

## Zastosowanie technologii plazmy nietermicznej do sterylizacji przypraw

Istnieje wiele metod dekontaminacji mikrobiologicznej przypraw, jak np. zastosowanie podwyższonej temperatury przy podwyższonym ciśnieniu, promieniowanie mikrofalowe czy ozonowanie. Jednak jedyną drogą pozwalającą otrzymać sterylne przyprawy bez zmian cech sensorycznych jest ich napromieniowanie przy użyciu promieniowania jonizującego. Wspomniana metoda jest jednak kosztowna oraz budzi nieufność i sprzeciw opinii publicznej. Metody sterylizujące nie powinny zmieniać cech organoleptycznych przypraw, a także powodować ubytku ich masy i aktywności wody. Dlatego wskazane jest poszukanie takich technologii, które byłyby akceptowane przez społeczeństwo, mało kosztowne oraz nie powodujące szkód ekologicznych.

Podstawowym celem badań było określenie, czy jest możliwy proces sterylizacji przypraw przy użyciu zimnej plazmy niskociśnieniowej bądź atmosferycznej bez zmiany ich własności sensorycznych. Ponadto postanowiono dobrać odpowiednie wyładowanie plazmowe, które nie działa destrukcyjnie na przyprawy, a także dokonać oceny możliwości sterylizacji przypraw w saszetkach.

Materiałem do badań był pieprz czarny mielony i papryka słodka mielona firmy Kamis. Podczas badań używano saszetek firmy Stericlin. Przetestowane zostały różne generatory plazmowe (reaktor firmy Diener Electronics, wariant stacjonarny i rotacyjny ciągły, reaktor firmy Johnson & Johnson, reaktor typu PCB, reaktor wykonany z  $Al_2O_3$ , minireaktor 1 i 2, reaktor pięcioigłowy oraz reaktor wieloigłowy). Przyprawy zostały poddane analizom mikrobiologicznym, chemicznym (oznaczenia kapsaicyny, piperyny, olejków eterycznych oraz analiza barwy) sensorycznym, masy, aktywności wody, jak i wpływowi temperatury. Ponadto zostały przeprowadzone analizy barierowości opakowań.

Przy generowaniu zimnej plazmy niskociśnieniowej otrzymano zróżnicowane wyniki. Przy wykorzystaniu urządzenia firmy Diener Electronics w wariantcie stacjonarnym wykazano wysuszenie i zmniejszenie intensywności zapachu pieprzu czarnego oraz zmianę barwy papryki słodkiej. W przypadku procesu prowadzonego w atmosferze powietrza i argonu zaobserwowano powstawanie zbryleń pieprzu czarnego. Zastosowanie wariantu rotacyjnego poskutkowało zniszczeniem analizowanego pieprzu i ubytkiem masy, co stanowiło ponad 1/5 początkowej masy przyprawy. Ponadto wykazano, że wraz ze wzrostem czasu procesu plazmowania następuje większy przyrost temperatury i pobór gazu. Urządzenia firmy Diener

Electronics i Johnson & Johnson okazały się w efekcie nieodpowiednie do sterylizacji przypraw.

W przypadku innych reaktorów prototypowych uzyskane wyniki również były niejednolite. Proces plazmowania na reaktorze wykonanym z  $Al_2O_3$  i na dwustronnej płytce PCB powodował zmiany organoleptyczne pieprzu czarnego. Po procesie plazmowania w minireaktorze 1 zaobserwowano zmiany w barwie i zapachu pieprzu czarnego, a także powstawanie jego zbryleń. Z kolei po procesie plazmowania w minireaktorze 2, zarówno w środowisku argonu, jak i powietrza, nie wykazano znaczących zmian organoleptycznych pieprzu czarnego i papryki słodkiej w saszetkach, jednakże stwierdzono zmianę barwy, utratę zapachu i zbrylenie pieprzu czarnego luzem. Zarówno wyniki mikrobiologiczne, jak i te dotyczące masy i aktywności wody w minireaktorze 2 były akceptowalne. W przypadku zastosowania reaktora pięcioigłowego nie zaobserwowano zmian barwy, masy i aktywności wody oraz zbrylenia przypraw, jednak ich zapach był mniej intensywny.

Podczas procesu sterylizacji plazmowej w reaktorze wieloigłowym w żadnej próbie temperatura procesu nie przekroczyła  $30^{\circ}C$ , a próby poddane procesowi sterylizacji nie zmieniły cech sensorycznych. Największą redukcję wszystkich grup bakterii stwierdzono podczas wyładowania koronowego przy zastosowaniu powietrza – po 2 minutach w pieprzu czarnym i po 5 minutach w papryce słodkiej, natomiast w atmosferze argonu po 4 minutach w pieprzu czarnym i po 5 minutach w papryce słodkiej. Zmiany barwy po procesie sterylizacji plazmowej w reaktorze wieloigłowym dla pieprzu czarnego w żadnym wariantcie nie były rozpoznawalne dla konsumenta. W przypadku papryki słodkiej zmiany te były identyfikowane przy zastosowaniu wyładowania koronowego w atmosferze powietrza po 2, 4, 6 i 8 minutach, zaś podczas wyładowania DBD w atmosferze argonu po 8 i 10 minutach. Po procesie sterylizacji plazmowej we wspomnianym reaktorze zawartość piperyny w pieprzu czarnym wzrosła, natomiast zawartość kapsaicyny w papryce słodkiej zmniejszyła się. Ponadto odnotowano zmniejszenie się zawartości olejków eterycznych w pieprzu czarnym, podczas gdy w przypadku papryki słodkiej nie stwierdzono zmian zawartości wspomnianych związków.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że proces sterylizacji przypraw przy użyciu zimnej plazmy atmosferycznej bez zmiany ich własności sensorycznych jest możliwy i ma szansę być zastosowany w procesach produkcyjnych.

*Maciej Grabowski*

Maciej Grabowski