

Fotosensibilizacija – neterminės maisto saugos technologijos

Habil.dr. Živilė LUKŠIENĖ
Vilniaus universitetas,
Medžiagotyros ir taikomųjų mokslų
institutas

Fotosensibilizacija yra visiškai naujas reiškinys. Jos plėtra gali būti prilyginta antibiotikų atradimui. Ir tai yra tik pradžia, nes jos pritaikymo horizontus riboja tik mūsų vaizduotė.

J. S. McCaughan, *Drugs & Aging*, 1999 m. 15: 49–68 p.

Sunku patikėti, kad XX a. pabaigoje, nepaisant įspūdingo proveržio mikroorganizmų biologijoje, su maistu siejamos ligos ir sveikatos krizės tampa nauja grėsme visuomenės sveikatai visame pasaulyje. Šiuo metu žinoma daugiau kaip 250 su maistu siejamų ligų, kurias gali sukelti jame užsilikusių bakterijų, virusai, grybeliai ar parazitai. JAV su maistu susijusios ligos kiekvienais metais sukelia beveik 76 mln. susirgimų, 325 000 hospitalizacijų ir 5000 mirčių. Sveikatos ekspertai apskaičiavo, kad šių ligų sukelti ekonominiai nuostoliai kasmet siekia 10–83 mlrd. dolerių. Didžiausias infekcijų šaltinis yra vartojimui paruoštas maistas, o jo paklausa pasaulyje nesustabdomai sparčiai auga. Šiuo metu visuomenės sveikatos, žemės ūkio ir aplinkosaugos institucijos skiria daug dėmesio maisto ir vandens mikrobiologinei saugai dar ir todėl, kad tai gali būti ir bioterizmo objektas.

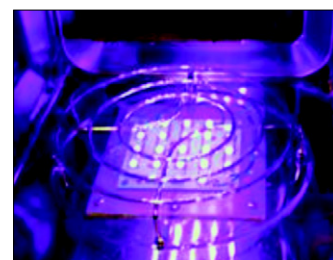
Tradicinės terminės maisto saugos technologijos yra palyginti pigios ir naikina daugelį patogenų. Deja, terminis poveikis maiste (maisto matricoje) sukelia nesuskaičiuojamą aibę nekontroliuojamų destruktinių reakcijų ir tokio produkto mitybinė vertė gerokai sumažėja. Chemi-

nės technologijos, taikomos maisto saugai, ne tik mažina maisto vertę, keičia organoleptines jo savybes, bet ir sukelia daugybę su maistu susijusių ligų (vėžį, širdies ir kraujagyslių), nes jį naudojant susidaro nauji kancerogeniniai junginiai (pvz., heterocikliniai aminai). XX a. antroje pusėje pasaulyje imta intensyviai ieškoti neterminių antibakterinių technologijų, leidžiančių efektyviai pašalinti ligas sukeliančius mikroorganizmus nepažeidžiant maisto mitybinės vertės.

Į naujų, perspektyvių ir plėtojamų technolo-

gijų sąrašą buvo įtraukta nemažai fizinio poveikio priemonių. Aukštas hidrostatinis slėgis (100–1000 MPa), veikdamas nekovalentines jungtis, naikina vegetacines mikroorganizmų ląsteles, o kartu su lengvu terminiu poveikiu gali naikinti ir sporas. Ši technologija taikytina skystų ir pusiau skystų produktų paruošimui ir jau apie 20 metų daugelyje pasaulio šalių įdiegta pramonėje.

Galinga impulsinė šviesa veikia tiek vegetacines ląsteles, tiek sporas, ir gali būti sėkmingai pritaikyta naikinti mikrobus maisto paviršiuje.



1 pav. Prof. S. Juršėno grupės sukurtas šviesos šaltinis veikia šviestukų pagrindu (400 nm, galia 20 mW/cm²)

Impulsinis elektrinis laukas (10–80 kV/cm²) performuoja mikroorganizmų membranas, tačiau mažai veikia jų sporas, todėl taikomas kartu su švelniu terminiu poveikiu alkoholinių gėrimų pasterizavimui.

Mikrobangos (2450 MHz) efektyviai naikina mikrobus visame maisto matricos gylyje, tačiau dėl netolygaus temperatūros pasiskirstymo gali būti naudojamos tik derinant su kitais metodais.

Jonizuojanti spinduliuotė pažeidžia mikroorganizmų DNR struktūrą, veikia vegetacines ląsteles ir sporas (išskyrus pieno bakterijų), tačiau spinduliuoti produktai turi pakitusias skonines savybes ir ne itin paklausūs vartotojų tarpe.

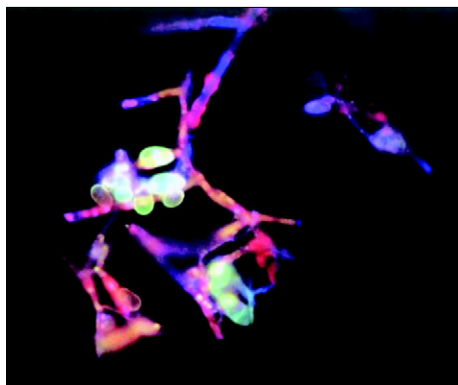
Nežiūrint šio didžiulio neterminių technologijų plėtotos proveržio pastarąjį pusamžį, beveik visos iš jų turi savus trūkumus, kurie riboja ir siaurina jų pritaikymo spektrą. Aukštas hidrosstatinis slėgis efektyviai naikina bakterijas, bet šalia to keičia baltymų ir polisacharidų struktūrą, tuo pačiu maisto tekstūrą ir funkcionalumą. Intensyvus ultragarsinis poveikis denatūruoja baltymus, gamina laisvus radikalus, kurie keičia vaisių, taip pat riebalingų maisto produktų organoleptines savybes. Didelės dozės jonizuojančios spinduliuotės keičia bet kurios mėsos spalvą. Todėl kelių subletalių mažesnio intensyvumo poveikių derinimas yra ypatingai perspektyvus, nes skatina mikroorganizmų metabolinį išsekimą, rezistentiškumo sumažėjimą ir žūtį, minimaliai pažeidžiant maisto savybes (hurdle concept).

Fotosensibilizacija senai žinoma kaip biofotoninė technologija, įgalinanti selektyviai sukelti gyvoje sistemoje eilę destruktivių reakcijų. Pirmiausia šis reiškinys buvo panaudotas navikams gydyti. Fotosensibilizacija, jos mechanizmų bei optimizavimo būdų buvo ieškoma ir Lietuvoje. Už šiuos darbus šių eilučių autorė kartu su kolegomis 1993 m. Los Andžele buvo apdovanojama T. Maimano premija. Tuo fotosensibilizacijos tyrimo ir taikymo studijos Lietuvoje nepasibaigė.

Kaip netoksiškas efektyvus neterminis poveikis fotosensibilizacija galėtų papildyti plėtojama neterminių maisto technologijų arsenalą vien todėl, kad turi stiprų antibakterinį poveikį, neskatinama atsparių jų formų ar kenksmingų pašalinių produktų atsiradimo.

Fotosensibilizacija remiasi dviejų netoksiškų poveikių – matomos šviesos ir fotojautrios medžiagos – sąveika deguonies aplinkoje. Ši sąveika ląstelėse sukelia nemažą citotoksiškų reakcijų, kurios pažeidžia jų struktūrą. Taip sunaikinamos bakterijos, jų sporos, biofilmai, mikromicetai, virusai be terminio poveikio.

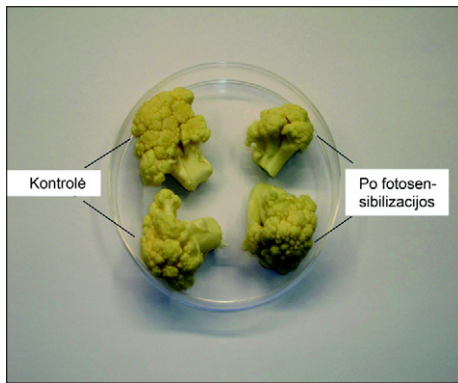
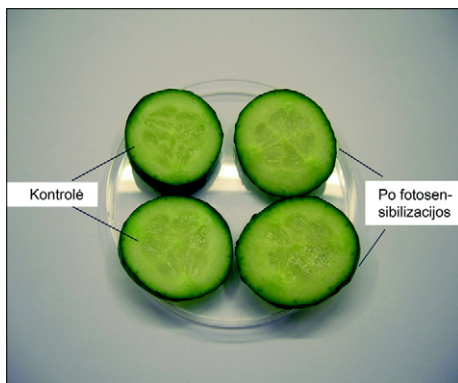
Europos Komisijos remiamų mūsų tyrimų duomenimis, šis metodas gali sunaikinti skystos matricos viename mililitre iki 1 mln. bakteri-



2 pav. Fotoaktyvią medžiagą sukaupusių mikromicetų fluorescencinė mikroskopija



3 pav. Fotosensibilizacija galėtų būti pritaikyta derliaus saugojimui, nes puikiai naikina vaisių ir daržovių mikromicetus bei puvinimo bakterijas ir nepakenkia maisto matricos mitybinei vertei ar prekinėi išvaizdai



4 pav.

jų. Kietos matricos paviršiuje per kelias minutes galima pašalinti 99,999% patogeninių ir žalingų mikroorganizmų. Šį metodą mums pavyko užpatentuoti kaip būdą sterilizuoti maisto ir su maistu susijusius paviršius. Patentas Nr. 2008060.

Europos projektas turėjo nustatyti, ar fotosensibilizacija gali būti naudojama maisto žaliavų nukenksminimui. Rezultatai rodo, kad nuo salotoms naudojamų žaliavų paviršiaus gali būti efektyviai pašalintos ne tik patogeninės bakterijos, bet ir neprarandama jų prekinė išvaizda (4 pav.). Tai galėtų būti puiki priemonė vaisių ir daržovių mikroflorai kontroliuoti, kadangi mūsų duomenimis fotosensibilizacija dėl padidėjusio antioksidantinių fermentų aktyvumo, fotosintezės suintensyvėjimo ir t. t. pailgina vaisių vartojimo trukmę bei pagerina jų mitybinę vertę. Toks stiprus antibakterinis poveikis galėtų būti taikomas įvairių medžiagų (vaistų, maisto pakuočių, metalinių, polimerinių gaminių) paviršiams sterilizuoti nekontaktiniu būdu. Infraraudonosios spektroskopijos, chromatografinės analizės, paviršių skenuojančios elektroninės mikroskopijos, pralaidumo CO₂, O₂ ir H₂O garams tyrimai, atlikti Prancūzijos nacionalinėje metrologijos laboratorijoje, parodė, kad šis poveikis maisto pakuotės fiziniams ir cheminiams savybėms jokios įtakos neturi.

Metodas patrauklus tuo, kad šviesos spinduliai veikia tik paviršinį bet kurios maisto medžiagos sluoksnį, nekeičia organoleptinių jo savybių bei prekinės išvaizdos, bet ir efektyviai naikina mikroorganizmus. Tai vienas ekologiškiausių ir ekonomiškiausių metodų, kurį nesunkiai galima įdiegti pramonėje.

Intensyvus Europos Komisijos remiamo BPD 6 projekto vykdymas netrukus leis įvertinti, ar nauja neterminė technologija galės konkuruoti su tradicinėmis technologijomis ir bus naudojama praktikoje susiduriant su realiomis problemomis. Kadangi Lietuvoje yra galingas įvairių mokslo sričių potencialas, aukštųjų technologijų industrinių partnerių bei suinteresuotų ūkio subjektų, tokių technologijų kūrimas ir jų galimybių įvertinimas yra visiškai realūs darbai.

Šiuo metu fotosensibilizacija kaip maisto saugos technologija yra tik embrioninėje stadijoje, bet esantys rezultatai teikia vilčių, kad nauja, saugi, efektyvi, ekonomiška technologija, turinti pakankamą mokslinį pagrindą, bus plačiai taikoma. Taigi mūsų darbų tikslas – kurti mokslinius ir technologinius pagrindus naujam neterminiam ir necheminiam antibakteriniam metodui, užtikrinančiam maisto mikrobiologinę saugą.