مجموعه مقالات
چهارمین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
(۲۹-۳۰ اردیبهشت، ۱۳۹٤، پژوهشکده کشاورزی هسته ای)
The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences (19-20 May, 2015, Nuclear Agriculture Research School)

بررسی تغییرات آمین های بیوژن و بار میکروبی فیله های ماهی سفید پرتودهی شده در طی دوره نگهداری در یخچال

فریدون افلاکی*، مریم صلاحی نژاد
تهران، انتهای کارگر شمالی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، پژوهشکده کاربرد پرتوها

چکیده: پرتودهی یکی از روش‌های نگهداری مواد غذایی از جمله محصولات شیلاتی می‌باشد. در این تحقیق، فیله‌های ماهی سفید با دزهای مختلف اشعه گاما (۰، ۰/۱، ۰/۵، ۱ و ۲ کیلوگری) پرتودهی و در خلاء بسته‌بندی شد. سپس به منظور بررسی تاثیر پرتودهی بر کیفیت ماندگاری ماهی سفید، فیله‌های مورد آزمایش به مدت ۲۴ روز در یخچال نگهداری شد و هر ۴ روز یکبار آمین های بیوژن و بار باکتریایی کل نمونه‌ها اندازه گیری شدند. آمین های بیوژن پوترسین، کاداورین، هیستامین و تیرامین در طی دوره نگهداری فیله های ماهی سفید شاهد افزایش قابل ملاحظه ای را نشان دادند. در حالی که با استفاده از دز پرتودهی ۱ و ۲kGy به طور موثری از تشکیل آنها در گوشت ماهی جلوگیری گردید. تغییرات غلظتی اسپرمین، اسپرمیدین، فنیل اتیل آمین و تریپتامین در گوشت ماهی سفید شاهد و پرتودهی شده در طی دوره نگهداری ماهی قابل ملاحظه نبود. محاسبه ضرایب همبستگی (r) بین پرتودهی، بار باکتریایی کل و غلظت آمین های بیوژن تاثیر پرتودهی بر روی تشکیل آمین های بیوژن موجود در فیله های ماهی سفید را تائید می نماید.

واژگان کلیدی: پرتودهی، ماهی، آمین های بیوژن، بار میکروبی، مدت ماندگاری

Changes in biogenic amines and Total viable counts in irradiated Rutilus frisii kutum fillets during refrigerator storage

Fereydoon Aflaki, Maryam Salahinejad
Nuclear Science Research School, Application of Radiation Institute, Tehran

Abstract: Irradiation is a method of storage of food such as fishery products. In the present study, the effect of gamma radiation (0, 0.1, 0.5, 1 and 2 kGy) on the shelf life of Rutilus frisii kutum fillets that were vacuum packaged and subsequently stored under refrigeration was studied by measuring biogenic amines and total viable count. A significant increase in putrescine and cadaverine, histamine and tyramine were observed during the storage period of un-irradiated common carp fillets. The 1 and 2 kGy irradiation dose effectively suppressed the formation of those biogenic amines. Fluctuations of spermine, spermidine, phenylethylamine and tryptamine contents of commom carp meat were minor during the storage period for both control and irradiated samples. The correlation coefficients (r) between irradiation dosages, TVC and biogenic amine contents over storage time confirm the effect of irradiation on biogenic amines formation in Rutilus frisii kutum meat.

Keywords: Irradiation, Fish, Biogenic amine, Microbial Flour, Microbial load, Shelf life.

مقدمه

مدت ماندگاری و امنیت ماهی و محصولات شیلاتی که در یخچال نگهداری می‌شود به حضور میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و عامل فساد بستگی دارد[۱]. فساد ماهیان نگهداری شده در یخچال حاصل رشد و فعالیت میکروبی است که خود را بصورت تغییرات حسی (تولید طعم و بوی بد، تشکیل مخاط، تولید گاز و غیره) نشان می‌دهد[۲،۳].

اشعه گاما در دزهای پایین یک فرآیند سرد است که توسط کشورهای مختلف برای گسترش عمر ماندگاری محصولات شیلاتی دریایی و آب شیرین، پذیرفته شده است [۴]. استفاده از این تکنولوژی برای حفاظت از غذاهای مختلف از جمله محصولات شیلاتی در سراسر جهان مورد توجه می‌باشد. علاوه براین، این روش باعث افزایش عمر مفید، بهبود کیفیت بهداشتی و ایمنی محصولات می گردد [۵]. در صنایع غذایی متداول‌ترین منابع پرتودهی، اشعه گاما، اشعه ایکس و باریکه الکترونی می‌باشد. پرتودهی در واقع یک روش فیزیکی فرآوری مواد غذایی است که به معنی در معرض اشعه یونیزه قرار دادن ماده غذایی در محدوده زمانی مشخص، به منظور افزایش مدت ماندگاری و بهبود ایمنی میکروبی محصول است [۲]. در سال ۱۹۸۰ سازمان FAO و WHO و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی اعلام کردند که پرتودهی هر ماده غذایی حداکثر تا میزان ۱۰ کیلوگری مجاز و عاری از هرگونه خطر سمیت برای مصرف‌کننده خواهد بود

آمین های بیوژن ترکیبات آلی با وزن مولکولی کم هستند که حاوی یک و یا چند گروه آمینی می‌باشند. آمینهای بیوژن دارای ساختارهای آلیفاتیک، آروماتیک و یا هتروسیکل می باشند و چون اغلب در مواد غذایی خام توسط عمل باکتری شکل می گیرند، بدین عنوان نامیده می شوند. میکروارگانیسم ها ممکن است جزو ماهیت میکروبی محصول باشند و یا ممکن است قبل، در طی و یا بعد از فرآوری غذا وارد آن شوند. غلظت و نوع آمین های تولید شده مستقیماً به طبیعت غذا و نوع میکروارگانیسم های موجود در آن بستگی دارد. آمین های بیوژن در مواد غذایی تازه یا وجود نداشته و یا در غلظت های کم وجود دارند[۶]. به طور کلی سطوح کم آمین های بیوژن می تواند به عنوان طبیعی در نظر گرفته شود زیرا وجود آنها در این سطوح کم غیرقابل اجتناب است. با این وجود، آنها می توانند با غلظت های بالایی در مواد غذایی با منشاء حیوانی نظیر ماهی وجود داشته باشند که قادر به ایجاد مسمومیت شیمیایی در انسان می باشند[۷]. مقدار آمین های بیوژن یک روش قابل اعتماد برای تعیین تازه بودن و کیفیت ماهی است. مقدارآمین های بیوژن تشکیل شده به مقدار اسید های آمینه آزاد، که به گونه ماهی مربوط بوده، و وسعت فعالیت آنزیم های دی کربوکسیله کننده بستگی دارد. مقدار آنزیم های دی کربوکسیله کننده نیز به تعداد باکتری های تولید کننده آنها و سرعت تکثیر باکتری ها بستگی دارد. عوامل متعددی بر تولید آمین های بیوژن تاثیرگذار هستند که عبارتند از: دمای نگهداری، نوع و زمان صید، محتوای روده هنگام مرگ، pHآب و در دسترس بودن اکسیژن. از میان این عوامل، دمای نگهداری عامل اصلی بوده و به طور کلی سرعت تشکیل آمین های بیوژن به دما و مدت زمان نگهداری بستگی دارد[۸].

ماهی سفید (از خانواده کپورماهیان) یکی از مرغوب ترین انواع ماهی‌های شمال ایران است که در دریای خزر و رودخانه‌های استان‌های گیلان و مازندران یافت می‌شود. در این مطالعه، فیله ماهی سفید با دزهای مختلف اشعه گاما (۰/۰،

۰/۱، ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ کیلوگری) پرتودهی گردید و به مدت ۲۴ روز درون یخچال با دمای دمای ۴ ^{o}C نگهداری شد. مقدار آمین های بیوژن موجود در نمونه ها به فواصل زمانی چهار روز تعیین مقدار گردید تا کیفیت ماهی سفید شاهد و پرتودهی شده از نظر محتوای آمین های بیوژن در طی دوره نگهداری در یخچال ارزیابی گردد. همچنین بار میکروبی این نمونه ها همزمان با اندازه گیری آمین های بیوژن انجام شد تا همبستگی پرتودهی، بار باکتریای کل و تغییرات آمینهای بیوژن مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

کلیه استانداردهای آمین های بیوژن (پوترسین، کادآورین، هیستامین، تریپتامین، تیرامین، اسپرمین، اسپرمیدین و فنیل اتیل آمین) از شرکت سیگما- آلدریچ خریداری شدند. سایر مواد و واکنشگرهای شیمیایی با بالاترین درجه خلوص از منابع تجاری دسترس تهیه شدند. ماهی های سفید دریایی از صیادان خریداری شد . انتخاب ماهیان به صورت تصادفی و از بین ماهیان هم اندازه و سالم (میانگین وزن ۰/۱ ± ۱ کیلوگرم) صورت پذیرفت. ماهیان پس از شستشو با آب شیرین، درون جعبه‌های یونولیت حاوی یخ (نسبت ۳ به ۱ از یخ و ماهی) قرار داده و آنگاه طی پنج ساعت به آزمایشگاه منتقل گردیدند. در آزمایشگاه پس از تخلیه شکمی، سرزنی و فیله نمودن ماهیان، مجددا شستشو یافته و سپس با استفاده از دستگاه خلاء بسته‌بندی شده، سپس جهت پرتودهی به واحد پرتودهی منتقل شدند.

به منظور بررسی اثر دُزهای مختلف بر تشکیل آمین های بیوژن در ماهی سفید، نمونه‌ها به شش گروه تقسیم و آنگاه همهٔ نمونه‌ها (بجز نمونهٔ شاهد)، توسط دستگاه گاما سل ۲۲۰ (Point source AECL, IR-79, MDS Nordion International Co. Ltd., Ottawa, Ontario, Canada) در دزهای مورد نظر پرتودهی شدند. بعد از پرتودهی، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و در یخچال دمای چهار درجهٔ سانتیگراد به مدت ۲۴ روز نگهداری شدند. در طی دورهٔ نگهداری، نمونه‌های مربوط به هر تیمار در فواصل زمانی ۰(تازه) ، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰ و ۲۴ روز بطور تصادفی انتخاب و محتوای آمین های بیوژن[۹] و بار باکتریایی کل[۱۰] آنها تعیین شدند.

اندازه گیری آمین های بیوژن و بار باکتریایی کل

اندازه گیری کمی آمین های بیوژن با استفاده از سیستم کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا(HPLC) شرکت واترز انجام شد. ستون فاز معکوس(Waters Symmetry C18 column (3.9×150 mm I.D.; particle size 5 µm برای جداسازی آمین های بیوژن مورد استفاده قرار گرفت. آشکارساز ماوراء بنفش با طول موج 254nm برای آشکارسازی آمین های بیوژن مشتق سازی شده به کار برده شد. مخلوطی از آب و متانول برای شویش آمین های بیوژن از ستون مورد

استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

هشت آمین بیوژن موجود در ماهی سفید در اولین روز صید با سه تکرار (n=3) اندازه گیری شدند. نتایج حاصل عبارت بود از: پوترسین: ۰/۳۲ ± ۳/۱۷ mg/kg، اسپرمین: ۰/۴۵ ± ۴،۲۷ mg/kg، اسپرمیدین: ۰/۳۱ ± ۶/۲۴ mg/kg، تیرامین: ۰/۱۶ ± ۰/۸۷ mg/kg. سایر آمین های بیوژن در ماهی سفید تازه قابل اندازه گیری نبودند (N.D). پوترسین، اسپرمین و اسپرمیدین علاوه بر تولید بوسیله فعالیت باکتری ها، توسط متابولیسم سلولهای موجودات زنده، به طور مثال آنزیمهای طبیعی موجود در مواد غذایی و یا اندامهای جانوران تشکیل می شوند. بنا بر این حضور آنها در فیله ماهی سفید طبیعی تلقی می شود. غلظت هشت آمین بیوژن در نمونه های نگهداری شده درون یخچال به فواصل زمانی چهار روز تعیین و نتایج حاصل در جدول (۱) ارائه شده اند.

مقدار پوترسین نمونه های شاهد رشد سریعی داشته و پس از ۲۴ روز نگهداری درون یخچال به ۱۶۸/۹ mg/kg افزایش یافت. Křížek و همکارانش بیان داشته اند که حد ۲۰ mg/kg از پوترسین برای کیفیت ماهی یک حد بحرانی محسوب می شود[۱۱]. مقدار پوترسین ماهی سفید شاهد بعد از گذشت ۱۲ روز ازاین حد تجاوز نمود. همچنین مقدار پوترسین نمونه های پرتودهی شده با دزهای ۰/۱ و ۰/۵kGy به ترتیب بعد ازگذشت ۱۲ و ۲۴ روز از حد بحرانی تجاوز نمود. مقدار پوترسین نمونه های پرتودهی شده در دزهای ۱ و۲kGy بعد از گذشت ۲۴ روز تنها به مقدار ۵/۱۶ و ۴/۳۹ /kg افزایش یافت.

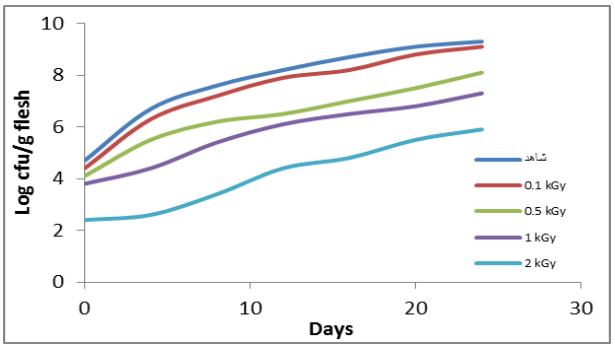
نوسانات آمین های بیوژن اسپرمین و اسپرمیدین موجود در گوشت ماهی سفید در طی نگهداری درون یخچال برای تمام نمونه ها تغییر قابل ملاحظه ای نشان نداد. آنالیز واریانس (ANOVA) نشان داد که مقادیر اسپرمین و اسپرمیدین نمونه های شاهد و پرتودهی شده تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند. کاداورین در نمونه های ماهی سفید تازه صید شده قابل اندازه گیری نبود. اما مقدار آن بطور سریعی با افزایش زمان ماند درون یخچال افزایش یافت. مقدار کاداورین در نمونه شاهد بعد از گذشت ۲۴ روز به مقدار۲۶۷/۹۸mg/kg افزایش یافت. مقدار کاداورین در نمونه های پرتودهی شده با دزهای ۰/۱، ۰/۵، ۱ و ۲kGy بعد از گذشت ۲۴ روز به ترتیب به مقدار ۱۱۹/۱۴، ۳۹/۱۷، ۱/۳۵ و ۰/۶۴mg/kg رسید. محققین متعددی کاداورین را به عنوان یک شاخص مفید برای تعیین فساد ماهی پیشنهاد داده اند[۱۲-۱۳]. نتایج حاصل نشانگر کارایی مناسب دزهای ۱ و۲kGy در جلوگیری ازتشکیل کاداورین و در نتیجه ممانعت از فساد باکتریایی ماهی را نشان می دهد.

جدول ۱) غلظت آمین های موجود در فیله های ماهی سفید شاهد و پرتودهی شده نگهداری شده درون یخچال (Mean±SD, n=3)

	زمان (بر حسب روز)					
	4	8	12	16	20	24
پوترسین						
Control	5.21±0.56	18.32±3.21	30.2±2.14	56.45±4.56	90.32±3.66	168.9±5.63
0.1 kGy	4.18±0.37	15.36±1.09	25.63±2.39	43.39±2.11	54.25±3.19	106.4±4.43
0.5kGy	3.89±0.39	4.16±0.41	12.35±2.36	14.16±1.23	18.23±2.05	31.4±1.64
1 kGy	3.66±0.89	3.92±0.83	4.19±0.87	4.23±0.38	4.46±0.71	5.16±0.37
2kGy	3.56±0.68	3.76±0.62	4.26±0.64	3.69±0.61	3.92±0.19	4.39±0.69
کادآورین						
Control	2.36±0.55	15.3±2.35	43.34±4.91	87.72±3.49	116.4±5.9	267.98±9.86
0.1kGy	1.79±0.18	9.86±1.15	17.54±4.32	35.86±2.38	72.2±5.11	119.14±10.31
0.5kGy	N.D	1.32±0.29	6.35±0.47	7.98±3.39	26.37±6.94	39.17±6.61
1 kGy	N.D	N.D	N.D	0.18±0.08	0.64±0.21	1.35±0.37
2kGy	N.D	N.D	N.D	0.23±0.12	0.31±0.17	0.64±0.15
اسپرمین						
Control	4.62±0.21	4.57±0.41	5.14±0.27	4.6±0.26	5.64±0.52	5.37±0.25
0.1kGy	4.31±0.31	4.12±0.71	4.79±0.49	5.24±0.6	5.16±0.33	5.45±0.34
0.5kGy	3.69±0.53	4.27±0.25	4.62±0.37	5.08±0.14	4.85±0.51	5.21±0.23
1 kGy	4.06±0.16	4.25±0.34	5.2±0.0.43	5.09±0.36	5.23±0.73	5.19±0.63
2kGy	4.16±0.21	3.87±0.42	4.36±0.57	4.56±0.24	5.19±0.48	5.36±0.51
اسپرمیدین						
Control	6.14±0.21	6.36±0.16	6.32±0.41	6.18±0.27	5.94±0.52	6.37±0.37
0.1kGy	6.24±0.29	6.53±0.3	6.19±0.21	5.87±0.38	6.11±0.25	6.46±0.42
0.5kGy	6.19±0.2	6.4±0.39	6.03±0.26	6.34±0.34	5.69±0.27	6.13±0.27
1 kGy	5.67±0.32	6.13±0.31	5.98±0.24	6.3±0.64	6.11±0.37	6.09±0.18
2kGy	6.32±0.27	6.43±0.2	6.14±0.21	6.32±0.44	6.07±0.29	6.24±0.19
تیرامین						
Control	5.63±0.19	12.24±1.42	19.31±3.65	37.61±3.56	67.98±4.32	116.7±9.41
0.1kGy	1.64±0.4	7.36±0.26	13.61±0.37	25.8±2.14	34.91±4.16	63.17±6.39
0.5kGy	1.17±0.07	6.68±0.54	9.47±1.24	17.68±3.07	28.58±3.4	37.47±5.18
1 kGy	1.79±0.24	1.74±0.03	3.17±0.09	2.87±0.53	3.11±0.45	3.48±0.27
2 kGy	0.43±0.17	0.89±0.03	1.26±0.38	1.65±0.46	2.32±0.39	2.61±0.43
هیستامین						
Control	2.32±0.11	9.21±0.28	61.14±9.23	77.42±6.33	113.36±8.93	129.5±7.56
0.1kGy	N.D	0.29±0.12	0.68±0.14	0.69±0.32	1.16±0.57	1.32±1.41
0.5kGy	N.D	N.D	0.19±0.05	0.53±0.13	0.82±0.24	0.89±0.11
1 kGy	N.D	N.D	N.D	0.47±0.17	0.62±0.15	0.72±0.29
2kGy	N.D	N.D	N.D	N.D	0.45±0.09	0.76±0.12
تریپتامین						
control						
0.1kGy	0.26±0.23	0.33±0.04	0.56±0.12	0.49±0.26	0.85±0.26	1.16±0.13
0.5 kGy	N.D	0.32±0.09	0.39±0.05	0.44±0.07	0.6±0.21	0.75±0.2
1 kGy	N.D	N.D	N.D	0.37±0.09	0.61±0.17	0.68±0.12
2 kGy	N.D	N.D	N.D	0.21±0.1	0.71±0.24	0.79±0.0.6
فنیل اتیل امین						
control	N.D	0.17±0.6	0.21±0.5	0.56±0.19	0.75±0.19	1.17±0.32
0.1 kGy	N.D	0.12±0.8	0.29±0.13	0.35±0.1	0.67±0.16	1.03±0.23
0.5 kGy	N.D	N.D	0.19±0.06	0.18±0.12	0.32±0.09	0.87±0.22
1 kGy	N.D	N.D	0.12±0.07	0.19±0.11	0.24±0.06	0.33±0.09
2 kGy	N.D	N.D	N.D	N.D	0.32±0.08	0.43±0.15

ماهی سفید تازه محتوی هیستامین نبود ه اما مقدار هیستامین با افزایش زمان ماند نمونه های شاهد درون یخچال، افزایش قابل ملاحظه ای را نشان داد به طوری که بعد از گذشت ۲۴ روز به سطح ۱۲۹/۵mg/kg رسید. وزارت غذا و داروی آمریکا (FDA) مقدار مجاز هیستامین در گوشت ماهی را ۵۰mg/kg اعلام داشته است[۱۴]. مقدار هیستامین نمونه شاهد تنها بعد از ۱۲ روز از این مقدار مجاز تجاوز نمود در حالی که تمام نمونه های پرتودهی شده بعد ازگذشت ۲۴ روز، مقادیر بسیار کمی (≤ 1mg/kg) از هیستامین را نشان دادند. این امر نشانگر کارایی دزهای کم ۰/۱ و ۰/۵ kGy در از بین بردن باکتری های تولید کننده هیستامین می باشد. تیرامین به مقدار کمی در نمونه های ماهی تازه وجود داشت اما مقدار تیرامین موجود در نمونه های شاهد، با افزایش زمان نگهداری درون یخچال افزایش قابل ملاحظه ای را نشان داد به طوری که مقدار آن در انتهای دوره نگهداری به ۱۱۶/۷mg/kg رسید. تشکیل تیرامین در نمونه های پرتودهی شده با دز ۱ و ۲kGy به طور موثری بازداری گردید و مقدار آنها در انتهای دوره نگهداری به سطح ۳/۴۸ و ۲/۶۱mg/kg رسید. مقدار تریپتامین و فنیل اتیل آمین موجود در نمونه های ماهی سفید تازه و همچنین تغییرات غلظتی آنها در نمونه های نگهداری شده درون یخچال در مقایسه با سایر آمینهای بیوژن اندازه گیری شده بسیار کمتر می باشد و در محدوده صفر تا ۱/۱۷ mg/kg می باشد.

نتایج حاصل ازاندازه گیری بار باکتریایی کل نمونه های شاهد و پرتودهی شده در شکل ۱ نشان داده شده است. چنانچه ملاحظه می شود پرتودهی اثر قابل ملاحظه ای بر بار باکتریایی اولیه موجود در نمونه های ماهی سفید داشته است و با افزایش دز پرتودهی، بار باکتریایی کل، کاهش بیشتری را نشان می دهند. برای مثال، $Log_{10}cfu/g$ برای نمونه شاهد در اولین روز برابر ۴/۷ بوده که مقدار آن در دز پرتودهی ۲kGy به ۲/۴ کاهش یافته است. همچنین با توجه به نمودارهای ارائه شده در شکل(۱)، مشخص می باشد که افزایش بار باکتریایی کل نمونه های پرتودهی شده با دزهای پرتودهی ۲ kGy و ۱ هنگام نگهداری در یخچال کمتر از سایر نمونه ها می باشد. بدین ترتیب همبستگی متقابلی بین کاهش بار باکتریایی کل و کاهش تشکیل آمین های بیوژن با افزایش دز پرتودهی در نمونه های ماهی سفید مشاهده می شود.



شکل ۱) بار باکتریایی کل نمونه های ماهی سفید و شاهد و پرتودهی شده هنگام نگهداری درون یخچال

جدول (۲) ضرایب همبستگی (r) پرتودهی، بار باکتریایی کل و غلظت آمین های بیوژن را در طی دوره نگهداری درون یخچال نشان می دهد. تمام آمین های بیوژن یک همبستگی منفی با پرتودهی را نشان می دهند که تاثیر پرتودهی بر روی کاهش آمین های بیوژن موجود در فیله های ماهی سفید تائید می نماید. همچنین همبستگی نزدیک به صفر ($r\leq0.05$) بین اسپرمین و اسپرمیدین نشانگر عدم کارایی تابش بر میزان محتوای این آمین های بیوژن می باشد.

جدول ۲) ضرایب همبستگی دوره نگهداری، دزهای پرتودهی و بار باکتریایی کل نمونه های ماهی سفید

۱.۱.۱.۲

	پوترسین	*کاداورین*	اسپرمین	*اسپرمیدین*	*هیستامین*	*تیرامین*
دوره نگهداری	0.54	0.56	-0.67	-0.58	0.39	0.42
دزهای پرتودهی	-0.52	-0.54	-0.04	-0.05	-0.45	-0.38
بار باکتریایی کل	0.72	0.74	-0.42	-0.39	0.47	0.51

۲.۱.۱.۲ نتیجه‌گیری

۳.۱.۱.۲ نتایج حاصل بیانگر عدم پیروی تشکیل آمین های بیوزن در نمونه های ماهی سفید شاهد از الگوی واحد می باشد. در حالی که مقدار پوترسین، کاداورین، هیستامین و تیرامین نمونه های شاهد در هنگام نگهداری درون یخچال با شیب تندی افزایش یافت تغییرات اسپرمین، اسپرمیدین، تریپتامین و فنیل اتیل آمین بسیار ناچیز می باشد. ترکیب پرتودهی، دماری پائین و بسته بندی خلاء به طور موثری از تشکیل آمین های بیوژن در تفیله های ماهی سفید جلوگیری نمود. نتایج حاصل همچنین نشان داد که دزهای ۱ و ۲kGy تاثیر قابل ملاحظه ای بر کاهش بار باکتریایی کل موجود در نمونه های ماهی سفید در مقایسه با نمونه های شاهد داشته است. با در نظر گرفتن حد مجاز آمین های بیوژن در ماهی دز ۱kGy قادر به حفظ کیفیت ماهی بوده و نیاز به اعمال دزهای بالاتر نمی باشد.

٤.۱.۱.۲ منابع

1. Martin, J., Hearnsberger, J. O. 1994. Evaluation of impedance microbiology for rapid assessment of shelf-life and quality of processed channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Journal of Applied Aquaculture 3, 353–362.
2. 2. Gram, L., Huss, H., 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. Int. Journal of Food Microbiolyo 33, 589–595.
3. 3. Garrett, E. S., Jahncke, M. L., Tennyson, J. M., 1997. Microbiological hazards and emerging food safety issues associated with seafoods. Journal of Food Protection 60, 1409–1415.
4. 6. Venugopal, V., Doke, S. N., Thomas, P., 1999. Radiation processing to improve the quality of fishery products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 39, 391–440.
5. 7. Lakshmanan, R., enugopal, V. V., Venkateshwaran, K. and Bongiwar, D. R., 1999. Bulk preservation of small pelagic fish by gamma irradiation: studies on a model storage system using anchovies. Food Research International 32, 707–713.
6. Rawles, D. D., Flick, G. J., & Martin, R. E. (1996). Biogenic amines in fish and shellfish. *Advances in food and nutrition research*, *39*, 329-365.

7. Becker, K., Southwick, K., Reardon, J., Berg, R., & MacCormack, J. N. (2001). Histamine poisoning associated with eating tuna burgers. *JAMA*, *285*(10), 1327-1330.
8. Chong, C., Abu Bakar, F., Russly, A., Jamilah, B., & Mahyudin, N. (2011). The effects of food processing on biogenic amines formation. *International Food Research Journal*, *18*(3).
9. F. Aflaki, V. Ghoulipour, N. Saemian," Determination of biogenic amines in Persian Gulf fish: application of stirrer bead milling extraction method, in press, DOI 10.1007/s11694-014-9213-4 (2014)
10. Downes, F.P., Ito, K. 2001. Compendium of methods for the microbiological examination of foods (4th Ed.). APHA (American Public Health Association), Washington, DC. USA
11. Křížek, M., Vácha, F., Vorlová, L., Lukášová, J., & Cupáková, Š. (2004). Biogenic amines in vacuum-packed and non-vacuum-packed flesh of carp (Cyprinus carpio) stored at different temperatures. *Food chemistry*, *88*(2), 185-191.
12. Baixas-Nogueras, S., Bover-Cid, S., Veciana-Nogues, M., Marine-Font, A., & Vidal-Carou, M. (2005). Biogenic amine index for freshness evaluation in iced Mediterranean hake (Merluccius merluccius). *Journal of Food Protection®*, *68*(11), 2433-2438.
13. Özyurt, G., Kuley, E., Özkütük, S., & Özogul, F. (2009). Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (Mullus barbatus) and goldband goatfish (Upeneus moluccensis) during storage in ice. *Food Chemistry*, *114*(2), 505-510.
14. FDA. (2011). Fish and fisheries products hazards and controls guide, from http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/Seafood/UCM251970.pdf