Archive of SID

مقایسه ترکیبات غذایی گوشت ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) و ماهی علف‌خوار پرورشی (*Ctenopharyngodon idella*) و فرآوری مارینادازآنها

رضا اسماعیل‌زاده کناری[۱]، محمد علی سحری[۲] و زهره حمیدی اصفهانی[۳]
rkenari@yahoo.com
۱ـ دانشکده صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گرگان، صندوق پستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹
۲ و ۳ ـ دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران صندوق پستی: ۱۱۱-۱۴۱۱۵
تاریخ دریافت : خرداد ۱۳۸۱ تاریخ پذیرش : شهریور ۱۳۸۲

چکیده

ماهی سفید دریای مازندران (*Rutilus frisii kutum*) و ماهی علف‌خوار پرورشی (*Ctenopharyngodon idella*) دو گونه مهم تجاری با ظاهری یکسان هستند. نوع دوم در کارگاههای پرورشی تولید می‌گردد و شبیه‌ترین گونه به ماهی سفید دریایی می‌باشد. در این تحقیق ترکیبات غذایی گوشت این ماهی‌ها و کیفیت روغن حاصله از آنها با یکدیگر مقایسه شد. سپس به منظور نگهداری بهتر، از این دو نوع ماهی به روش گرم مارینادتهیه و مورد ارزیابی ارگانولپتیکی قرار گرفت. همچنین عدد پراکسید و میزان مواد ازته فرار مارینادتولیدی و نگهداری شده در ۱۰ درجه سانتیگراد و فواصل زمانی ۲، ۴، ۶، ۸ ماه محاسبه گردید و مدت زمان ماندگاری آن تعیین شد. مقایسه ترکیبات غذایی با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد احتمال، نشان داد که میانگین میزان پروتئین، خاکستر و انرژی در این دو نوع ماهی اختلاف معنی‌داری ندارد ولی میانگین میزان چربی، فسفر، کلسیم، عدد یدی، عدد صابونی، عدد اسیدی و عدد پراکسید در زمانهای ۰، ۱، ۳، ۵ و ۷ روز پس از استخراج روغن آن، اختلاف معنی‌داری دارد. یعنی میزان چربی، عدد پراکسید و عدد اسیدی ماهی علف‌خوار پرورشی بترتیب به اندازه ۰/۹۳ درصد، ۱/۵ mEq/kg و ۴/۳۳ درصد اسید چرب برحسب اسید اولئیک، بیشتر است اما میزان کلسیم، فسفر، عدد یدی و عدد صابونی ماهی سفید دریایی بترتیب به اندازه ۳۹/۸۹ و ۱۲/۰۱ ۱۰۰ میلیگرم در ۱۰۰ گرم (mmg/100gr)، ۶/۲۰ ٪I_2 و ۸/۶۲ mgKOH/g، بیشتر بود. در ارزیابی حسی، داوران در مارینادتولیدی با توجه به تجزیه واریانس، طعم، رنگ و پس طعم، مارینادحاصله از ماهی علف‌خوار پرورشی را ترجیح دادند. همچنین مشخص شد مارینادتهیه شده در ۱۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ماه به خوبی نگهداری می‌شود.

لغات کلیدی: ترکیبات غذایی، ماهی سفید، *Rutilus frisii kutum* ماهی علف‌خوار پرورشی، *Ctenopharyngodon idella*، مارینااد

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ماهی به دلیل خونسرد بودن مجبور نیست برای حفظ حرارت بدن انرژی مصرف کند و بر خلاف موجودات خشکی‌زی برای تحمل سنگینی وزن خود نیاز به مصرف انرژی ندارد و در نتیجه از توانایی بیشتری جهت تبدیل غذا به گوشت برخوردار است (ستاری و معتمد، ۱۹۹۷). از طرفی ارزش غذایی ماهی به دلیل وجود اسیدهای چرب ۶ و ω۳ و ضرورت وجود آن در جیره غذایی بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است (Hui, 1996).

ماهی سفید دریایی از ماهیان منحصر بفرد دریای مازندران بوده و بخصوص در سواحل جنوبی آن یعنی ایران و تا حدودی در سواحل جنوبی آذربایجان قابل صید است. با وجود ترکیبات ارزشمند در ماهیان و مقبولیت ماهی سفید در ایران، لکن تاکنون در مورد ترکیبات غذایی آن تحقیق نشده است. ارزیابی ترکیبات غذایی ماهی Porgy توسط (Connell & Howgate ; Connell, 1980,1986) انجام گرفت و محدوده میزان پروتئین ۱۷/۳ تا ۲۰/۹ درصد، چربی ۴/۵ تا ۱۰/۱ درصد، خاکستر ۱/۴ تا ۲/۴ درصد، انرژی ۲۷۳ تا ۳۱۲ ژول بر صد گرم، اندیس یدی I_2% ۱۲۰ تا ۱۲۶، اندیس صابونی mgKOH/g ۱۷۰ تا ۱۸۰ گزارش نمودند. همچنین ارزیابی ترکیبات غذایی میگو توسط (Suazuki, 1981) انجام گرفت و محدوده میزان فسفر ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در صد گرم، پروتئین ۱۶/۲ تا ۲۲/۷ درصد، کلسیم ۶۰ تا ۸۰ میلی‌گرم در صد گرم، انرژی ۲۸۹ تا ۴۱۴ ژول بر صد گرم را گزارش نمود. Aitken و همکاران در سال ۱۹۸۲ ترکیبات غذایی ماهی Scup و Shad را مورد ارزیابی قرار دادند که تفاوت و نوسانات میزان پروتئین بترتیب در محدوده ۱۸/۴ تا ۱۹/۷ درصد و ۱۵/۷ تا ۲۰ درصد و چربی بترتیب در محدوده ۱/۲ تا ۵/۹ درصد و ۱/۷ تا ۱۵/۲ درصد را به فصل صید، جنس، گونه، جنسیت و جیره غذایی آنها نسبت دادند. همچنین (Martin & Fliek, 1990) ترکیبات غذایی لاک‌پشت دریایی (Turtle) را مورد ارزیابی قرار دادند و محدوده میزان پروتئین ۱۶/۱ تا ۱۷/۷ درصد، چربی ۱ تا ۴ درصد، خاکستر ۰/۹ تا ۱ درصد، انرژی ۳۱۰ تا ۴۷۷ ژول بر صد گرم، فسفر ۲۴۰ تا ۳۳۰ میلی‌گرم در صد گرم و کلسیم ۷۰ تا ۹۰ میلی‌گرم در صد گرم بود. بعلاوه در تحقیقی محدوده مقدار انرژی ماهی هرینگ و ماکرل بترتیب ۳۶۸ تا ۵۳۶ و ۳۵۵ تا ۷۲۰ ژول بر صد گرم گزارش شده است (Aitken *et al.*, 1982).

در دنیا نیز تحقیقات مختلفی در زمینه ماریناد انجام گرفته است. Kreuzer در سال ۱۹۷۴ از ماهی Sable ماریناد تهیه کرد، وی قطعات ماهی را در مخلوطی از نمک، ادویه‌جات و اسید سیتریک قرار داد و نتایج تست داوران نشان داد که ۸۰ درصد خصوصیات ارگانولپتیکی آن مطلوب بوده است. (Bajlozov *et al.*, 1985) برای ماهی Herring دو فرآوری نمک سودکردن و ماریناد کردن را بکار بردند که مدت زمان

www.SID.ir

Archive of SID

نگهداری ماهی افزایش چشمگیری یافت.

(Motohiro *et al.*, 1992) به روش گرم از ماهی هرینگ حرارت دیده در روغن زیتون به مدت ۱۰ ثانیه، سپس غوطه‌ور شده در مخلوط نمک، سرکه، ادویه و... ماریناد تهیه کردند و مدت زمان نگهداری آن را تعیین نمودند.

(Nielsen, 1997) فرمول بسیار جدیدی را برای ماریناد در منطقه پرو به کار برد و ماهی Sardin را به روش گرم به ماریناد تبدیل کرد.

با توجه به کم شدن منابع دریایی و توسعه روزافزون کارگاههای صنعتی پرورش ماهی، ارزیابی ترکیبات غذایی ماهی علف‌خوار پرورشی و مقایسه آن با ماهی سفید دریایی ضروری به نظر می‌رسد، از طرفی برای مصرف‌کننده نیز جالب است که بداند نمونه‌های ارزانتر علف‌خوار پرورشی نسبت به نوع مشابه گرانتر دریایی، از لحاظ ترکیبات چه تفاوتی دارند.

روش نگهداری برای تمام مواد غذایی حائز اهمیت است و برای ماهی نیز با توجه به فساد پذیری بیشتر آن نسبت به سایر مواد غذایی، ضروری است. از گذشته تا بحال روش‌های مختلف نگهداری ماهی از جمله نمک سود کردن، دودی کردن، خشک کردن، انجماد و کنسرو کردن وجود داشته است که مشکلات مختلفی مانند ایجاد مسمومیت بوتولیسم و بیماری‌های فشار خون، قلبی و عروقی (روح‌بخش خالق دوست، ۱۳۶۷ ؛ پوستی، ۱۳۷۴)، هزینه بالا، ایجاد ترکیبات نامطلوب و... را به همراه دارد. بنابراین لازم است به فرآوری ماریناد (ماهی عمل‌آوری شده با اسید استیک و نمک) که بعنوان پیش غذا و اشتهاآور و یا در تهیه سالاد کاربرد دارد (Hall, 1994 ; معینی و دانش‌نوران، ۱۳۸۰ ; میرنظامی ضیابری، ۱۳۷۵) جهت افزایش عمر نگهداری (Shelf-life) پرداخته شود. ضمناً باید به منظور تطابق ذایقه ایرانی با محصول جدید، مورد ارزیابی ارگانولپتیکی و آزمایش حسی قرار گرفته و عمر نگهداری آنها تعیین گردد.

مواد و روش کار

گونه‌های مورد آزمایش ماهی سفید و ماهی علف‌خوار پرورشی بودند. در فصل صید (مهرماه)، سه نمونه هم وزن، هم جنس (نر) از ماهیان سفید دریایی در منطقه محمودآباد خریداری شد و برای نمونه‌های ماهی علف‌خوار پرورشی، از دو کارگاه مختلف A و B در منطقه آمل، ۶ نمونه هم سن، هم وزن، هم جنس (نر) خریداری گردید که مشخصات و جیره غذایی آنها در جدول ۱ آمده است. مواد شیمیایی مورد استفاده نیز همگی از شرکت مرک تهیه شد. جهت آماده‌سازی نمونه‌ها، پس از زدودن فلسها و شستشوی آن، سر و دم ماهی زده شد و عضلات پشتی و شکمی جدا و جهت آزمایش‌های بعدی آماده

www.SID.ir

Archive of SID

گردید.

جدول ۱ : مشخصات و جیره غذایی ماهی های سفید دریایی (S) و علف خوار پرورشی (F)

مشخصات	دریا (S_A ،S_B ،S_C)	کارگاه تکثیر A (A_A ،A_B ،A_C)	کارگاه تکثیر B (A_D ،A_E ،A_F)
تعدادنمونه	۳	۳	۳
جنسیت	نر	نر	نر
جیره غذایی	در مرحله ابتدایی زئوپلانکتون و در مرحله بعد موجودات کف‌زی	نی، بندراش، گیاهان و بعضی اوقات علوفه	نی، بند راش، گیاهان، یونجه و علوفه

ترکیبات مغذی نمونه‌های ماهی از جمله چربی کل (به روش سوکسله)، پروتئین (به روش کلدال)، خاکستر، کلسیم، فسفر، اندیس صابونی، اندیس اسیدی (طبق روش‌های متداول شیمیایی)، اندیس یدی (به روش هانوس)، اندیس پراکسید طی پنج فاصله زمانی پس از استخراج (به روش لی)، انرژی تام (با بمب کالریمتر) اندازه‌گیری شد (پروانه، ۱۳۷۴ ; Egan *et al.*, 1987). ضمناً یک نمونه از ماهی سفید دریایی (C)، یک نمونه ماهی علف‌خوار پرورشی از کارگاه A و یک نمونه ماهی علف‌خوار پرورشی از کارگاه B انتخاب گردید و از آنها ماریناد ساخته شد، سپس نمونه‌های ماریناد ساخته شده مورد ارزیابی ارگانولپتیکی قرار گرفت. بعلاوه مقدار مواد ازته فرار آن طی فواصل زمانی (۲، ۴، ۶ و ۸ ماه) اندازه‌گیری و مدت زمان نگهداری آن تعیین گردید (پروانه، ۱۳۷۴ ; Egan *et al.*, 1987). مقایسه کلیه میانگین‌ها طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

برای ساخت ماریناد گرم (ماریناد سرد طبق روش ماریناد گرم تهیه می‌گردد فقط فرآیند حرارتی اعمال نمی‌شود) از روش زیر استفاده گردید:

۱- ابتدا شیشه‌ها با آب داغ کاملاً شسته و تمیز می‌شوند.

۲ ـ پس از زدودن فلسها شستشوی کامل ماهی، سر و دم آن جدا شده و عضلات پشتی و شکمی، برای فرآوری ماریناد انتخاب می‌گردد.

۳ ـ گوشت ماهی به ابعاد ۳×۲ سانتیمتر قطعه‌بندی شده و سپس در روغن مایع تهیه شده از بازار حدود ۲۰ ثانیه در حرارت بسیار خفیف (حدود ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتیگراد)، سرخ می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

۴ ـ به مقدار ۱۲ درصد وزن سرکه، نمک طعام اضافه می‌گردد.

۵ ـ قطعات ماهی حرارت دیده به همراه سرکه، نمک، فلفل قرمز و سیر در داخل شیشه گذاشته می‌شود.

۶ ـ شیشه‌ها درب‌بندی شده و به وسیله آب داغ پاستوریزه می‌گردند.

۷ ـ شیشه‌ها در درجه حرارت زیر ۱۵ درجه سانتیگراد نگهداری می‌شوند.

۸ ـ پس از دو هفته ماریناد حاصله به مرحله رسیدگی رسیده است یعنی مواد بکار رفته به خوبی در بافت گوشت نفوذ کرده و طعم آن مطلوب بوده و قابل مصرف می‌باشد. سپس ماریناد گرم حاصله مورد ارزیابی ارگانولپتیکی قرار گرفت و مدت زمان ماندگاری آن نیز تعیین گردید.

روش مورد استفاده در آزمون حسی، روش هدونیک (Hedonic scale) بود. دراین روش، ویژگی‌ها از نظر چگونگی پذیرش با صفاتی مانند عالی، بسیار خوب، خوب، ضعیف و بد، طبقه‌بندی گردید. نظر به اینکه پرسش‌نامه مورد نظر با توجه به خصوصیات هر فرآورده (رنگ، بو، بافت، طعم و پس طعم) توسط داوران مورد سنجش قرار گرفت، به این صفات امتیاز (۰ تا ۱۰۰) داده شد یعنی برای صفات عالی ۱۰۰ امتیاز، بسیار خوب ۸۰ امتیاز، خوب ۶۰ امتیاز، متوسط ۴۰ امتیاز، ضعیف ۲۰ امتیاز و بد صفر امتیاز در نظر گرفته شد. در نهایت این امتیازدهی براساس میانگین امتیاز ۲۵ داور، تجزیه واریانس گردیده و مورد تحلیل قرار گرفت.

نتایج

میانگین درصدهای پروتئین، چربی، خاکستر، میلی‌گرم فسفر و کلسیم در صد گرم، میزان ژول انرژی در صد گرم، اندیس‌های یدی، صابونی، اسیدی، و اندیس پراکسید روغن، بلافاصله پس از استخراج، سه و پنج روز و یک هفته پس از استخراج، در ماهی‌های سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی (از دو کارگاه مختلف)، در جدول ۲ منعکس شده است.

ارزیابی ارگانولپتیکی مارینادهای تولید شده به روش گرم (از جمله صفات رنگ، بو، بافت، طعم و پس طعم) از ماهی‌های دریایی و علف‌خوار پرورشی در نمودارهای ۱ تا ۵ مشاهده می‌گردد. همچنین نتایج تعیین ماندگاری مارینادهای تولیدی با توجه به دو خصوصیت میزان مواد ازته فرار (میلی‌گرم در صد گرم) و اندیس پراکسید (mEq/kg) در جدول ۳ ملاحظه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: نتایج مقایسه کلی ترکیبات غذایی ارزیابی شده ماهی سفید دریایی (S_A،S_B،S_C) و ماهی علف‌خوار پرورشی (A_A،A_B،A_C،A_D،A_E،A_F)

ترکیبات	S_A	S_B	S_C	A_A	A_B	A_C	A_D	A_E	A_F
درصد پروتئین	۱۹/۲۱ a	۱۸/۹۹ a	۱۹/۰۳ a	۱۹/۱۱ a	۱۹/۲۱ a	۱۸/۹۷ a	۱۸/۹۲ a	۱۹/۱ a	۱۸/۹۰ a
درصد چربی	۸/۰۲ cd	۷/۹۸ d	۷/۹ d	۸/۵۲ b	۸/۷۵ ab	۸/۸۸ a	۹/۰۱ a	۸/۹۳ a	۸/۸۹ a
درصد خاکستر	۱/۱۲ c	۱/۱۷ b	۱/۱۸۱ b	۱/۱۹۲ ab	۱/۲۰ ab	۱/۱۹۳ ab	۱/۲۱۹ a	۱/۱۹۶ ab	۱/۱۸۸ ab
فسفر mg/100g	۲۶۹/۵ a	۲۶۷/۸ b	۲۶۹/۹ a	۲۵۸/۹ cd	۲۵۷/۸ d	۲۵۶/۵ g	۲۵۶/۲ g	۲۵۴/۹ e	۲۵۸ f
کلسیم mg/100g	۸۲/۵۸ b	۹۳ a	۹۱/۱ a	۵۸/۵ c	۴۲/۷۷ g	۴۷/۳۸ f	۵۱/۱ e	۴۳/۲ g	۵۴/۸۲ d
انرژی J/100g	۲۱۸/۹۸ ab	۲۲۲/۳۳ a	۲۱۹/۲۹ ab	۲۱۲/۲۵ d	۲۲۲/۹۷ a	۲۱۷/۲۳ bc	۲۲۲/۱۸ a	۲۱۵/۲۷ cd	۲۱۸/۸۹ ab
عدد یدی I_2%	۱۱۲/۴ a	۱۱۵/۵ a	۱۱۵/۸ a	۱۰۸/۹۸ cd	۱۰۹/۵ c	۱۰۹/۲۵ c	۱۰۷/۱۶ d	۱۰۷/۷۵ cd	۱۱۱/۴۸ b
عدد صابونی mgKOH/g	۱۹۷/۱۶ ab	۱۹۷/۹۳ ab	۱۹۹/۵۰ a	۱۸۹/۲۵ ed	۱۸۸/۳۳ ed	۱۹۲ cd	۱۹۳/۹۶ bc	۱۸۶/۷۵ e	۱۸۷/۱ e
عدد اسیدی (درصد اسید چرب برحسب اسیداولئیک)	۲۱/۴۱ e	۲۲/۳۵ ed	۲۳/۰۲ d	۲۶/۷۵ ab	۲۵/۵۲ c	۲۷/۴۱ ab	۲۵/۷۲ c	۲۷/۸۴ a	۲۶/۳ bc
عدد پراکسید (mEq/kg) بلافاصله پس‌ازاستخراج	۴/۴۹ b	۴/۳ b	۴/۷۰ b	۵/۷۳ a	۶/۲۰ a	۶/۲۰ a	۶/۳۸ a	۶/۱۳ a	۵/۸۶ a
عدد پراکسید پس از یک روز	۴/۹۶ fg	۴/۸۹ g	۵/۲۸ f	۶/۲۶ ed	۶/۹۶ ab	۷/۰۹ a	۷/۲۱ a	۶/۶۶ b	۶/۵۱ cd
عدد پراکسید پس از سه روز	۵/۳۶ bc	۵/۲۲ c	۶/۱۴ ab	۷/۰۰ ab	۷/۳۳ a	۷/۶۰ a	۷/۸۶ a	۷/۳۱ a	۷/۱۱ ab
عدد پراکسید پس از پنج روز	۶/۱۲ f	۶/۱۲ f	۶/۵۸ e	۷/۵۵ cd	۷/۹۲ b	۸/۱۶ ab	۸/۵۲ a	۷/۸۹ bc	۷/۴۷ d
عدد پراکسید پس از یک هفته	۶/۶۹ d	۶/۷۸ d	۷/۱۲ cd	۷/۹۹ b	۸/۳۶ ab	۸/۷۶ a	۹/۰۰ a	۸/۵ ab	۷/۹۸ b

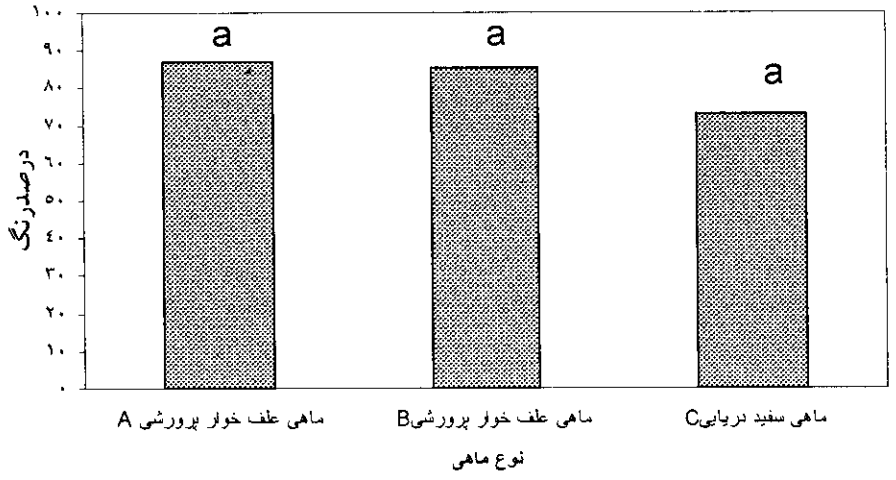
۱ - کلیه اعداد مندرج در جدول حداقل میانگین سه تکرار می‌باشند.

* - نتایج آزمون دانکن در سطح احتمالی ۵ درصد می‌باشد.

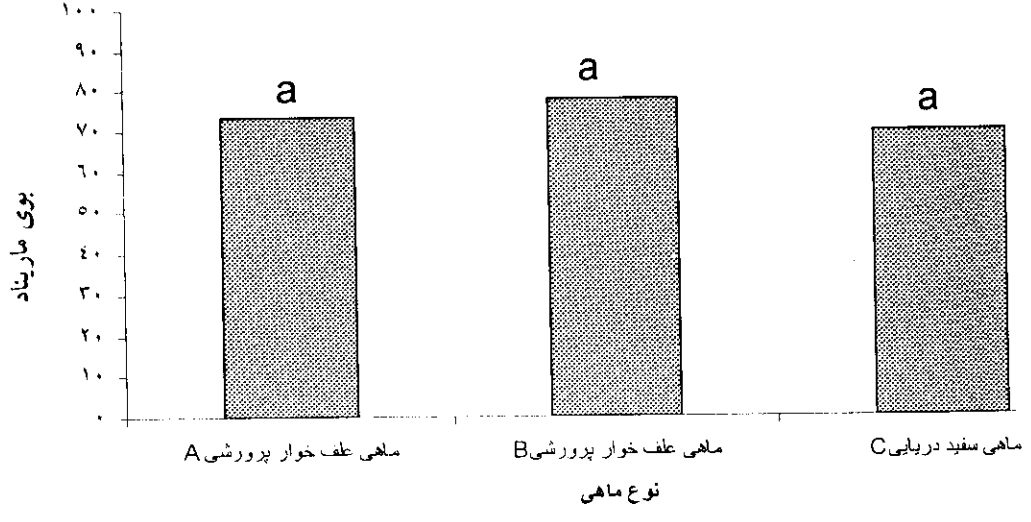
- حروف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار با هم ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID



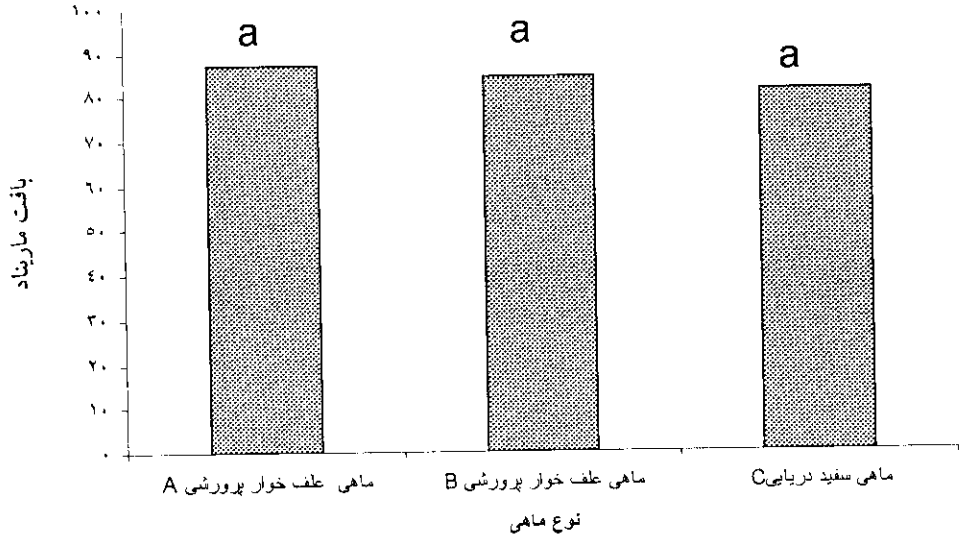
نمودار ۱: توزیع رنگ مارینا‌د تولیدی از انواع ماهی‌های سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی



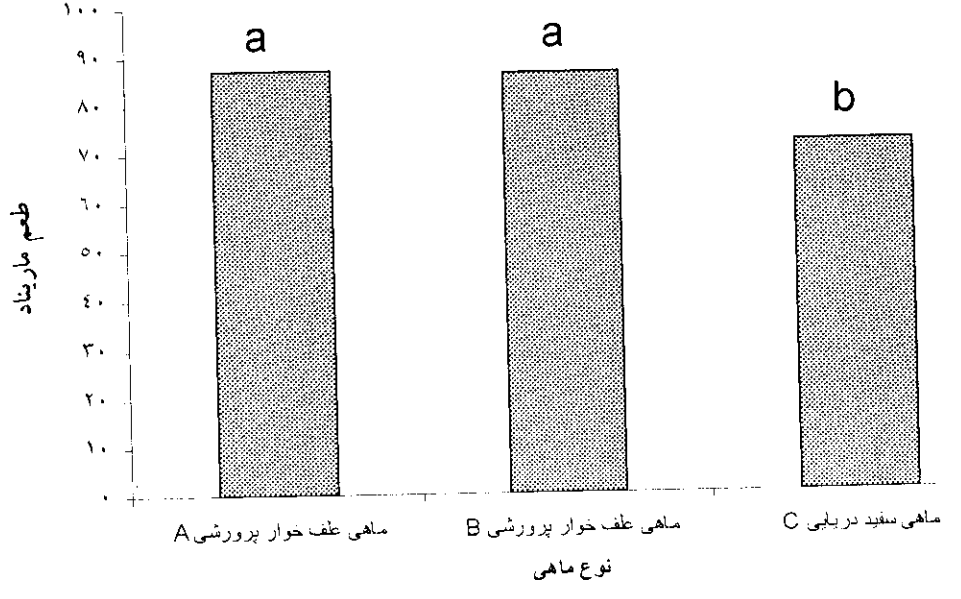
نمودار ۲: تغییرات بوی مارینا‌د تولیدی از انواع ماهی‌های سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی

www.SID.ir

Archive of SID



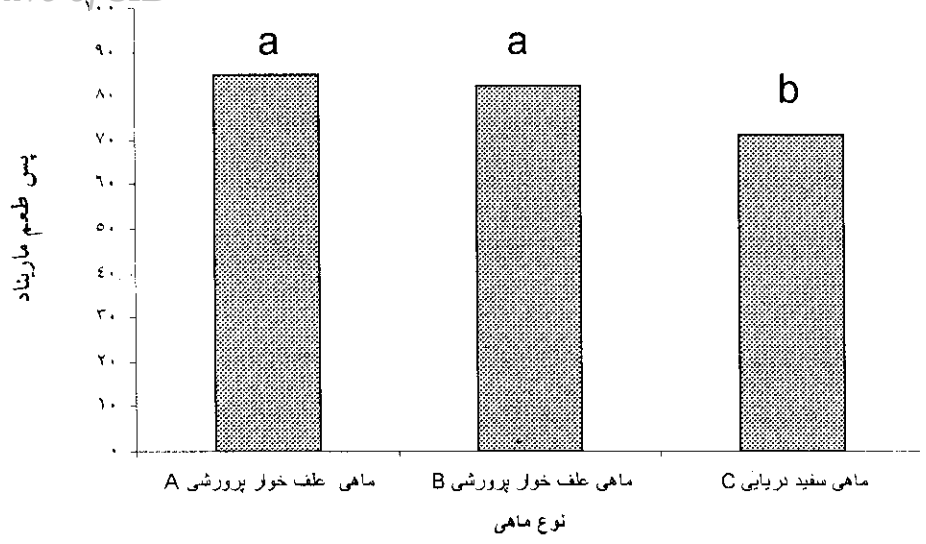
نمودار ۳: کیفیت بافت مارینادی تولیدی از انواع ماهی‌های سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی



نمودار ۴: توزیع طعم مارینادی تولیدی از انواع ماهی‌های سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۵: توزیع پس طعم ماریناد تولیدی از انواع ماهی‌های سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی

جدول ۳: نتایج آزمایشات تعیین ماندگاری ماریناد‌های تولیدی از ماهی‌های علف‌خوار پرورشی B,A و دریایی C طی ۴ زمان نگهداری

زمان / آزمایش	۲ ماه	۴ ماه	۶ ماه	۸ ماه
مواد ازته فرار* ماهی پرورشی A	۱۶	۱۷	۱۸/۱	۲۰/۷
مواد ازته فرار ماهی پرورشی B	۱۵/۴	۱۷/۲	۱۸/۷	۲۱
مواد ازته فرار دریایی C	۱۷	۱۸/۵	۱۹/۷	۲۲/۴
اندیس پراکسید**ماهی‌پرورشیA	۹	۱۰/۹	۱۲/۲	۱۳/۱
اندیس پراکسید ماهی پرورشی B	۹/۲	۱۱/۵	۱۳	۱۴/۳
اندیس پراکسید ماهی دریایی C	۸	۹/۵	۱۰/۲	۱۲

* بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم ** برحسب mEq/kg

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

براساس نتایج بدست آمده، میانگین پروتئین ماهی‌های سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی اختلاف معنی‌داری نداشته و می‌توان گفت میزان نوسانات پروتئین ماهی کم می‌باشد و در حد پروتئین ماهی‌های Scup و Shad است (Aitken *et al.*, 1982). با توجه به جیرهٔ غذایی آنها مشخص می‌گردد که هر دو گروه از ماهیان مورد آزمایش، میزان پروتئین مورد نیاز خود را از جیره غذایی تأمین می‌کنند.

میانگین چربی ماهی علف‌خوار پرورشی نسبت به چربی ماهی سفید دریایی اختلاف معنی‌داری داشته و در مجموع چربی ماهی علف‌خوار پرورشی به اندازه ۰/۹۳ درصد، از ماهی سفید دریایی بیشتر است. با توجه به اینکه ماهی علف‌خوار پرورشی نسبت به ماهی سفید دریایی در محیط بسته‌تری قرار دارد از این رو تحرک کمتری نسبت به ماهی سفید دریایی داشته و برای دستیابی به مواد غذایی مورد نیاز بر خلاف ماهی سفید دریایی نیاز به انرژی زیادی ندارد که باعث ازدیاد چربی در ماهی علف‌خوار پرورشی می‌گردد، در صورتی که ماهی سفید دریایی حالت عکس دارد. مقدار چربی ماهی‌های مورد آزمایش در تحقیق حاضر بطور نسبی متفاوت با مقدار آن در ماهی‌های Scup, Shad و Porgy است (Connell, 1980 ; Connell & Howgate, 1986 ; Aitken *et al.*, 1982). نوع ماهی و جیره غذایی مختلف می‌تواند دلیل این تفاوت باشد.

میزان خاکستر ماهی‌های سفید دریایی S_B و S_C و علف‌خوار پرورشی A_B، A_E، A_C، A_A، A_F اختلاف معنی‌داری نداشته ولی میزان خاکستر ماهی‌های سفید دریایی S_A با ماهی‌های علف‌خوار پرورشی A_D اختلاف معنی‌داری داشت (به مقدار ۰/۰۹۹ درصد) و در مجموع می‌توان گفت بین دو گونه ماهی سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی از نظر میزان خاکستر اختلاف معنی‌دار نیست. میزان خاکستر ماهی‌های مورد آزمایش در این تحقیق از ماهی Porgy کمتر است (Connell ; Connell, 1980 & Howgate, 1986). عواملی مانند نوع جنس، نوع جیره غذایی، محیط زندگی و... در این اختلاف مؤثر است.

میزان فسفر ماهی سفید دریایی با علف‌خوار پرورشی اختلاف معنی‌داری داشته و میانگین فسفر ماهی سفید دریایی از علف‌خوار پرورشی به مقدار ۱۲/۰۱ میلی‌گرم در صد گرم، بیشتر است و با جیره غذایی ماهیان ارتباط دارد، از طرفی ترکیبات فسفر در آب دریا بیشتر بوده و هنگام تغذیه ماهی در دریا،

www.SID.ir

Archive of SID

از موجودات ریز دریایی، نرم‌تنان و... دریافت شده است. میزان فسفر ماهی سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی در محدوده میزان فسفر میگو قرار دارد (Suazuki, 1981).

میانگین کلسیم ماهی سفید دریایی با میانگین کلسیم ماهی علف‌خوار پرورشی اختلاف معنی‌داری داشته، در مجموع میزان میانگین کلسیم ماهی سفید دریایی از علف‌خوار پرورشی بیشتر است و علت آن به اختلاف جیره غذایی آن دو بر می‌گردد. جیره غذایی ماهی سفید دریایی حاوی مقادیر زیاد کلسیم است، در صورتی که جیره غذایی ماهی علف‌خوار پرورشی از گیاهان تشکیل شده و تقریباً از نظر کلسیم فقیر می‌باشد. مقدار کلسیم ماهی سفید دریایی با مقدار کلسیم دیگر آبزیان ذکر شده در این مقاله هماهنگی دارد (Martin & Fliek, 1990 ; Suazki, 1981). میانگین انرژی ماهی‌های سفید دریایی با ماهی‌های علف‌خوار پرورشی A_B، A_C، A_D، A_F اختلاف معنی‌داری نداشته و با ماهی علف‌خوار پرورشی A_E، A_A اختلاف معنی‌داری دارد. یعنی در کل می‌توان گفت میانگین انرژی ماهی سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی اختلاف معنی‌داری ندارد. مقدار انرژی این ماهیان در مقایسه با ماهی هرینگ و ماکرل کمتر است و می‌توان آن را به عواملی همچون میزان چربی و دیگر ترکیبات، نوع ماهی، نوع جنس (نر)، نوع جیره غذایی ارتباط داد (Aitken *et al.*, 1982). میانگین اندیس یدی ماهی سفید دریایی اختلاف معنی‌داری با میانگین اندیس یدی ماهی علف‌خوار پرورشی داشته و در کل میزان میانگین اندیس یدی ماهی سفید دریایی از علف‌خوار پرورشی به میزان ۶/۲۰ I_2%، بیشتر است. با توجه به اینکه اندیس یدی معرف اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که میزان اسیدهای چرب غیراشباع ماهی‌های سفید دریایی از علف‌خوار پرورشی بیشتر است. همچنین مقدار عدد یدی این ماهیان از میزان عدد یدی ماهی Porgy کمتر است. علت آن به نوع جیره غذایی، جنسیت، فصل صید و... برمی‌گردد (Connell & Howgete, 1986 ; Connell, 1980).

میانگین اندیس صابونی ماهی سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی اختلاف معنی‌داری دارند و میزان میانگین این اندیس در ماهی‌های سفید دریایی از علف‌خوار پرورشی به مقدار ۸/۶۲mgKOH/g، بیشتر است. همچنین عدد صابونی این ماهیان از عدد صابونی ماهی Porgy بیشتر است (Connell, 1980 ; Connell & Howgate, 1986). مقدار عدد صابونی با وزن مولکولی اسیدهای چرب متشکله مواد چرب تغییر می‌کند بدین معنی که هر چه طول زنجیره‌های اسید چرب زیادتر باشد در نتیجه وزن مولکولی

www.SID.ir

Archive of SID

گلیسرید زیادتر و قلیای کمتر، به مصرف صابونی کردن مقدار معینی از آن می‌رسد. با توجه به اینکه میزان عدد صابونی ماهی سفید دریایی از علف‌خوار پرورشی بیشتر است می‌توان گفت در ماهی سفید دریایی اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه و وزن مولکولی کم، نسبت به ماهی علف‌خوار پرورشی بیشتر بوده و یا اسیدهای چرب با وزن مولکولی بالا در اثر اکسیداسیون، دچار شکستگی زنجیر شده و به اسیدهای چرب با وزن مولکولی کم تبدیل می‌گردند و در نتیجه موجب افزایش میزان عدد صابونی می‌شود.

میانگین اندیس اسیدی ماهی سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی اختلاف معنی‌داری داشته و در کل میزان میانگین اندیس اسیدی ماهی علف‌خوار پرورشی از ماهی سفید دریایی به مقدار ۴/۳۳ درصد اسید چرب برحسب اسید اولئیک، بیشتر است و نکته قابل توجه اینکه میزان میانگین اندیس اسیدی در بین ماهی‌های سفید دریایی نیز اختلاف معنی‌داری دارد و در بین ماهی‌های علف‌خوار پرورشی نیز این مورد به چشم می‌خورد. طبق نظر محققان اندیس اسیدی دو برابر مقدار درصد اسید چرب آزاد بوده و میزان اسیدهای چرب آزاد نیز معرف فساد چربی است. مقدار این اندیس نشان‌دهندهٔ کیفیت روغن یا چربی می‌باشد (پروانه، ۱۳۷۴ ؛ حسینی، ۱۳۷۸ ؛ Egan *et al.*, 1987). مقداری اسید چرب آزاد بخودی خود در روغن وجود دارد و در اثر فساد و هیدرولیز، مقدار آن از حد معین تجاوز می‌کند. میزان بالای اندیس اسیدی در ماهی علف‌خوار پرورشی را می‌توان به سرعت هیدرولیز چربی در آن نسبت داد که بالطبع سرعت فسادپذیری چربی در آن بیشتر است، چون میزان اسیدهای چرب در بین ماهی سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی مختلف بود و طبیعتاً به نوع جیره غذایی، جنسیت، گونه و... ارتباط دارد.

با مقایسه اندیس پراکسید در فواصل زمانی ۰، ۱، ۳، ۵، ۷ روز پس از استخراج و طبق نتایج حاصله از آزمون دانکن می‌توان نتیجه گرفت که میانگین اندیس پراکسید طی پنج فاصله زمانی استخراج، اختلاف معنی‌داری داشته و در مجموع میزان میانگین این اندیس در ماهی‌های علف‌خوار پرورشی به مقدار ۱/۵mEq/kg، بیشتر از ماهی سفید دریایی است. پراکسید، محصول اولیه اکسیداسیون مواد چرب است و هر چه درجه غیراشباعیت روغن‌ها بیشتر باشد، روغن آمادگی بیشتری برای اکسیداسیون دارد. وقتی که میزان پراکسید به حد معینی برسد تغییرات مختلفی صورت پذیرفته و مواد فرار آلدئیدی، ستنی و اسیدهای چرب زنجیره کوتاه ایجاد می‌شود که در ایجاد بو و طعم نامطبوع مؤثر می‌باشد. بدین جهت پراکسید ایجاد شده گرچه مستقیماً سبب بو و طعم نامطبوع مواد چرب نیست ولی معرف درجه پیشرفت

www.SID.ir

Archive of SID

اکسیداسیون و در نتیجه کیفیت روغن و یا ماهی می‌باشند. ایجاد پراکسید در مراحل اولیه به کندی صورت می‌پذیرد و با توضیحات قبل انتظار براین است که میزان پراکسید تولیدی در ماهی سفید دریایی بیشتر از ماهی علف‌خوار پرورشی باشد، چون اندیس یدی آن بالاتر و میزان غیراشباعیت اسیدهای چرب آن بیشتر است. لکن در مرحله عمل با توجه به نتایج آزمایشات مشاهده می‌شود که میزان پراکسید تولیدی طی پنج فاصله زمانی استخراج در ماهی علف‌خوار پرورشی با وجود غیراشباعیت کمتر اسیدهای چرب، بیشتر است که آن به دلیل وجود آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی بیشتر در ماهی سفید دریایی است. البته عوامل مختلفی از جمله حرارت، نور، آلودگی مواد چرب با ماده چرب تند شده، فلزات به عنوان پرواکسیدان و هوا نیز در این امر مؤثرند (Motohiro *et al.*, 1992).

در ارزیابی ارگانولپتیکی مارینادها توسط داوران مشخص گردید که میانگین تیمارهای A و B اختلاف معنی‌داری ندارند ولی تیمار C اختلاف معنی‌داری با تیمارهای A و B دارد. در نتیجه رنگ حاصله از مارینادماهی‌های علف‌خوارپرورشی از مارینادماهی سفید دریایی مطلوبتر است. میانگین بو در تیمارهای A، B و C اختلاف معنی‌داری ندارند و بو در مارینادهای حاصله از ماهی سفید دریایی و ماهی علف‌خوار پرورشی مشابه است. میانگین بافت تیمارهای A، B و C اختلاف معنی‌داری ندارند و بافت مارینادهای حاصله از ماهی سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی مشابه بود. طبق نتایج حاصله از آزمون دانکن میانگین طعم ماهی‌های علف‌خوار پرورشی A و B اختلاف معنی‌داری ندارند ولی با ماهی سفید دریایی C اختلاف معنی‌داری داشته و می‌توان گفت که طعم مارینادتولیدی از ماهی‌های علف‌خوار پرورشی از دریایی از نظر داوران مطلوبتر است. دلیل آن را می‌توان به وجود چربی نسبتا" بیشتر در ماهی علف‌خوار پرورشی نسبت داد که با ذائقه ایرانی‌ها نیز تناسب دارد. طبق نتایج حاصله از آزمون دانکن میانگین پس طعم مارینادهای A و B اختلاف معنی‌داری با هم ندارند ولی با مارینادهای سفید دریایی C اختلاف معنی‌داری دارد. به عبارت دیگر می‌توان نتیجه گرفت پس طعم مارینادماهی‌های علف‌خوار پرورشی مطلوبتر از مارینادماهی سفید دریایی است که به دلیل چربی نسبتاً بیشتر ماهی علف‌خوار پرورشی است.

نتایج آزمایشات تعیین ماندگاری مشخص می‌کند که اندیس پراکسید برای روغن و مواد چرب تازه باید کمتر از ۵mEq/kg باشد و چنانچه بین ۵ و ۲۰ باشد اکسیداسیون شروع گردیده و باید هر چه سریعتر

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف گردد و اگر بیشتر از ۲۰ باشد روغن صلاحیت مصرف را نخواهد داشت (ماجدی، ۱۳۷۴). نتایج حاصله از جداول نشان دهندهٔ این است که اندیس پراکسید محصولات ماریناد حتی پس از ۸ ماه نیز در حد قابل قبولی قرار دارد. اگر مواد ازته فرار Total Volatile Nitrogen (T.V.N) که در اثر تجزیه مولکول‌های پروتئینی بوجود می‌آیند، از ۲۰ میلی‌گرم در صد گرم در عضله ماهی تجاوز کند، گوشت صلاحیت مصرف ندارد (Hall, 1994 ; ماجدی، ۱۳۷۳). همچنین با نگهداری ماریناد در حرارت ۱۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ماه میزان مواد ازته فرار از حد استاندارد خارج نشده و ماریناد‌ها قابلیت مصرف دارند. با توجه به نتایج و حد استاندارد مورد قبول (اندیس پراکسید و مواد ازته) می‌توان نتیجه گرفت که ماریناد حاصله از ماهی سفید در حرارت نگهداری ۱۰ درجه سانتیگراد و با فرمول معین ذکر شده به مدت ۶ ماه قابلیت مصرف دارد. این نتایج با تحقیقات (Motohiro *et al.*, 1992) هماهنگی دارد.

با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد که ماهیان سفید دریایی و علف‌خوار پرورشی از نظر ترکیبات غذایی، بسیار به هم نزدیک بوده و فقط سرعت فسادپذیری روغن ماهی علف‌خوار پرورشی بیشتر است و سرعت لزوم فرآوری یا تازه خوری را گوشزد می‌کند، از این رو ماهیان علف‌خوار پرورشی در تأمین مواد مغذی بدن همانند ماهیان سفید دریایی نقش بسزایی دارند و جایگزین مناسب برای ماهیان سفید دریایی می‌باشند. ضمناً با قیمت ارزان‌تر، برای مصرف‌کننده نیز مقرون به صرفه است. با توجه به اینکه روش‌های قدیم فرآوری ماهی مانند نمک سود کردن، دود دادن، خشک کردن، انجماد که مشکلاتی همانند خطر ابتلاء به مسمومیت‌های بوتولیسمی، بیماری‌های فشار خون، قلبی و عروقی (روح‌بخش خالق دوست، ۱۳۶۶ ; پوستی، ۱۳۷۴)، هزینه بالا، آلودگی میکروبی و کاهش کیفیت را به همراه دارد، ماریناد راه مناسب‌تری برای فرآوری ماهی می‌باشد که هیچ کدام از مشکلات فوق را نداشته، با ذائقه ایرانیان نیز تطابق دارد، با امکانات کم قابل تهیه و نگهداری بوده و در حرارت ۱۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ماه قابل نگهداری است و نیز از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد. همچنین ماهی سفید جزء ماهی‌های استخوانی است و استخوان هنگام تازه‌خوری ماهی مشکلاتی را برای مصرف‌کننده به همراه دارد ولی ماریناد حاصله از ماهی سفید فاقد هر گونه استخوان هنگام مصرف است که به خاطر حل شدن استخوان در اسید استیک به هنگام فرآوری می‌باشد، از این رو تهیه ماریناد از ماهی‌های استخوانی دیگر توصیه می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

در پایان پیشنهاد می‌شود، به دلیل اینکه هنوز مطالعاتی در زمینه ارزیابی ترکیبات غذایی ماهیان مختلف دریای شمال و جنوب انجام نشده، جدولی از ترکیبات غذایی ماهیان مختلف دریاهای شمال و جنوب کشور تهیه گردد. همچنین با توجه به نظر داوران که برخی ویژگی‌های ماریناد از جمله طعم و پس طعم ماهی علف‌خوار پرورشی را به علت بیشتر بودن چربی ترجیح دادند، ماریناد از ماهی‌های نسبتاً چرب دیگر تهیه گردیده و مورد ارزیابی ارگانولپتیکی و میکروبی و pH قرار گیرد.

منابع

پروانه، و. ، ۱۳۷۴. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۵ صفحه.

پوستی، ع. ، ۱۳۷۴. درمان‌های غیر دارویی اختلالات چربی خون. ماهنامه دارویی رازی. سال ششم، شماره ۱۱، صفحات ۶ تا ۱۶.

حسینی، ز. ، ۱۳۷۸. روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز. چاپ سوم، ۲۱۰ صفحه.

روح‌بخش خالق دوست، ع. ، ۱۳۶۶. بررسی بوتولیسم در ایران و انتشار عامل آن. کنگره ملی نگهداری مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۱۹۷ تا ۲۱۱.

ستاری، م. و معتمد، م.ک. ، ۱۹۹۷. پرورش متراکم ماهی. تألیف ج. شفرد و ن. برومیج. جلد اول، انتشارات دانشگاه گیلان، ۱۹۳ صفحه.

ماجدی، م. ، ۱۳۷۳. روش‌های آزمون شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۰۸ صفحه.

معینی، س. و دانش‌نوران، ب. ، ۱۳۸۰. تولید ماریناد سرد از ماهی کلمه. مجله منابع طبیعی ایران. جلد ۵۴، شماره ۱، صفحات ۶۳ تا ۷۳.

میرنظامی ضیابری، س.ح. ، ۱۳۷۵. اصول بسته‌بندی مواد غذایی. انتشارات مرسا تهران، ۲۷۲ صفحه.

Aitken, A.I.M. ; Merritt, J.H. and Wind Sorceds, M.I. , 1982. Fish handling and processing. Hermajesty's Stationary Office. Edinburgh. pp.242-248.

www.SID.ir

Archive of SID

Bajlozov, O. ; Lieva, R. and Petrova , 1985. Investigation of salted marinade steeped Atlantic mackerel (*Scomber colias*): in Food Industry Science, Vol.3, pp.59-63.

Connell, J. , 1980. Advances in fish science and technology. Fishing News Books Ltd. Surrey, England. pp.63-67.

Connell, J. and Howgate, P.F. , 1986. Fish and fish products. Quality control in Food Industry, Vol. 2., Academic Press. pp.130-132.

Egan, H. ; Kirk, R. and Sawyer, R. , 1987. Pearson's chemical analysis of foods. 8th Edition. Longman Scientific & Technical, 391 P.

Hall, G.M. , 1994. Fish processing technology. Chapman & Hall. London. U.K., 309 P.

Hui, Y.H. , 1996. Bailey's industrial oil and fat products. Vol. 4, John Wiley & Sons, U.S.A. 679 P.

Kreuzer, R. , 1974. Fish marinade. Fisher Products, Vol. 4, pp.38-50.

Martin, R.E. and Fliek, G.J. , 1990. Sea food industry. Van Nostrand Reinhild. pp.91-98.

Motohiro, T. ; Kodota, H. ; Hashimoto, K. ; Kayama, M. and Tokunag, T. , 1992. Science of processing marine food products. Japan International Cooperation Agency. Vol. 11, pp.8-10.

Nielsen, J. , 1997. Fish snacks and shell fish snacks. Snack Food, Vol. 3, pp.183-205.

Suazuki , 1981. Fish and krill protein. Applied Science Publishers, London.pp.70-72.

www.SID.ir