

Streszczenie

Wpływ liofilizowanej serwatki kwasowej na cechy fizykochemiczne i zawartość składników bioaktywnych w surowo dojrzewających kielbasach z mięsa przeżuwaczy

Na podstawie analizy danych literaturowych postawiono następującą hipotezę badawczą: Wykorzystanie liofilizowanej serwatki kwasowej do produkcji surowo dojrzewających kielbas bez dodatku azotanów z mięsa zwierząt przeżuwających wpływa korzystnie na zmiany zachodzące w trakcie procesu fermentacji warunkując bezpieczeństwo, cechy fizykochemiczne oraz zawartość składników bioaktywnych gotowych produktów.

Celem niniejszej rozprawy było określenie wpływu liofilizowanej serwatki na przebieg zmian fizykochemicznych podczas procesu dojrzewania kielbas surowo dojrzewających z mięsa zwierząt przeżuwających kształtujących ich bezpieczeństwo oraz wartość odżywczą.

Weryfikacji tak sformułowanych założeń badawczych dokonano poprzez następujące cele szczegółowe: określenie możliwości wykorzystania serwatki kwasowej do produkcji kielbas surowo dojrzewających bez dodatku azotanów z mięsa zwierząt przeżuwających; ocena wpływu ilości zastosowanej liofilizowanej serwatki na przebieg zmian zachodzących w trakcie procesu dojrzewania; określenie bezpieczeństwa bezazotanowych surowo dojrzewających kielbas z mięsa przeżuwaczy; ocena wpływu ilości zastosowanej serwatki kwasowej oraz gatunku mięsa (mięso wołowe i z daniela) na wartość odżywczą i zawartość składników bioaktywnych w kielbasach surowo dojrzewających.

Podjęcie prezentowane w załączonych pracach polega na określeniu potencjału wykorzystania serwatki kwasowej (płynnej oraz liofilizowanej) jako alternatywy dla stosowania azotanów. Podczas projektowania hipotezy badawczej zakładano, że dodatek serwatki kwasowej do produkcji bezazotanowych kielbas surowo dojrzewających wpłynie korzystnie na zmiany biologiczne i fizykochemiczne zachodzące podczas produkcji wyrobów surowo dojrzewających, co pozwoli na uzyskanie produktów bezpiecznych o zbliżonych bądź korzystniejszych walorach odżywczych i zdrowotnych, niż w przypadku wyrobów peklowanych. Ponadto zastosowanie serwatki kwasowej w formie liofilizatu umożliwia jej wprowadzenie do produktów w większej ilości, co może wpłynąć na zwiększenie jej potencjału w przetwórstwie mięsa.

Pierwszym etapem weryfikacji hipotezy było określenie możliwości wykorzystania serwatki kwasowej do produkcji bezazotanowych, surowo dojrzewających kielbas z mięsa

wołowego, jako konwencjonalnie stosowanego mięsa ze zwierząt zaliczanych do przeżuwaczy. Szczegółowa analiza zmian fizykochemicznych i mikrobiologicznych zachodzących podczas produkcji surowo dojrzewających kielbas z mięsa wołowego z dodatkiem mieszanki peklującej (wariant C), soli morskiej (wariant S) oraz soli morskiej i płynnej serwatki kwasowej (SAW) została przedstawiona w pracy **I** pod tytułem: „Addition of acid whey improves organic dry-fermented sausage without nitrite production and its nutritonal value”. Przedstawione w opracowaniu wyniki potwierdziły, że dodatek serwatki kwasowej wpływa korzystnie na zmiany pH oraz zawartość bakterii kwasu mlekowego w trakcie produkcji. Ponadto wyniki profilu kwasów tłuszczowych oraz zawartości żelaza hemowego wskazują na działanie przeciwutleniające tego dodatku ograniczające utlenianie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) oraz przekształcanie żelaza hemowego w żelazo niehemowe.

W kolejnym etapie badań serwatkę kwasową poddano procesowi liofilizacji, co miało na celu jej utrwalenie jak i umożliwienie wprowadzenia do kielbas większych ilości tego produktu. Ponadto podjęto próbę oceny wpływu różnych form zastosowania serwatki kwasowej (świeża płynna serwatka, serwatka odtworzona z liofilizatu oraz serwatka odtworzona z podwójnej ilości liofilizatu) na zmiany mikrobiologiczne oraz zawartość amin biogennych w surowo dojrzewających kielbasach z mięsa daniela i z mięsa wołowego. Wyniki przedstawione w pracy **II** potwierdziły, że proces liofilizacji pozwolił na uzyskanie zbliżonej zawartości bakterii kwasu mlekowego, przy zachowaniu niezmiennego pH serwatki odtworzonej z liofilizatu w porównaniu ze świeżą, płynną serwatką kwasową. Produkty z dodatkiem serwatki odtworzonej z liofilizatu nie różniły się znacząco pod względem badanych cech od wariantu z płynną serwatką kwasową, co pozwoliło na podjęcie decyzji o wykorzystaniu w dalszych etapach badań wyłącznie serwatki kwasowej odtworzonej z liofilizatu.

W dalszych etapach oceniono wpływ liofilizowanej serwatki kwasowej na zmiany fizykochemiczne zachodzące w trakcie procesu produkcji, bezpieczeństwo oraz wartość odżywczą i żywieniową surowo dojrzewających kielbas z mięsa zwierząt przeżuwających. Uzyskane wyniki przedstawiono w publikacjach **III-V**.

Zastosowanie zwiększonej ilości serwatki kwasowej nie wpływa na zmiany fizykochemiczne zachodzące w trakcie procesu produkcji surowo dojrzewających kielbas (**III**). Niemniej jednak obserwowano pewne różnice pomiędzy różnymi rodzajami mięsa wykorzystanego do produkcji. W przypadku kielbas z mięsa wołowego zastosowanie serwatki kwasowej ograniczało utratę żelaza hemowego, podczas gdy w kielbasach

z mięsa daniela obserwowano wpływ na zwiększony udział barwy żółtej w ogólnym tonie barwy.

Ocena bezpieczeństwa surowo dojrzewających kiełbas z dodatkiem liofilizowanej serwatki kwasowej została przedstawiona w opracowaniu **IV**. Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowanie serwatki kwasowej jako alternatywy dla stosowania azotanów nie wpływa niekorzystnie na parametry związane z bezpieczeństwem badanych kiełbas zarówno w przypadku kiełbas wołowych jak i kiełbas z mięsa daniela. Produkty z dodatkiem serwatki kwasowej cechowały się taką samą klasą bezpieczeństwa pH, aktywności wody oraz jakością mikrobiologiczną jak produkty peklowane. Zastosowanie liofilizowanej serwatki kwasowej (zwłaszcza jej zwiększonych ilości) wpłynęło znacząco na ograniczenie tworzenia amin biogennych. Największe różnice w zawartości tych związków pomiędzy próbą z dodatkiem mieszanki peklującej (C) a próbą z dodatkiem soli morskiej i czterokrotnej ilości liofilizowanej serwatki (SAW4) obserwowano w przypadku kiełbas z mięsa daniela.

Ostatni etap weryfikacji hipotezy badawczej poświęcony został ocenie wpływu zastosowania liofilizowanej serwatki kwasowej na wartość odżywczą kiełbas z mięsa daniela i mięsa wołowego. Wyniki przedstawione w opracowaniu **V** wskazują na znaczne różnice w wartości odżywczej oraz zawartości związków bioaktywnych w badanych kiełbasach w zależności od zastosowanego rodzaju mięsa. Kiełbasy z mięsa daniela cechuje niższa zawartość białka i tłuszczu oraz wyższa zawartość wody, ponadto są one bogatszym źródłem peptydów (o wyższej aktywności przeciwutleniającej (ABTS i RP), L-karnityny oraz tauryny). Kiełbasy wołowe zawierają natomiast więcej glutationu, CLA oraz żelaza hemowego w porównaniu do kiełbas z mięsa daniela. Zastosowanie liofilizowanej serwatki kwasowej wpłynęło na zwiększenie zawartości L-karnityny oraz spadek zawartości peptydów w obu rodzajach kiełbas. W przypadku kiełbas wołowych zaobserwowano również wpływ serwatki na ograniczenie utraty żelaza hemowego. Natomiast w przypadku kiełbas z mięsa daniela próby z dodatkiem serwatki kwasowej cechowały się wyższą zawartością CLA.

WNIOSKI

1. Liofilizowana serwatka kwasowa wykazuje niezmienną wartość pH oraz porównywalną zawartość bakterii kwasu mlekowego w stosunku do surowca w formie płynnej, co daje możliwość zastosowania jej w zwiększonej ilości w produkcji surowych dojrzewających wyrobów mięsnych bez zwiększania zawartości wody.
2. Zastosowanie serwatki kwasowej zapobiega utracie żelaza hemowego w trakcie procesu produkcji surowo dojrzewających kiełbas z mięsa wołowego, co wskazuje na działanie przeciwutleniające tego dodatku. W efekcie ograniczenie uszkodzeń cząsteczki mioglobiny zapobiega uwalnianiu żelaza w postaci niehemowej.
3. Dodatek serwatki kwasowej wpływa na obniżanie zawartości tyraminy i kadaweryny oraz całkowitej ilości amin biogennych. Zwiększenie dodatku liofilizowanej serwatki powoduje ograniczenie produkcji amin biogennych.
4. Kiełbasy z mięsa daniela charakteryzowały się niższą zawartością amin biogennych w porównaniu do produktów z mięsa wołowego, co wynika prawdopodobnie z czynników specyficznych gatunkowo, takich jak zróżnicowanie endogennej mikroflory mięsa charakteryzującej się różną zdolnością do dekarboksylacji aminokwasów lub do produkcji enzymów detoksykacyjnych BA.
5. Wartość odżywcza oraz zawartość składników bioaktywnych w surowo dojrzewających kiełbasach z mięsa zwierząt przeżuwających zależy głównie od zastosowanego surowca mięsnego.
6. Zastosowanie serwatki kwasowej do produkcji surowo dojrzewających kiełbas powoduje zwiększenie zawartości L- karnityny w produktach wołowych i z mięsa daniela. W przypadku kiełbas z mięsa daniela zastosowanie serwatki kwasowej wpływa również korzystnie na zawartość CLA oraz aktywność przeciwutleniającą peptydów.
7. Liofilizowana serwatka kwasowa może stanowić alternatywę dla związków azotowych w wyrobach mięsnych. Jej zastosowanie w produkcji surowo dojrzewających kiełbas z mięsa daniela i z mięsa wołowego bez dodatku azotanów umożliwia uzyskanie takiej samej jakości mikrobiologicznej oraz klasy bezpieczeństwa (pH i a_w) jak w przypadku produktów z dodatkiem azotanów.
8. W kiełbasach surowo dojrzewających rekomenduje się stosowanie liofilizowanej serwatki kwasowej, jako zamiennika związków azotowych w ilości odpowiadającej 10% dodatkowi serwatki płynnej w celu uzyskania cech jakościowych najbardziej zbliżonych do produktu z dodatkiem azotanów.

Odniesienie do publikacji

- I. Karwowska, M., Kononiuk, A. (2018). Addition of acid whey improves organic dry-fermented sausage without nitrite production and its nutritional value. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(1), 246-253.
- II. Kononiuk, A. D., Karwowska, M. (2020). Comparison of the effect of freeze-dried acid whey on physicochemical properties of organic fermented sausages made from beef and fallow deer meat. *Journal of Food Science and Technology*, 57, 5, 1753-1762
- III. Kononiuk, A. D., Karwowska, M. (2020). Comparison of selected parameters related to food safety of fallow deer and beef uncured fermented sausages with freeze-dried acid whey addition. *Meat Science*, 161, 108015.
- IV. Kononiuk, A. D., Karwowska, M. (2020). Influence of freeze-dried acid whey addition on biogenic amines formation in a beef and deer dry fermented sausages without added nitrite. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(2), 332.
- V. Kononiuk, A.D., Karwowska, M. (2020). Bioactive Compounds in Fermented Sausages Prepared from Beef and Fallow Deer Meat with Acid Whey Addition. *Molecules*, 25, 2429.