pod względem koncentracji związków azotowych znalazła się kielbasa, której oceniono 8 rodzajów. Wśród tego asortymentu wyrobów normy zostały przekroczone (o 25%) tylko w kielbasie parówkowej homogenizowanej. W pozostałych zawartość związków azotowych była niższa średnio o 50% od dopuszczalnych norm lub mieściła się w górnych dopuszczalnych granicach wartości. Najwyższą zawartość azotanów stwierdzono w wyrobach drobiowych i luncheon meat. Wśród przebadanych konserw mięsnych najwyższą zawartość azotanów stwierdzono w mielonce wieprzowej i konserwie tyrolskiej.

#### **Wpływ azotanów i azotynów na organizm**

Szereg badań wskazuje na występowanie wielu niekorzystnych objawów u zwierząt i ludzi narażonych na spożywanie większej ilości azotanów i azotynów. Uważa się, że toksyczność azotynów jest 6–10-krotnie większa niż azotanów. Toksyczne działanie tych związków wiąże się z ich właściwościami utleniającymi. Skutkiem tego jest znany efekt utleniania hemoglobiny do methemoglobiny czy utleniania witaminy A. Methemoglobina nie ma działania toksycznego, jej rola w patogenezie zatrucia organizmu polega na upośledzeniu transportu tlenu, co powoduje niedotlenienie ośrodkowego układu nerwowego. Proces tworzenia methemoglobiny jest szczególnie niebezpieczny u niemowląt ze względu na dużą zawartość w ich krwi hemoglobiny płodowej (60–80%), która dwukrotnie szybciej utlenia się do methemoglobiny. Istnieje także możliwość przenikania azotynów przez łożysko, co może być przyczyną powstawania methemoglobinemii u płodów matek spożywających żywność zawierającą dużo azotanów. Azotany i azotyny dostające się do organizmu w małych dawkach mogą działać przewlekłe i być przyczyną niedokrwistości u dzieci [Traczyk 2000].

W badaniach *in vitro* wykazano inhibitujący wpływ azotanów i azotynów na procesy trawienia węglowodanów, tłuszczów i białek. W doświadczeniach na zwierzętach obserwowano niekorzystny wpływ azotynów na przyrost masy ciała, rozrodczość, tarczę

oraz zawartość witamin w organizmie [Traczyk 2000]. Azotyny należą do czynników odpowiadających za powstawanie nitrozoamin w niektórych przetworach z mięsa peklowanego. Badania przeprowadzone na zwierzętach wykazały, że nitrozoaminy mają działanie rakotwórcze, są tym samym dla ludzi potencjalnymi substancjami kancerogennymi. Ponieważ szybkość reakcji powstawania nitrozoamin uzależniona jest od podniesionego do kwadratu stężenia azotynu w produkcie mięsnym, to w wyniku zredukowania wielkości dodatku azotynu można ograniczyć ryzyko powstawania nitrozoamin. Na podstawie przeprowadzonych badań zaproponowano, aby równocześnie z azotynami stosować do produktów mięsnych dodatki regulatorów kwasowości, takich jak kwas askorbinowy, askorbinian sodu i  $\alpha$ -tokoferol, oraz przeciwutleniaczy blokujących powstawanie nitrozoamin. Najbardziej jednak niezawodną metodą ograniczenia powstawania nitrozoamin byłoby zaprzestanie dodawania azotynów w procesie peklowania mięsa. Wymaga to poszukiwania sposobu ich zastąpienia. Prawdopodobieństwo znalezienia jednego związku chemicznego, który posiadałby wszystkie zalety azotynu, jest jednak niewielkie.

Bezazotynowe systemy peklowania, dające się zastosować w przemyśle mięsnym, opracowano w Kanadzie. Większość z tych systemów wykorzystuje naturalny barwnik mięsny obecny w peklowanych produktach mięsnych, przeciwutleniacz, czynnik chelatujący i czynniki o działaniu antybakteryjnym, po to, aby uzyskać wszystkie efekty działania azotynu [Pegg i Fisch 2000]. Barwa mięsa kształtowana jest przede wszystkim przez mioglobinę. W wyniku dodawania azotynu i obróbki termicznej uzyskuje się względnie stabilny różowy barwnik mięsa peklowanego. W bezazotynowym systemie peklowania mięsa używano barwnika pochodzącego z peklowanych produktów mięsnych. Jest on izolowany z mięsa po to, aby następnie w postaci oczyszczonej wprowadzić go do mięsa, co pozwala na wyeliminowanie obecności azotynu. Szczegóły procesu produkcji tego barwnika (CCMP – ang. cooked–meat pigment) chronione są patentem. Właściwości spektrofotometryczne tak pozyskanego barwnika są identyczne z tymi, jakie ma barwnik wyekstrahowany z peklowanych produktów mięsnych [Pegg i in. 2000].

Zaobserwowano, że jeśli do farszu dodano tylko barwnik (CCMP), a nie było w nim mioglobiny, nie powstała typowa barwa mięsa peklowanego.

#### **Przeciwutleniające funkcje azotynów**

Azotyny są także odpowiedzialne za powstawanie typowego zapachu i smaku produktów z mięsa peklowanego. Działanie azotynu opiera się na jego właściwościach antyutleniających. Lipidy zawarte w świeżym ugotowanym mięsie przyczyniają się do powstawania pożądanego i charakterystycznego zapachu, natomiast ich utlenianie powoduje pogorszenie smaku

i zapachu produktu mięsnego. Lipidami najbardziej podatnymi na autooksydację są fosfolipidy. Shahidi (1989) w swoim opracowaniu zawarł przypuszczenie, że każda substancja opóźniająca utlenianie lipidów mogłaby w zasadzie przejąć antyoksydacyjną funkcję azotynu, jaką spełnia on w procesie peklowania. W celu uzyskania takiego przeciwutleniającego działania, jakie wykazuje azotyn, przebadano znaczną liczbę różnych antyoksydantów, czynników chelatujących i ich kombinacji. Spośród przebadanych substancji dodatkowych najbardziej efektywne okazały się: wodorofosforan trójsodowy, difosforan tetrasodowy i tripolifosforan sodu.

Bardzo atrakcyjne wydaje się zastosowanie antyoksydantów występujących w surowcach naturalnych. W przypadku produktów z wieprzowiny, goździki, szałwia, rozmaryn i oregano skutecznie opóźniały utlenianie tłuszczów. Pozbawiona aromatu i gorzycy zmielona gorczyca jest w wielu krajach wykorzystywana na skalę przemysłową jako dodatek do przetworów mięsnych. Jej użycie w ilości 1–2% ma na celu poprawę aromatu i jakości m.in. parówek i mortadeli [Pegg i in. 2000].

#### **Antybakteryjne działanie azotynów**

Azotyny podczas peklowania mięsa działają antybakteryjnie, ale skuteczność ich działania zależy także od temperatury przechowywania produktów mięsnych, ich pH, zawartości soli oraz ilości zanieczyszczeń. Poszukując substancji o działaniu antybakteryjnym podobnym do azotynu, przebadano kilka zastępczych związków takich jak: kwas sorbowy i jego sól potasowa, podfosforyn sodu, estry kwasu fumarowego, parabeny i bakterie kwasu mlekowego. Stwierdzono, że wymienione substancje można stosować samodzielnie lub z niewielką dawką azotynu. Badania przeprowadzone przez Hara i in. (1989) dowiodły, że pewne polifenole zawarte w herbacie mogą wykazywać aktywność przeciwbakteryjną w stosunku do bakterii zawartych w produktach żywnościowych, włącznie z *Clostridium botulinum*.

Zmniejszenie wielkości dodatku substancji peklujących w przetworach mięsnych jest możliwe, ale nie pozostaje bez wpływu na właściwości technologiczne mięsa i trwałość gotowych wyrobów. Obniżenie wielkości dodatku substancji peklujących istotnie wpływa na zmniejszenie ilości nitrozylobarwników oraz stopnia ich przereagowania w gotowym wyrobie.

Produkty takie powinny być dodatkowo zabezpieczane przed niekorzystnymi zmianami ich jakości. Jedną z takich dodatkowych metod utrwalania jest technika wysokich ciśnień (UHP – Ultra High Pressure). W celu określenia wpływu wysokiego ciśnienia na jakość i trwałość surowej polędwicy wędzonej z różną ilością substancji peklujących

Hać-Szymańczuk i in. (2003) z Zakładu Technologii Mięsa SGGW przeprowadzili badania z zastosowaniem wysokiego ciśnienia. Stwierdzili, że zastosowanie ciśnienia 500 MPa przez 30 min. w temperaturze 40°C do próżniowo zapakowanej surowej polędwicy wędzonej skutecznie hamowało rozwój bakterii mezofilnych, psychrofilnych, kwaszących, enterokoków oraz bakterii z grupy coli, co umożliwia przedłużenie trwałości wyrobu, przynajmniej do 6 tygodni w warunkach chłodniczych, bez pogorszenia jakości sensorycznej, nawet z obniżoną ilością substancji peklujących.

Zastosowanie wysokiego ciśnienia wpływa jednak istotnie na wzrost ilości wycieku w opakowaniu oraz niekorzystnie rozjaśnia barwę surowej polędwicy wędzonej, co jest zjawiskiem niepożądanym [Hać-Szymańczuk i in. 2003]. Podsumowując, autorzy stwierdzili, że barwa, stabilność antyoksydacyjna i aromat produktów mięsnych otrzymywanych w procesie bezazotynowego peklowania zbliżone są do obserwowanych w wyrobach, do produkcji których stosowano peklosól zawierającą azotyn. Nie stwierdzono jednak obecności nitrozoamin w produktach mięsnych peklowanych bez użycia azotynu i poddawanych obróbce termicznej [Pegg i in. 2000].

#### **Regulatory kwasowości i przeciwutleniacze**

Do regulatorów kwasowości i przeciwutleniaczy należą kwas askorbinowy (E 300) i izoaskorbinowy (E315) oraz ich sole sodowe: askorbinian sodu (E 301) i izoaskorbinian sodu (E 316).

Na końcową jakość wyrobów mięsnych w znacznym stopniu wpływa wartość pH surowca. W celu obniżenia wartości pH w surowcu przeznaczonym do produkcji przetworów mięsnych, a tym samym poprawienia procesu tworzenia się barwy, można stosować kwasy spożywcze: mlekowy lub cytrynowy, względnie ich sole (mleczany lub cytryniany). Najskuteczniejsze i wypróbowane substancje wspomagające peklowanie w zakresie tworzenia barwy i jej trwałości to kwasy: askorbinowy (E 300) i izoaskorbinowy (E315) oraz ich sole sodowe: askorbinian sodu (E 301) i izoaskorbinian sodu (E 316).

Optymalny dodatek kwasu askorbinowego (E 300) i izoaskorbinowego (E315) wynosi od 0,03 do 0,05%, przy czym dla uzyskania tego samego efektu askorbinian sodu powinien być dodawany w nieco większej dawce niż izoaskorbinian. Większe dawki nie dają lepszych rezultatów. Przy silnym przedawkowaniu obserwowano nawet niepożądane reakcje – zzielenienie, a dla askorbinianu i izoaskorbinianu sodu – „mydlany” posmak [Pyrcz, Kowalski 2005].

Kwas askorbinowy i jego sole stosowane w peklowaniu są bardzo skutecznym inhibitorem reakcji nitrozowania [Rywotycki 1998]. Działanie askorbinianu polega



prawdopodobnie na wiązaniu  $N_2O$ , zwłaszcza w zakresie pH 3–5, i usuwaniu czynnika nitrozującego poprzez redukcję go do tlenku azotu.

Inhibicyjny wpływ askorbinianu sodu na ilość tworzących się nitrozoamin stwierdzili także Szumilak i Gudaszewski (1985). Zaobserwowali oni wyraźny spadek ilości nitrozoamin w konserwach z mielonego mięsa owczego wraz ze wzrostem dodatku askorbinianu sodu podczas peklowania mięsa. Najbardziej widoczne zmiany zauważono w wypadku dietylonitrozoaminy (*DENA*). Także Theiler i in. (1981) stwierdzili duży wpływ askorbinianu sodu na redukcję poziomu nitrozopirolidyny w wyrobie ze zmielonego boczku.

Mleczan sodu (E 325) jest solą sodową kwasu mlekowego otrzymanego na drodze naturalnej fermentacji mlekowej. Ze względu na neutralne pH mleczan sodu jest bardziej odpowiedni do stosowania w produktach mięsnych i drobiowych niż kwas mlekowy, a poza tym posiada łagodnie słony smak i nie wykazuje ujemnego wpływu na teksturę i barwę produktów mięsnych. L- mleczan sodu (E 325) może być traktowany jako substancja naturalna, bowiem kwas mlekowy jest wytwarzany w organizmie ludzkim w cyklu przemian metabolicznych, a L- mleczan sodu jest solą sodową tego kwasu.

Najistotniejszym skutkiem dodania mleczanu sodu do produktów mięsnych jest przedłużenie ich trwałości. Zasadniczą rolą mleczanów w mięsie i przetworach mięsnych jest hamowanie rozwoju mikroflory patogennej i wywołującej zepsucie. Na wzrost mikroorganizmów narażone są nie tylko przetwory mięsne niepoddane obróbce cieplnej, lecz także produkty poddane tej obróbce, a następnie np. plasterkowane i przepakowane.

Badając wpływ mleczanu sodu na obraz mikrobiologiczny próżniowo pakowanego plasterkowanego luncheon meatu, stwierdzono, że mleczan przedłuża lag fazę bakterii tlenowych. W odniesieniu do bakterii kwasu mlekowego mleczan nie tylko przedłuża lag fazę, lecz także zmniejsza szybkość wzrostu tych bakterii. Taki efekt jest obserwowany przy stężeniu mleczanu powyżej 2%.

Niektóre szczepy bakterii kwasu mlekowego wywołują śluzowacenie produktów mięsnych np. bezosłonkowych wędlin. Dodatek mleczanu sodu skutecznie opóźnia wystąpienie tego niekorzystnego zjawiska. Mleczan sodu zastosowany w ilości 4% hamował skutecznie wzrost *L. monocytogenes* we frankfurterkach w ciągu 70 dni przechowywania w temp. 4,4° C, a w przetworach drobiowych w takich samych warunkach w ciągu 49 dni. Szczególnie efektywne działanie antylisteriowe mleczanu stwierdzono w obecności glukono-delta-laktonu, który obniża pH środowiska.

Antybotulinową aktywność mleczanu sodu badano w niepeklowanych przetworach z mięsa indyczego i wołowego. W mięsie wołowym zawierającym 2% soli i 2,4% mleczanu

sodu, gotowanym i przechowywanym w temperaturze 8°C, nie stwierdzono obecności toksyn przez co najmniej 16 dni [Tyszkiewicz 1994].

W aktualnej systematyce dodatków funkcjonalnych kwas mlekowy (E 270) jest traktowany jako regulator kwasowości żywności i czynnik kształtujący jej profil smakowy, posiadający również właściwości konserwujące [Pyrz, Kowalski 2005]. Zazwyczaj tuszki drobiowe z kurcząt (bez dodatkowych zabiegów konserwujących), przechowywane w temperaturze ok. +4°C, po siedmiu dniach ich przechowywania wykazują znaczne zmiany organoleptyczne. Okres przechowywania dla tuszek i elementów drobiowych przy użyciu kwasu mlekowego jest dwukrotnie dłuższy niż przeciętny czas przechowywania bez stosowania dodatkowych zabiegów konserwujących. Zatem kwas mlekowy spełnia swoje zadanie w przedłużeniu trwałości mięsa drobiowego, szczególnie wtedy, gdy jest zastosowany we wczesnej fazie produkcji, najlepiej bezpośrednio po uboju. Ponadto kwas mlekowy skutecznie hamuje wzrost bakterii mezofilnych na powierzchni tuszek. Jest regulatorem kwasowości i substancją konserwującą, nieszkodliwą dla zdrowia człowieka. Stosowany w niskich stężeniach (1–2%) nie wpływa na zmianę smaku i zapachu mięsa drobiowego [Kołodziej 2005].

### **Stabilizatory i emulgatory**

Stabilizatory to dodatki, których celem jest utrzymanie właściwych cech produktu poprzez zapobieganie jego samorzutnym niepożądanym zmianom barwy, tekstury lub konsystencji w czasie przetwarzania i przechowywania.

Za substancje dodatkowe, które w znaczny sposób oddziałują na jakość wyrobów mięsnych, uważa się fosforany (E 450, E 451, E 452). Używane są w przemyśle mięsnym ze względu na właściwości stabilizujące, emulgujące, buforujące oraz antyoksydacyjne. Fosforany wykazują również aktywność antibakteryjną, hamując wzrost bakterii Gram-dodatnich. Fosforany specyficznie wpływają też na białka miofibrylarne [Słowiński 1995]. Działają one podobnie jak adenozyntrójfosforan (ATP) w organizmie żywym, powodując dysocjację kompleksu aktomiozynowego [Theno i in. 1978]. Dzięki temu procesowi podczas produkcji farszów kutrowanych ułatwione zostaje pęcznienie białek miofibrylarnych oraz ich przejście w stan rozpuszczalny, co w efekcie daje polepszenie wiązania wody i emulgowania tłuszczu w produkcie [Puolanne i in. 1980]. Rola fosforanów w przetwórstwie mięsnym sprowadza się głównie do obniżenia ilości wycieku powstałego podczas obróbki cieplnej mięsa. Ponadto fosforany wykazują także zdolność do hamowania, względnie opóźniania, procesów utleniania nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz ograniczają wzrost drobnoustrojów powodujących psucie produktu. W przypadku mięsa

drobiowego przeciwdziałają żółknięciu powodowanemu utlenianiem tłuszczu.

Celem badań Dasiewicz i in. (2000) było określenie wpływu wielkości dodatku fosforanów na właściwości technologiczne farszów i jakość kielbas drobno rozdrobnionych z mięsa drobiowego. Dążono do określenia takiego dodatku tych związków, który byłby kompromisem między wymaganiami technologicznymi a oczekiwaniami konsumentów przetworów mięsnych. Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, że:

- zwiększanie dodatku fosforanów w zakresie 1000–5000 mg  $P_2O_5$ /kg do farszu przeznaczonego do kielbasy drobiowej drobno rozdrobnionej powoduje poprawę jej jakości technologicznej, na co wskazuje wzrost pH oraz zmniejszenie ilości wycieku po obróbce termicznej,
- wraz ze wzrostem dodatku fosforanów do farszu obserwowano poprawę wiązania wody, co przyczyniło się do zmniejszenia ubytków podczas obróbki termicznej kielbas, a w efekcie dało wzrost ich wydajności,
- analiza tekstury kielbas wykazała, że wraz ze wzrostem dodawanej ilości fosforanów następuje poprawa sprężystości kielbas. Nie stwierdzono natomiast ich jednoznacznego wpływu na twardość, spoistość i żujność,
- zastosowane wielkości dodatku fosforanów wpłynęły korzystnie na jakość organoleptyczną kielbas. Najkorzystniejszy pod tym względem okazał się dodatek 3000–4000 mg  $P_2O_5$ /kg farszu,
- uzyskane wyniki wskazują, że celowe jest stosowanie w produkcji drobno rozdrobnionych kielbas z mięsa drobiowego dodatku fosforanów w ilości 4000 mg  $P_2O_5$ /kg farszu. Dodatek taki zapewnia wytworzenie wyrobu o dobrej jakości organoleptycznej, korzystnej teksturze i wysokiej wydajności.

Słowiński i Jastrzębska (2006) oceniali wpływ dodatku fosforanów w ilości 0,1; 0,3 i 0,5% do gotowego wyrobu, o różnym pH (7,5; 9,0) ich 1% roztworu, na jakość wyrobów blokowych wytworzonych z mięsa wieprzowego obarczonego wadą typu PSE. Autorzy stwierdzili, że wraz ze wzrostem pH i ilością dodanego fosforanu następował wzrost pH i obniżenie ilości wycieku po obróbce termicznej gotowego wyrobu z mięsa wieprzowego. Niższą żujnością charakteryzowały się wyroby z dodatkiem roztworu fosforanów o wyższym pH. Nie zaobserwowano wpływu rodzaju i wielkości dodatku fosforanów na oceniane cechy sensoryczne: barwę, zapach i konsystencję wyrobu gotowego.

Zastosowanie fosforanów w produkcji kielbas surowych miało według Klettner (2001) pozytywny wpływ na przebieg procesu nadziewania kielbas i ich twardość, ale przyczyniło się do powstawania nieco wyższych ubytków masy. Zastosowanie w produkcji kielbas

parzonych, sporządzonych według tej samej receptury, pięciu różniących się pod względem składu i pH preparatów fosforanowych:

- |  |        |
|--|--------|
| a) difosforan trójsodowy (E 450)                     | pH 7,3 |
| b) difosforan sodowy (E 450)                         | pH 8,8 |
| c) difosforan sodowy/ trifosforan sodowy (E 450/451) | pH 8,8 |
| d) trifosforan pięciosodowy (E 451)                  | pH 9,5 |
| e) difosforan sodowy (E 450)                         | pH 9,5 |

wykazało, że różne fosforany w różny sposób oddziałują na właściwości kielbas parzonych [Möller i in. 2001]. Di- i trifosforany o wysokim pH (9,5) wykazywały lepsze działanie przy wiązaniu wody niż fosforany o niższym pH (7,3 do 8,8). Potwierdziła to też ocena sensoryczna konsystencji kielbas.

Po wejściu do UE dozwolony dodatek fosforanów do gotowego wyrobu mięsnego wynosi 5000 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ kg. Uważa się, że fosforany mimo pełnienia przez nie pozytywnej roli nie są jednak obojętne dla zdrowia.

### **Emulgatory**

Emulgatory dodawane są do wyrobów mięsnych w celu lepszego związania wody, a przede wszystkim zdyspergowania tłuszczu i lepszego związania go ze strukturą gotowego wyrobu.

W badaniach Pyrcz i in. (2005) dotyczących wpływu dodatku emulgatorów na jakość homogenizowanych wyrobów podrobowych oceniano zastosowanie następujących emulgatorów: koncentrat białek sojowych, izolat białek sojowych, jedno- i dwuglicerydy kwasów tłuszczowych, jedno- i dwuglicerydy kwasów tłuszczowych estryfikowanych kwasem cytrynowym.

Badania dotyczące wpływu dodatku emulgatorów na jakość homogenizowanych wyrobów podrobowych wykazały, że zastosowanie emulgatorów zarówno w postaci białek sojowych, jak i glicerydowych, zmniejszyło wyciek cieplny tłuszczu i galarety. Emulgatory nie oddziaływały na pożądalność barwy na przekroju ani na smak czy zapach kutrowanych wędlin podrobowych, a w niektórych przypadkach nawet pogorszyły sensoryczną jakość tych wędlin. Zastosowane emulgatory istotnie oddziaływały natomiast na właściwości fizykochemiczne gotowych wyrobów. Przede wszystkim utrwały one wiązanie wody w wędlinach, wpływały na lepsze zemulgowanie tłuszczu oraz jego równomierną i trwałą dyspersję przestrzenną w masie wyrobu. Użycie emulgatorów z grupy białek sojowych znacznie poprawiło strawność białka wyrobów podrobowych w porównaniu z emulgatorami glicerydowymi [Pyrcz i in. 2005].

Inną ważną grupą dodatków stosowanych w przetwórstwie mięsa są substancje zagęszczające i żelujące, przykładem których są hydrokoloidy.

### **Hydrokoloidy**

Hydrokoloidy tworzą ważną grupę dodatków do żywności. Są to naturalne polimery, najczęściej polisacharydy o dużej masie cząsteczkowej, które mogą być rozpuszczone lub rozproszone w wodzie oraz dają efekt zagęszczania lub żelowania. Praktycznie wszystkie stosowane obecnie hydrokoloidy (z wyjątkiem żelatyny) należą do polisacharydów. Przyjmując za podstawę podziału nazwy cukrów występujących w makrocząsteczce, można wyróżnić między innymi następujące hydrokoloidy:

- galaktany: agarozą, karageny,
- galaktomannany: guma guarowa, mączka z chleba świętojańskiego,
- glukany: dekstran, celuloza i jej pochodne,
- polimery i pochodne kwasu mannurowego: kwas alginowy, alginiany.

Do hydrokoloidów powszechnie stosowanych w przemyśle mięsnym należą karageny.

Zastosowanie optymalnej wielkości dodatku karagenu w produkcji przynosi według Maciołek (1996) konkretne korzyści technologiczne, a mianowicie:

- wzrost wydajności dzięki zatrzymaniu w wyrobie dodanej wody,
- lepsze związanie plastrów oraz poprawę krajalności,
- istotną poprawę tekstury i soczystości,
- wyeliminowanie lub ograniczenie wycieku termicznego,
- zwiększenie pewności produkcji przy występujących wahaniami jakości surowca,
- polepszenie smakowitości dzięki ogólnemu wrażeniu soczystości (nie stwierdza się struktury zbyt suchej lub „wiórowatej”),
- możliwość redukcji soli i fosforanów przy zachowaniu niezmięnionej jakości produktu,
- obniżenie wartości energetycznej przetworów mięsnych.

Badania Wajdzika (2004) nad wpływem wielkości dodatku izolatu białka sojowego oraz hydrokoloidów na wydajność i jakość sensoryczną łopatki parzonej wykazały, że:

- dodatek preparatu karagenowego do solanek peklujących wpłynął na wzrost wydajności łopatek średnio o 1,44 jednostki procentowej w stosunku do wariantu tylko z izolatem białek sojowych. Dodatek gumy guar zwiększył wydajność produkcyjną o dalsze 1,33 jednostek procentowych,

- łączny dodatek do solanek preparatu karagenowego i gumy guar (w porównaniu z wariantem tylko z dodatkiem izolatu białka sojowego) wpłynął istotnie na zmniejszenie ubytków w trakcie osadzania łopatek,
- dodatek hydrokoloidów (karagen i guma guar) wpłynął na wzrost not za oceniane sensorycznie związanie i wyciek z łopatek parzonych. Dodatek preparatu karagenowego zwiększył noty w czasie oceny sensorycznej za uzyskane związanie łopatek o 1,37 pkt oraz wyciek o 1,33 pkt. Dodatek gumy guar spowodował wzrost not o dalsze 0,44 pkt za wyciek i 0,39 pkt za związanie,
- w produkcji łopatek parzonych wysoko wydajnych celowy jest dodatek do solanki (nastrzyk na poziomie 50% w stosunku do masy surowca) kompozycji izolatu białka sojowego (1,5% w stosunku do masy surowca), preparatu karagenowego (0,5% w stosunku do masy surowca) oraz gumy guar (0,15% w stosunku do masy surowca). Taka kompozycja umożliwia wyprodukowanie wyrobu o dobrej jakości sensorycznej a zarazem wysokiej wydajności (średnio 130,01%).

#### **Stosowanie hydrokoloidów z fosforanami**

Badania nad wpływem wielkości dodatku karagenu i fosforanów na utrzymanie wody w grubo rozdrobnionych farszach z mięśni piersiowych i udowych kurcząt przeprowadzone przez Dasiewicz i wsp. (2003) wykazały, że najlepsze właściwości technologiczne farszów z mięśni piersiowych i udowych kurcząt zaobserwowano, stosując dodatek karagenu i fosforanu w następujących ilościach:

- 0,5% karagenu i 0,5% fosforanów w przeliczeniu na  $P_2O_5$ ,
- 0,5% karagenu i 0,3% fosforanów w przeliczeniu na  $P_2O_5$ ,
- 0,3% karagenu i 0,5% fosforanów w przeliczeniu na  $P_2O_5$ .

Najgorsze właściwości technologiczne wykazywały farsze z dodatkiem:

- 0,1% karagenu i 0,3% fosforanów w przeliczeniu na  $P_2O_5$ ,
- 0,1% karagenu i 0,1% fosforanów w przeliczeniu na  $P_2O_5$ .

#### **Stosowanie hydrokoloidów z transglutoaminazą**

Transglutoaminaza jest enzymem wykorzystywanym w technologii żywności jako modyfikator białek i wyraźnie poprawia teksturę gotowego wyrobu. Badania nad wpływem dodatku transglutaminazy i fosforanów na jakość szynki z kurcząt wykazały, że szynki zawierające łączny dodatek preparatu transglutaminazy (0,20–0,25%) i fosforanów (0,14%) otrzymały nieco wyższe noty w ocenie sensorycznej. Produkt wytworzony tylko z udziałem 0,25% preparatu transglutoaminazy, bez fosforanów, uznano za mniej „soczysty”, a całkowite

zastąpienie dodatku fosforanów preparatem transglutaminazy nie jest wskazane. Możliwe jest jednak obniżenie wielkości dodatku fosforanów poprzez zastosowanie preparatu enzymatycznego w celu kształtowania tekstury produktu [Cegiełka i in. 2004].

#### **Zastosowanie karagenów wraz z innymi hydrokoloidami**

Adamczak i in. (1999a) stwierdzili, że dodatek 0,82% karagenu do farszów zawierających 64% wody powodował istotne ( $\alpha=0,05$ ) obniżenie ilości wycieku po obróbce termicznej w porównaniu z wyrobem bez karagenu, co wskazuje na istotną rolę karagenu jako substancji wiążącej wodę w niskotłuszczowych farszach mięsnych. W innej publikacji Adamczak i in. (1999b) dowiedli, że w miarę zwiększania dodatku gum: ksantanowej i guarowej (w zakresie 0,1–0,3%), przy jednoczesnym zastosowaniu 0,25% kappa karagenu, następowało istotne obniżenie ilości wycieku po obróbce termicznej farszów drobno rozdrobnionych.

#### **Substancje dodatkowe w rynkowych produktach mięsnych**

Najwięcej substancji konserwujących, stabilizatorów oraz przeciwutleniaczy zawierają przetwory mięsne pakowane w opakowania jednostkowe. Najczęściej stosowaną substancją konserwującą jest azotyn sodu, a następnie chlorek potasu. Znaczny udział stanowią również stabilizatory (22,6% ogólnej ilości substancji dodatkowych), głównie syntetyczne, takie jak: polifosforany sodu i potasu, cytrynian sodu, skrobia modyfikowana. Substancją przeciwutleniającą najczęściej stosowaną w tej grupie wyrobów (20,8% ogólnej ilości substancji dodatkowych) był askorbinian sodu. W następnej kolejności był azotyn sodu i tylko w niewielkim zakresie stosowano kwas cytrynowy i askorbinowy.

Substancja wzmacniająca smak i aromat – glutaminian sodu – stanowiła 11,3% ogólnej ilości substancji dodatkowych w tej grupie wyrobów, a jej obecność stwierdzono w prawie 40% ocenianych przetworów.

Najmniejszy udział w analizowanych przetworach mięsnych miały substancje zagęszczające (karagen i fosforan diskrobiowy) – 7,5% ogólnej puli użytych substancji dodatkowych.

Duża liczba różnorodnych substancji dodatkowych, w tym wiele pochodzenia syntetycznego, obecnych w badanych produktach spożywczych może budzić pewne obawy dotyczące ich wpływu na zdrowie, związane z kumulowaniem się tych substancji w organizmie.

Do jednego produktu spożywczego dodaje się przeciętnie aż ponad trzy różne substancje dodatkowe, przy czym największa ich liczba (ponad 4 w 1 produkcie) znajduje się w wyrobach cukierniczych, napojach bezalkoholowych i przetworach mięsnych.

Ze względu na dużą ilość różnorodnych substancji dodatkowych obecnych w powszechnie spożywanych produktach spożywczych, niezmiernie ważny jest odpowiedni dobór tych produktów przy komponowaniu naszej diety. Szczególną uwagę należy zwracać na wyroby cukiernicze, koncentraty spożywcze w proszku i przetwory mięsne [Waszkiewicz-Robak 2002].

### **PODSUMOWANIE**

Wielu konsumentów zarówno w Polsce, jak i w innych krajach obawia się dodatków do żywności, zakładając, że nie są to substancje obojętne dla organizmu człowieka, a wręcz stanowiące zagrożenie dla jego zdrowia. Przeciętny konsument domaga się minimalizacji lub nawet zaniechania stosowania wszelkiego rodzaju dodatków, często jednak nie zdając sobie sprawy, iż stosowanie niektórych substancji dodatkowych do żywności, jakkolwiek związane z pewnym ryzykiem zdrowotnym, zabezpiecza go przed większym zagrożeniem niż wynikałoby to z charakteru dodatku [Kondratowicz, Lichtorowicz 2008].

### **PIŚMIENNICTWO**

1. Adamczak L., Ruciński M., Słowiński M. (1999a). Niskotłuszczowe produkty mięsne. *Mięso i Wędliny*, 1, 26-29
2. Adamczak L., Skup M., Słowiński M. (1999b). Kappa – karagen, ksantyn, guma guar jako substytuty tłuszczu w niskotłuszczowych kielbasach drobno rozdrobnionych. *Materiały XXX Sesji Naukowej KTiChŻ PAN Kraków*, 14-15 września 1999, 210
3. Cegielka A., Gzocha R., Mroczek J. (2004). Wpływ dodatku transglutaminazy i fosforanów na jakość szynki z kurcząt. *Gospodarka Mięsna*, 5, 22-24
4. Dasiewicz K., Słowiński M.P., Ulanowska A. (2000). Wpływ wielkości dodatku fosforanów na jakość kielbas drobno rozdrobnionych z mięsa drobiowego. *Mięso i Wędliny*, 6, 82-86
5. Dasiewicz K., Słowiński M., Szczodra B., Muchowiecka K. (2003). Wpływ wielkości dodatku karagenu na utrzymywanie wody w grubo rozdrobnionych farszach z mięśni piersiowych i udowych kurcząt. *Mięso i Wędliny*, 3, 22-25
6. Dłużewska E., Krygier K. (2005). Wzmacniacze smaku. *Przem. Spoż.*, 4, 16-19
7. Hać-Szymańczuk E., Waśkiewicz S., Mroczek J., Windyga B., Ścieżyńska H., Fonberg-Broczek M., Porowski S. (2003). Wpływ wysokiego ciśnienia na jakość i trwałość surowej polędwicy wędzonej z różną ilością substancji peklujących. *Medycyna Wet.*, 59 (7), 634-638



8. Hara, Y., Watanabe M., Sakaguchi G. (1989). Studies on anti-bacterial effects of tea polyphenols 1: The fate of *Clostridium botulinum* spores inoculated into tea drinks. Food Sci. Technol., 36(5), 375-379
9. Klettner P.G. (2001). Einsatz von phosphaten bei Rohwurst. Fleischwirtschaft, 10, 95-97
10. Kołodziej J. (2005). Przedłużanie trwałości mięsa drobiowego za pomocą kwasu mlekowego. Gospodarka Mięсна, 10, 18-19
11. Kondratowicz, J., Lichtorowicz M. (2008). Charakterystyka substancji dodatkowych stosowanych w przetwórstwie chłodzonego mięsa i przetworów mięsnych. Część 1. Chłodnictwo, 43 (3), 54-59
12. Maciołek H. (1996). Efektywność stosowania hydrokoloidów w przemyśle mięsnym. Przem. Spoż., 50(9), 38-39
13. Möller S., Rahn M., Schneider F. (2001). Wirkung verschiedener phosphatpräparate auf Konsistenz und Sensorik von Brühwürsten. Fleischwirtschaft, 8, 101-103
14. Pegg R.B., Fisch K.M., Shahidi F. (2000). Ersatz herkömmlicher Pökellung durch nitritfreie Pökelsysteme. Fleischwirtschaft, 5, 86-89
15. Puolanne E., Ruusunen M. (1980). Kochsalz und Phosphat in ihrer Wirkung auf das Wasserbindungsvermögen von Bruhwurst. Fleischwirtschaft, 60, 1359-1362
16. Pyrcz J., Kowalski R. (2005). Rola substancji dodatkowych w przemyśle mięsnym. Gospodarka Mięсна, 12, 26-34
17. Pyrcz J., Pietrończyk K., Kowalski R., Danyluk B. (2005). Funkcje emulgatorów w kształtowaniu jakości homogenizowanych wyrobów podrobowych. Medycyna Wet., 61(10), 1169-1174
18. Rywotycki R. (1998). Wpływ dodatków funkcjonalnych na ilość nitrozo-amin w mięsie wieprzowym i wołowym. Przem. Spoż., 2, 37-38
19. Shahidi F. (1989). Flavor of cooked meats. W: Flavor Chemistry: Trends and Developments. Edited by R. Teranishi, R.G. Buttery and F. Shahidi. ACS Symposium Series 388. Am. Chem. Soc. Washington D.C., 188-201
20. Słowiński M., Jankiewicz L. (1995). Zastosowanie fosforanów w produkcji kiełbas. Polski problem przyszłości. Mięso i Wędliny, 9, 2-4
21. Słowiński M., Jastrzębska K. (2006). Wpływ wielkości dodatku fosforanów o różnym pH ich roztworu na wybrane wyróżniki jakości wyrobu blokowego z mięsa wieprzowego obciążonego wadą PSE. Roczn. Inst. Przem. Mięsn. i Tłuszcz., XLIV/1, 199-205
22. Szumilak K., Gudaszewski T. (1985). Wpływ warunków peklowania na tworzenie się lotnych nitrozoamin w mięsie owczym. Bromatol. Chem. Toksykol., 18(21), 72-76

23. Szymański P. (2007). Substancje dodatkowe stosowane w przetwórstwie mięsa. *Gospodarka Mięsna*, 8, 22-26
24. Theiler R.F., Sato K., Aspelund T.G., Miller A.F. (1981). Model System Studies on N-Nitrosamine Formation in Cured Meats: The Effect of Curing Solution Ingredients. *J. Food Sci.*, 46, 4, 996-998
25. Theno D.M., Siegel D.G., Schmidt G.R. (1978). Meat massaging: effects of salt and phosphate on the ultrastructure of cured porcine muscle. *J. Food Sci.*, [43, 2](#), 488-492
26. Tietze M., Burghardt A., Brągiel P., Mac J. (2007). Zawartość związków azotowych w produktach spożywczych. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia*, XXV (1), 71-77
27. Traczyk I. (2000). Azotany i azotyny – występowanie i wpływ na organizm człowieka. *Żywność, Żywnienie, Prawo, a Zdrowie*, 1, 81-88
28. Tyszkiewicz I. (1994). Mleczany jako substancje konserwujące w przetworach mięsnych. *Gospodarka Mięsna*, 7, 18-20
29. Wajdzik J. (2004). Wpływ wielkości dodatku izolatu białka sojowego oraz hydrokoloidów na wydajność i jakość sensoryczną łopatki parzonej. *Mięso i Wędliny*, 2, 32-36
30. Waszkiewicz-Robak B. (2002). Substancje dodatkowe w rynkowych produktach mięsnych. *Przem. Spoż.*, 5, 18-22