

ges in dry-cured hams (Bayonne hams) during processing and effects of the dehairing technique. *Meat Science*. 47:29-47.

Nanni Costa, L., Lo Fiego, D.P., Dall'Olio, S., Davoli, R., Russo, V. (1999): Influence of loading method and stocking density during transport on meat and dry-cured ham quality in pigs with different halothane genotypes. *Meat Science*. 51:391-399.

Puljić, A. (1986): Istraživanje higijensko-tehnoloških i ekonomskih pokazatelja kooperacijske proizvodnje dalmatinskog (mlijevačkog) pršuta. Magistarski rad. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska.

Russo, V., Nanni Costa, L. (1995): Suitability of pig meat for salting and the production of quality processed products. *Pig News and Informations*. 16:17-26.

SAS, 1999. OnlineDoc® Software Release 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

***Napomena:** Rad je iznesen na simpoziju 13th International Symposium "Animal Science Days" Husbandry, Food and Environment. The New Challenges of Animal Science, Agripolis, Padova, Italy, September 12-15, 2005. ■

IDENTIFIKACIJA ŠKAMPA (*NEPHROPS NOVERGICUS*) KONZERVIRANIH IONIZACIJSKIM ZRAČENJEM I PROVJERA ISPRAVNOSTI DOZE POMOĆU METODE ELEKTRONSKE PARAMAGNETSKE REZONANCIJE

Maltar-Strmečki¹, N., S. Ješić², B. Rakvin³

SAŽETAK

Primjena ionizacijskog zračenja u konzerviranju namirnica na svjetskom tržištu, zakonska regulativa vezana uz upotrebu tehnologije zračenja i zahtjev potrošača za jasnom deklaracijom ozračenih namirnica naglasila je potrebu razvoja analitičkih metoda za detekciju namirnica konzerviranih na takav način. Jedna od najpreciznijih metoda za identifikaciju ozračenih namirnica je metoda elektronske paramagnetske rezonancije (EPR). EPR spektroskopija je fizikalna metoda koja promatra nespasrene elektrone, posebno slobodne radikale uzrokovane

primjenom ionizacijskog zračenja. U ovom radu ta je metoda upotrijebljena kao identifikacijski test za radikale stvorene pri konzerviranju ionizacijskim zračenjem kod škampa i pokazana je primjena EPR spektroskopije za provjeru ispravnosti doze zračenja.

Ključne riječi: škampi, ionizacijsko zračenje, EPR, radikali

UVOD

U nastojanjima da se pronađu što uspješniji postupci konzerviranja namirnica pažnju privlači i

¹ mr. sc. Nadica Maltar-Strmečki, asistent, Zavod za fiziku i biofiziku, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Heinzelova 55, Zagreb

² Siniša Ješić, dr.vet.med.

³ Dr. sc. Boris Rakvin, znanstveni savjetnik, Institut «Ruđer Bošković», Zavod za fizičku kemiju, voditelj Laboratorija za magnetske rezonancije, Bijenička cesta 54, Zagreb; redoviti profesor, Zavod za fiziku i biofiziku, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Heinzelova 55, Zagreb

ionizirajuće zračenje. Ionizirajuće zračenje je elektromagnetske prirode i izaziva ionizaciju molekula u tvari koja apsorbira zrake i uništava mikroorganizme, a pritom ne mijenja znatnije temperaturu, radi čega se konzerviranje ionizirajućim zračenjem naziva još i hladnom sterilizacijom (Živković, 1986; Šoša, 1989; Vilić, 2003). Ovdje svakako valja naglasiti kako u praktičnoj primjeni hladne sterilizacije nailazimo na mnogobrojne probleme, prije svega prilikom neadekvatne uporabe zračenja (organoleptičke promjene u mesu, stvaranje slobodnih radikala i dr.). Primjena ionizacijskog zračenja na svjetskom tržištu, zakonska regulativa vezana uz uporabu tehnologije zračenja i zahtjev potrošača za jasnom deklaracijom ozračenih namirnica naglasila je potrebu i važnost točnog određivanja optimalne doze zračenja, te mogućnost kontroliranja namirnica konzerviranih ionizacijskim zračenjem na tržištu.

Elektronska paramagnetska rezonancija (EPR) je spektroskopska metoda koja omogućuje detektiranje radikala stvorenih ionizacijskim zračenjem (Maltar-Strmečki i Rakvin; 2004a; 2004b; Abdel-Rehim i sur., 1997; Raffi i Stocker, 1996; Stewart i sur., 1992; Stewart i Gray, 1996). Slobodni radikali mogu se detektirati u čvrstim ili suhim dijelovima namirnica kao što su kosti (radikali hidroksiapatita), sjeme, koštice, ljuske i kora (radikali celuloze) ili u sušenom voću (radikali šećera) kao i u nekim začinima i čajevima koji sadržavaju celulozu. Metoda je jednostavna, specifična i brza, a mjerenja nisu destruktivna i mogu se jednostavno ponavljati.

U ovom radu opisana je primjena EPR spektroskopije u identifikaciji doze zračenja kod škampa (*Nephrops novergicus*) konzerviranih ionizacijskim zračenjem, te primjena navedene metode u provjeri ispravnosti doze. Osim toga, kakvoća mesa praćena je tijekom 15 dana na ozračenim i neozračenim uzorcima te su uspoređene organoleptičke promjene na obje skupine.

MATERIJAL I METODE RADA

Identifikacija škampa konzerviranih ionizacijskim zračenjem i provjera ispravnosti doze

Škampi su ulovljeni u području Hvarskog kanala, kočom dužine 14 m, s dubinskim povlačenjem mreže, a širina usta kočice iznosila je oko 4 m. Vre-

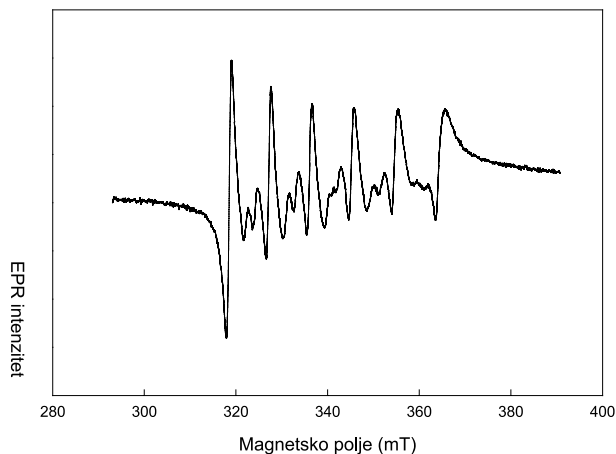
menko povlačenje mreže iznosilo je oko 2,5 sata. Kroz slijedećih 8 sati škampi su bili dopremljeni u Zagreb, na Institut «Ruđer Bošković», nakon toga je 7 jedinki ozračeno na 5 kGy (10), dok je preostalih 7 ostalo neozračeno. Pohranjeni su u hladnjak na 4°C i svaki dan dva puta dnevno su promatrane promjene, te praćeni znakovi procesa kvarenja, tj. gnijiljenja i truljenja.

Za proučavanje radikala stvorenih γ -zračenjem u oklopu i kliještima škampa napravljeni su praćasti uzorci, odvajanjem mesnog dijela od oklopa, kliješta i glave. Oklop i kliješta su razdvojeni, te radi eliminacije vlage sušeni u vakuum sušioniku 2 sata. Nakon toga su usitnjeni u tarioniku. Paramagnetski centri u usitnjenom prahu dobiveni su ozraćivanjem izvorom zračenja ^{60}Co s dozama od 1-15 kGy. Za mjerenja pomoću EPR spektrometra odvagani su uzorci od 30 mg i smješteni u kvarcnu cjevčicu radi izbjegavanja dodatnih EPR signala od nosača uzorka.

REZULTATI I RASPRAVA

Tipičan EPR spektar detektiran u neozračenim uzorcima napravljenim od kliješta škampa prikazan je na slici 1. Spektar je složen i sastoji se od šest jednako razmaknutih karakterističnih linija koje dolaze od Mn^{2+} koji se nalazi u kemijskom sastavu oklopa i kliješta samih rakova zbog toga što Mn^{2+} ima nespareni elektron u zadnjoj ljusci. Intenzitet tih linija ovisi o kristalnoj strukturi rešetke u kojoj je Mn^{2+} smješten, te stoga opažamo pad intenziteta linija s

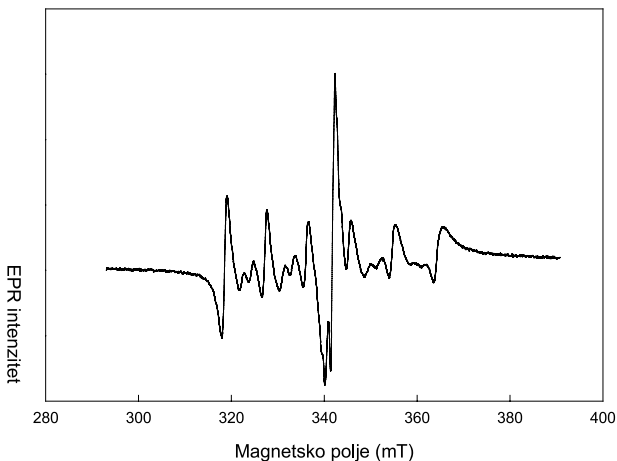
▼ Slika 1.a) EPR spektar neozračenog uzorka kliješta škampa.



lijeva na desno. Ozračivanjem dolazi do stvaranja radikala koji se na spektru vidi kao dodatna linija u samom centru slike 1. b).

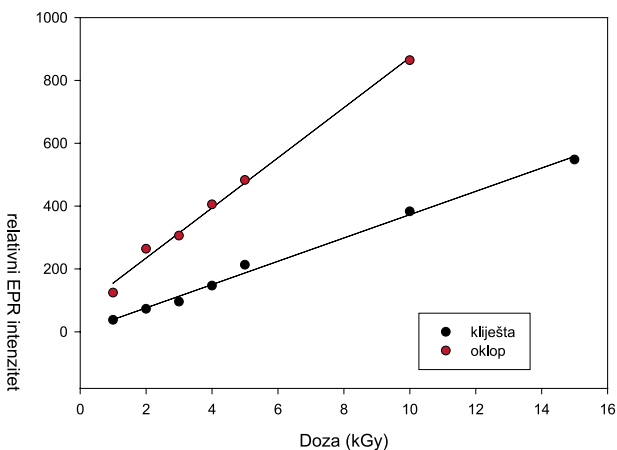
U svrhu određivanja broja radikala istovremeno su

▼ **Slika 1.b)** EPR spektar klijesta škampa ozračenih na dozu od 5 kGy.



snimani spektri uzoraka škampa i standarda (tvar s poznatom koncentracijom radikala) te iz omjera površina izračunavali relativni intenzitet. Na slici 2. (baždarni pravac) prikazana je ovisnost relativnog intenziteta o dozi zračenja. Vidi se da se u oklopu ionizacijskim zračenjem stvori veći broj radikala nego u klijestima škampa, što dolazi od kristalnog okruženja radikala. Osim toga, može se primjetiti da je relativni intenzitet linearno ovisan o dozama

▼ **Slika 2.** Ovisnost EPR intenziteta o dozi zračenja u klijestima i oklopu škampa.



zračenja za doze do 5 kGy. Iznad 5 kGy ovisnost više nije linearna. Budući da je doza od 5 kGy i maksimalno dopuštena doza u Republici Hrvatskoj i u EU (WHO, 1981, 1984; Pravilnik NN RH 46/1994), provjeru točnosti doze možemo raditi u linearnom području. Pomoću baždarnog pravca (slika 2.) može se naknadno očitati za svaki uzorak nepoznate doze zračenja koliku je dozu primio.

Usporedba organoleptičkih promjena na ozračenim i neozračenim škampima

Uzorci rakova podijeljeni su u dvije skupine, i to ozračene i neozračene rakove. Bilježene su organoleptičke promjene i uočena je promjena održivosti rakova koji su bili konzervirani ionizacijskim zračenjem. U skupini ozračenih škampa 15-og dana pohrane na temperaturi od 4 °C nije bilo vidljivih znakova gnijiljenja, niti truljenja, tj. prisutnosti kvarenja (slika 3. b i 3. d). U uzorcima neozračenih rakova (slika 3. a i 3. c) nakon 15 dana pohrane procesi truljenja uzeli su maha. Nadalje, kod ozračenih škampa vrlo lako se oklop da ukloniti, a meso je bijele boje i čvrsto-elastične konzistencije i izrazito homogeno. Na pritisak se fino razabiru tanke niti (filamente). Pri skidanju oklopa na dnu repne peraje nekrotični procesi su tek naznačeni. Kod neozračenih škampa, uz već spomenute vanjske vizualne promjene (zelena boja izrazita s ventralne strane glavopršnjaka, u području nogu), oklop se znatno teže uklanja, meso se raspada uz doslovno crne dijelove mesnatog dijela (potpuna nekroza – slika 3. c). Na pritisak meso se odmah lomi, prhko je i mekano.

Iz svega navedenog moguće je zaključiti da je ozračivanjem produžena održivost škampa. Pa ipak, smatramo da bi u tom smislu trebalo napraviti dodatne pretrage to tim više što znamo da je za svaku pojedinu namirnicu potrebno izrađivati pripadajući baždarni pravac.

U Europskoj Uniji primjenjuje se norma za EPR spektroskopije (EN 1786) uz dodatna baždarenja ovisno o kemijskom sastavu namirnice, te je na taj način opisani postupak i baždarne krivulje moguće primijeniti u postupcima veterinarske inspekcije u okvirima veterinarsko-sanitarnog pregleda škampa. Kako se na tržištu nalaze škampi podrijetlom iz različitih ulovnih područja te iz uvoza primjenom ovog postupka bilo bi moguće utvrditi primljenu



▲ Slika 3.a) Neozračeni škampi nakon 15 dana čuvani na 4°C.



▲ Slika 3.b) Ozračeni škampi nakon 15 dana čuvano na 4°C.



▲ Slika 3.c) Meso neozračenih škampa nakon 15 dana čuvano na 4°C.



▲ Slika 3.d) Meso ozračenih škampa nakon 15 dana čuvano na 4°C.

dozu zračenja u toj vrsti rakova. Izmjerena doza zračenja omogućila bi provjeru je li doza zračenja u skladu s propisima koji vrijede u Republici Hrvatskoj i Europskoj uniji (WHO, 1981, 1984; Pravilnik NN RH 46/1994).

SUMMARY

IDENTIFICATION OF THE NORWAY LOBSTER (*NEPHROPS NOVERGICUS*) PRESERVED WITH IONISING RADIATION AND TESTING OF PRESCRIBED DOSE WITH ELECTRON PARAMAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY

Application of ionising radiation in the preservation of foodstuffs on the world food market, irradiation treatment regulations and demands of consumers for clear declara-

tion of irradiated foodstuffs have emphasis the need for the development of analytical methods for the detection of foodstuffs preserved by ionising radiation. One of the most accurate methods for the identification of irradiated foodstuffs is EPR spectroscopy. EPR spectroscopy is a physical method for detecting unpaired electrons, especially free radicals induced by ionising radiation. This paper describes the use of EPR spectroscopy as identification test for the radicals induced in Norway lobster during the preservation by ionising radiation and the application of EPR spectroscopy in testing of prescribed dose.

Keywords: norway lobster, ionising radiation, EPR, radicals

LITERATURA

Abdel-Rehim, F., Badfar A. A., Al-Kahtani H. A. (1997.): The use of electron spin resonance spectroscopy for detection of irradiated mackerel. Appl. Radiat. Isot.48, 241-245.

European Committee of Normalization EN 1786 (1996): Foodstuffs - Detection of irradiated food containing bone by ESR spectroscopy.

Maltar-Strmečki, N., Rakvin, B. (2004.a): Primjena EPR spektroskopije pri konzerviranju namirnica ionizacijskim zračenjem- 1. dio. Precizno mjerenje doze ionizacijskog zračenja pomoću EPR/alaninske dozimetrije. Meso 5, 42-45.

Maltar-Strmečki, N., Rakvin, B. (2004.b): Primjena EPR spektroskopije pri konzerviranju namirnica ionizacijskim zračenjem- 2. dio. Provjera ispravnosti doze u raznim namirnicama životinjskog porijekla konzerviranih ionizacijskim zračenjem. Meso 6, 50-54.

***Pravilnik o uvjetima konzerviranja namirnica i predmeta opće uporabe ionizirajućim zračenjem. NN RH 46/1994.

Raffi J., Stocker P. (1996.): Electron Paramagnetic Resonance Detection of Irradiated Foodstuffs. Appl. Magn. Reson. 10, 357-373.

Stewart E. M., Gray R.(1996.): A study on the effects of irradiation dose and storage on the ESR signal in the cuticle of pink shrimp from different geographical region. Appl. Radiat. Isot. 47, 1629-1632.

Stewart E. M., Stevenson M. H., Gray R.(1992.): Detection of irradiation in scampi tails-effects of sample preparation, irradiation dose and storage on EPR response in the cuticle. Int. J. Food. SCI. Technol. 27, 125-132.

Šoša, B. (1989.): Higijena i tehnologija prerade morske ribe, "Školska knjiga", Zagreb.

Vilić, M. (2003.): Konzerviranje namirnica ionizacijskim zračenjem. Meso 3, 38-42.

World Health Organization (1981.): Wholesomeness of Irradiated Food. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO expert committee in food organization. WHO Tech. Rept. Ser. No. 659, WHO, Geneva.

World Health Organization (1994.): Safety and nutritional adequacy of irradiated food. WHO, Geneva.

World Health Organization (1999.): High-dose irradiation: wholesomeness of food irradiated with doses above 10 kGy. Tech. Rept. Ser. No. 890, WHO, Geneva.

Živković, J. (1986.): Higijena i tehnologija mesa, kakvoća i prerada, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb. ■

VETERINARSKO-SANITARNI PREGLED U KLAONIČKOJ OBRADI PURA

Prohaska¹, I., B. Njari², L., Kozačinski²

SAŽETAK

U radu je prikazana tehnologija klanja pura u industrijskoj klaonici "Vindon" Sl. Brod. Ujedno, u okviru veterinarsko-sanitarnog pregleda evidentirana je i obrađena pojava tehnoloških grešaka na trupovima pura. Pojava tehnoloških grešaka u izrazito malom postotku (iako se radi o industrijskom načinu obrade i velikom kapacitetu klanja), u samoj klaoničkoj obradi prvenstveno se mora pripisati tome što se radi o novoj klaonici koja je opremljena modernom opremom koja se koristi u samom procesu klanja i obrade. Također stručnost i savjesnost uposlenika, te dosljedno provođenje i kontrola svih veterinarsko – sanitarnih propisa i uvjeta od strane nadležnog veterinarskog inspektora, i pravilno provođenje tehnoloških postupaka od strane tehnologa na liniji klanja rezultirali su izrazito malim brojem tehnoloških grešaka koje se javljaju u samom sustavu proizvodnje puretine.

Ključne riječi: veterinarsko – sanitarni pregled, klanje pura, tehnološke greške

UVOD

Proizvodnja mesa peradi u Republici Hrvatskoj raste, što se prvenstveno odnosi na industrijsku proizvodnju koju odlikuje izrazita koordinacija svih proizvodnih ciklusa tova, klanja, prerade do distribucije. Ovakvu proizvodnju odlikuje i primjerena kooperacija s individualnim proizvođačima. Općenito, primijećen je i rast proizvodnje i prerade mesa peradi u individualnim, malim obrtničkim klaonicama koje se odlikuju skromnim tehničko – tehnološkim procesima obrade i prerade mesa, a zamijećen je i značajni porast proizvodnje i prerade mesa peradi u

¹ Ivan Prohaska, dr.vet. med.

² dr.sc. Bela Njari, redoviti profesor; dr.sc. Lidija Kozačinski, docent, Zavod za higijenu i tehnologiju animalnih namirnica, Veterinarski fakultet Zagreb, Heizelova 55, E-mail: bnjari@vef.hr