Food Research Journal

Online ISSN: 2676-5691 Print ISSN: 2008-515X

https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

Proximate composition and quality evaluation of *Thunnus tonggol* and *Thunnus albacares* landed in Chabahar coast during storage in two states of ice and freezing

Seraj Bita[1]✉ and Salim Sharifiyaan[1]

[1]Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of marine sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

[2]Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of marine sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

✉Corresponding author: serajbita@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article type:

Research Article

Article history:

Received: June 24, 2022

Accepted: October 7, 2023

Published: February 29, 2024

Keywords:

Nutritional value, Fish, Quality, *Thunnus tonggol*, *Thunnus albacares*, Fishing method, Storage method

ABSTRACT

Background: Considering that the tuna fishes are used as raw material for preparing canned fish, therefore, it is necessary to identify the most suitable method of catching and keeping them in order to maintain the nutritional value and quality of the raw material.

Aims: In this study, the proximate composition and quality of *Thunnus tonggol* and *Thunnus albacares* unloaded in Chabahar beach were investigated based on the type of fishing and storage method in fishing vessels.

Methods: After landing the fish, they were immediately transferred to the laboratory of Chabahar maritime university and then the proximate composition (moisture, protein, fat and ash) and chemical quality indicators (pH, peroxide Value, TBA acid, anisidine index, TMA and TVB-N) were measured.

Results: In *Thunnus tonggol* caught with gillnet and kept in ice the amount of moisture, protein and fat was significantly lower compared to other groups ($P<0.05$). In *Thunnus albacares* there were no significant differences in proximate compounds. Among the chemical indicators, pH level in *Thunnus tonggol* fish caught with gillnet and kept in ice increased significantly ($P<0.05$) and in *Thunnus albacares* fish caught with hooks and kept in freezing condition, decreased significantly ($P<0.05$). The peroxide value, TBA and TMA in fishes caught with hook and kept in frozen condition was significantly lower than other groups, but anisidine index did not show significant difference in all samples.

Conclusion: Overall, the results showed that fishes caught with hooks and kept in frozen condition had better nutritional value and quality than other groups.

CC BY NC

DOI: 10.22034/FR.2023.52378.1841

OPEN ACCESS

Extended Abstract

Introduction: Considering that the *Thunnus tonggol* and *Thunnus albacares* fishes are used as raw material for preparing canned fish, therefore, it is necessary to identify the most suitable method of catching and keeping them in order to maintain the nutritional value and quality of the raw material. Usually, changes in fish after catching until consumption or processing may be due to reasons such as chemical and enzymatic reactions, oxidative spoilage and bacterial growth, which cause the production and increase of some chemical compounds such as total volatile nitrogen, peroxide number, thiobarbituric acid, change in pH results in a decrease in the quality and shelf life of the fish (Rezaei and Hosseini, 2008), so the proper method of fishing and the correct method of storage and transportation after catching can play an important role in controlling these changes and creating the desired quality in fish and its products include canned fish. The principal components of this fish's muscles are water, fat, protein, minerals and vitamin compounds. Biochemical methods based on production of trimethylamine (TMA), total volatile basic nitrogen (TVB-N) and lipid oxidation have also commonly used to evaluate fish quality (Jinadasa et al., 2015). *Thunnus tonggol* and *Thunnus albacares* belongs to the family Scombridae and they are pelagic large size marine fish (Jinadasa et al., 2015). *Thunnus tonggol* and *Thunnus albacares* fisheries are of crucial importance to Iran due to their economic importance of fresh, frozen and canning trade. The aim of this study is therefore to determine the nutritional value and quality of the *Thunnus tonggol* and *Thunnus albacares* that landed in Chabahr coast using some chemical indices, to established the limit of acceptability and determine if the type of catching and storage as effects on the rate of deterioration.

Material and methods: The samples studied in the present research are *Thunnus tonggol* and *Thunnus albacares* fishes with average length and weight of 69.50±2.62 cm and 4123±69.45 gr and 75.00±11.115 cm and 7399±103.44 gr respectively, which were caught by local fishermen using fishing boats using two methods of fishing with hooks and gillnets, and until they reached the shore of Briss in Chabahar, they were in ice in some boats and in others they were kept frozen. After landing the fishes on the beach for qualitative evaluation, the studied samples were divided into 8 groups based on the type of fishing method (hook and gillnet) and the method of storage after catching (keeping in ice and freezing) on the float. The standard method of AOAC (2005) was used to measure the proximate compositions include moisture, crude protein, crude fat, and crude ash of the samples. The determination of the pH value was performed according to Chen et al. (2019). The determination of the TMA and TVB-N value was performed according to Li et al. (2019). Peroxide value was measured according to the iodometric method provided by Egan et al. (1979) through fish oil extraction using methanol-chloroform and anisidine index was performed according to the AOCS (1998) method with a standard number of 90-18 Cd based on the reaction between the anisidine reagent diluted in Glacial acetic acid with aldehydes in the fat sample.

Results and discussion: In the present study, the results of the proximate composition in the muscles of *Thunnus tonggol* and *Thunnus albacares* fish species showed that the moisture content was above 70-75% in all groups of fish, except for the *Thunnus tonggol* fish caught with the hook method and kept in freezing condition. Usually, the largest percentage of biochemical compounds in the fish body is made up of water, which is less than 80% in medium-fat fish such as tuna (Amiri et al., 2015). Tuna fish have high protein (22.26-22.2 gr per 100 gr of muscle) and low-fat content (0.2-2.70 gr per 100 gr of muscle) and high moisture content in fish with low fat content (Rani et al., 2016), that this was also observed in the present study. The amount of moisture and protein in *Thunnus tonggol* fish was slightly higher than *Thunnus albacares* fish. The difference in the proximate composition of fish may be due to feeding or fishing ground and season (Ali et al., 2020). In terms of fat content, *Thunnus tonggol* fish had more fat than *Thunnus albacares* fish, but the percentage of fat in both species was less than 5%. Usually, the amount of fat in tuna fish is

less than 5% and they are classified as lean fish (Bahurmiz, 2019). The amount of ash was not much different in both types of *Thunnus tonggol* and *Thunnus albacares* fish, this issue shows the same nutritional value of *Thunnus tonggol* and *Thunnus albacares* fish in terms of minerals, because ash is an index for measuring the mineral content of different foods, including fish. The amount of moisture, fat and protein in *Thunnus tonggol* fish caught with gillnet and kept in frozen state has decreased significantly compared to other fish groups ($p<0.05$), but there was no difference in the amount of ash between different groups of *Thunnus tonggol* fish ($p>0.05$). The reduction of protein in food products stored at freezing temperature can be caused by protein denaturation as a result of the increase of ionic bonds in the intracellular tissue, followed by the migration of water to the extracellular tissue. The reduction of fat during the storage period of fish may be due to the activity of enzymes involved in the hydrolytic spoilage of fat and its conversion into free fatty acids (Kusuma et al., 2017). In *Thunnus albacares* fish, except for the moisture, which was significantly reduced in the group of fish caught with gillnet and kept in frozen state compared to other groups ($p<0.05$), the amount of other proximate compounds did not differ significantly between different groups of fish ($p>0.05$) and the highest amount of these compounds was related to the group of *Thunnus albacares* fishes caught with hooks and kept in frozen condition. The measurement of chemical quality indicators showed that the pH level in *Thunnus tonggol* fish caught with gillnet and kept in ice increased significantly ($p<0.05$) and in *Thunnus albacares* fish caught with hooks and kept in freezing condition, decreased significantly ($p<0.05$). The decrease in pH indicates the phenomenon of glycolysis and as a result the production of lactic acid and its subsequent increase to a value higher than 7 also indicates the loss of quality due to the production of volatile compounds and the start of autolytic activity (Done et al., 2018). The peroxide value, thiobarbituric acid and TMA in the groups caught by the hook method and kept in the frozen state was significantly lower than the other groups, but the anisidine index did not show significant difference in all the fish samples ($p>0.05$). The amount of TVB-N in *Thunnus tonggol* fish had no significant difference and in *Thunnus albacares* fish it was 13.21 ± 1.53 mg/100g in the method of catching with gillnet and kept in ice, it was significantly higher than other groups ($p<0.05$). The amount of these compounds was lower than the acceptale limit (Jinadasa et al., 2015), which indicates the proper quality of the fish

Conclusion: Overall, the results of this study showed that fishes caught with hooks and kept in frozen condition have better nutritional value and quality than the other groups.

پژوهش‌های صنایع غذایی
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۵۶۹۱ ، شاپا چاپی ۵۱۵X- ۲۰۰۸
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

سنجش ترکیبات تقریبی و ارزیابی کیفی ماهیان تون هوور و گیدر تخلیه شده در ساحل چابهار طی نگهداری در دو حالت یخ و انجماد

سراج بیتا[1]✉ و سلیم شریفیان[1]

[1] استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار
✉ مسئول مکاتبه: sarajbita@yahoo.com

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
علمی پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۱/۴/۳
پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۱۵
انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۱۰

کلید واژه:
ارزش غذایی، ماهی، کیفیت، هوور، گیدر، روش صید، شیوه نگهداری

چکیده

زمینه مطالعاتی: نظر به اینکه ماهیان هوور(*Thunnus tonggol*) و گیدر (*Thunnus albacores*) به عنوان ماده خام برای تهیه کنسرو ماهی استفاده می‌شوند، بنابراین شناسایی مناسب‌ترین روش صید و شیوه نگهداری آن‌ها به منظور حفظ ارزش تغذیه‌ای و کیفیت ماده خام ضروری می‌باشد. **هدف:** در مطالعه حاضر ترکیبات تقریبی و کیفیت ماهیان تون هوور و گیدر تخلیه شده در ساحل چابهار بر مبنای نوع روش صید و شیوه نگهداری در شناورهای صیادی بررسی شدند. **روش کار:** پس از تخلیه ماهیان در ساحل، بلافاصله آن‌ها را به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه دریانوردی چابهار انتقال داده و مقادیر ترکیبات تقریبی (رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر) و شاخص‌های شیمیایی کیفیت (pH، عدد پراکسید، تیوباربیتوریک اسید، شاخص آنیزیدین، تری متیل آمین و ازت فرار تام) در این ماهیان سنجش شدند. **نتایج:** در ماهی هوور صید شده با تور گوشگیر و نگهداری شده دریخ به جز خاکستر، میزان رطوبت، پروتئین و چربی در مقایسه با سایر گروه‌ها به‌طور معنی‌داری کمتر بود (P<۰/۰۵). در ماهی گیدر به جز رطوبت سایر ترکیبات تقریبی بین گروه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نداشتند. از بین شاخص‌های شیمیایی میزان pH به جز در ماهیان هوور صید شده با تور گوشگیر و نگهداری شده در یخ و ماهیان گیدر صید شده با قلاب و نگهداری شده در حالت انجماد در سایر گروه‌ها با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت . مقدار عدد پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و تری متیل آمین در گروه‌های صید شده با روش قلاب و نگهداری شده در حالت انجماد نسبت به سایر گروه‌ها به طور معنی‌داری پایین‌تر بود، اما شاخص آنیزیدین در تمام نمونه‌های ماهیان با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت . میزان TVB-N در ماهیان هوور فاقد تفاوت معنادار و در ماهی گیدر به میزان ۱/۵۳ ± ۱۳/۲۱ میلی‌گرم در صدگرم در روش صید با گوشگیر و نگهداری در یخ به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر گروه‌ها بود (P<۰/۰۵). **نتیجه‌گیری نهایی:** در مجموع نتایج تحقیق نشان داد که ماهیان هوور و گیدر صید شده با قلاب و نگهداری شده در حالت انجماد دارای ارزش تغذیه‌ای و کیفیت مناسب‌تری نسبت به بقیه گروه‌ها هستند.

DOI: 10.22034/FR.2023.52378.1841

مقدمه

کیفیت ماهی شامل عدم وجود خطرات میکروبی و شیمیایی و حفظ عوامل حسی، تغذیه‌ای و فیزیکی شیمیایی متناسب با هدف مورد نظر است (دوآرت و همکاران ۲۰۲۰). ماهیان همانند سایر آبزیان، به دلیل تغییرات فیزیکی، بیوشیمیایی و میکروبی پس از صید محصولی با فسادپذیری بالا هستند (مهرایی و همکاران ۱٤۰۲)، اما دما و شرایط نگهداری پس از صید عوامل اصلی در حفظ کیفیت آن‌ها هستند (پرابهکر و همکاران ۲۰۱۹). صید تون ماهیان یکی از مهمترین فعالیت‌های صیادی و اقتصادی در چابهار است. ماهیان هوور (*Thunnus tonggol*) و گیدر (*Thunnus albacores*) از گونه‌های ماهیان سطح‌زی درشت و با ارزش غذایی و اقتصادی بالا در بازارهای بین المللی هستند، که پس از صید و در طول نگهداری و حمل و نقل بسیار مستعد فساد می‌باشند (ونگ و همکاران ۲۰۲۱)، بنابراین سنجش هر کدام از این شاخص‌ها و آگاهی در مورد ترکیبات تقریبی عضله ماهیان دریایی در تعیین کیفیت ماده اولیه، پایداری ذخیره‌سازی و کاربرد فناوری فرآوری از اهمیت بالایی برخوردار است (گوکوگلو و یرلیکایا، ۲۰۱۵). همچنین سنجش ترکیبات تقریبی و عناصر موجود در عضله ماهیان سبب آگاهی و شناخت مصرف کنندگان در مورد ارزش تغذیه‌ای یک گونه خاص ماهی در رژیم غذایی روزانه می‌شود، بنابراین مطالعه حاضر با هدف سنجش ترکیبات تقریبی و تغییرات کیفی ماهیان هوور و گیدر که از ماهیان با ارزش اقتصادی و تجاری بالا هستند و با دو روش صید با تور گوشگیر و قلاب و نگهداری در دو حالت یخ و انجماد در ساحل تخلیه شده بودند انجام شد.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه‌های ماهی

نمونه‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر ماهیان هوور و گیدر تخلیه شده در ساحل بریس واقع در بندر چابهار با میانگین طولی و وزنی به‌ترتیب ٦۹/٥۰±۲/٦۲ سانتی‌متر و ٦۹±٤۱۲۳/٤٥ گرم و در ماهی گیدر ۷٥/۰۰±۱۱/۱۱٥ سانتی‌متر و ۷۳۹۹±۱۰۳/٤٤ گرم بودند که توسط صیادان بومی با استفاده از شناورهای صیادی به دو روش صید با قلاب و تور گورشگیر صید شده بوده و تا زمان رسیدن به ساحل در برخی از شناورها در یخ و در برخی دیگر به حالت انجماد نگهداری شده بودند. پس از تخلیه ماهیان در ساحل به منظور ارزیابی کیفی، نمونه-های مورد مطالعه بر مبنای نوع روش صید (گوشگیر و قلاب) و روش نگهداری پس از صید (نگهداری در یخ و انجماد) بر روی شناور به ۸ گروه تقسیم بندی شدند (جدول ۱).

Table 1- Grouping of longtail tuna (*Thunnus tonggol*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) studied based on fishing and storage method on baord

Type of fishing and storage method on board	Species name	Fishes grouping No
Gillnet/ice storage	*LTT (*Thunnus tonggol*)	1
Gillnet/freezing	*LTT (*Thunnus tonggol*)	2
Hook/ice storage	*LTT (*Thunnus tonggol*)	3
Hook/freezing	*LTT (*Thunnus tonggol*)	4
Gillnet/ice storage	**YFT (*Thunnus albacares*)	5
Gillnet/freezing	**YFT (*Thunnus albacares*)	6
Hook/ice storage	**YFT (*Thunnus albacares*)	7
Hook/freezing	**YFT (*Thunnus albacares*)	8

*LTT: Longtail tuna, **YFT: Yellowfin tuna

از هر گروه ٦ ماهی به صورت تصادفی جهت سنجش ترکیبات تقریبی عضله و ارزیابی کیفی انتخاب شد. نمونه‌های انتخاب شده بلافاصله با ماشین‌های یخچال‌دار به آزمایشگاه منتقل شدند.

سنجش ترکیبات تقریبی عضله ماهیان

جهت سنجش ترکیبات تقریبی نمونه‌ها از روش استاندارد انجمن متخصصین شیمی (۲۰۰٥) استفاده شد. رطوبت از طریق خشک کردن عضله ماهی در آون با دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد

به مدت ۱۸-۱۶ ساعت سنجش شد. سنجش پروتئین نمونه‌ها با دستگاه کلدال انجام شد. اندازه‌گیری چربی از روش سوکسله با استفاده از حلال صورت گرفت و میزان خاکستر بر مبنای از بین بردن مواد آلی و باقیمانده مواد معدنی در دمای ۵۵۰-۵۰۰ درجه سانتی‌گراد طبق روش استاندارد انجام شد.

سنجش شاخص‌های شیمیایی کیفیت

شاخص‌های شیمیایی شامل pH بر اساس روش چن و همکاران در سال ۲۰۱۹، TBA به روش فیدالگو و همکاران در سال ۲۰۲۰،TMA و TVB-N طبق روش لی و همکاران در سال ۲۰۱۹، عدد پراکسید طبق روش یدومتری ارائه شده توسط اگن و همکاران در سال ۱۹۷۹ از طریق استخراج چربی ماهی با استفاده از متانول-کلروفرم و شاخص آنیزیدین طبق روش AOCS در سال ۱۹۹۸ با شماره استاندارد ۹۰-۱۸ Cd انجام شد.

آنالیز آماری

میانگین هر پارامتر با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه در نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ محاسبه شد. اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها، در پس آزمون توکی، در سطح ۹۵ درصد ($p<۰/۰۵$) بیان گردید.

نتایج و بحث

طبق جدول ۲ میزان رطوبت، چربی و پروتئین در ماهیان هوور صید شده با تور گوشگیر و نگهداری شده در حالت انجماد نسبت به سایر گروه‌ها کاهش معنی‌داری داشته است ($p<۰/۰۵$)، اما میزان خاکستر بین گروه‌های مختلف ماهیان هوور فاقد تفاوت معنادار بوده است ($p>۰/۰۵$). کاهش پروتئین در غذاهای منجمد ناشی از دناتوره شدن پروتئین در نتیجه افزایش پیوندهای یونی در داخل سلول و مهاجرت آب به بافت خارج سلولی باشد (کوسوما و همکاران ۲۰۱۷). کاهش چربی در طول نگهداری ماهی به دلیل فعالیت آنزیم‌های دخیل در فساد هیدرولیتیک چربی و تبدیل آن به اسیدهای چرب آزاد باشد.

Table 2- Proximate composition (%)* of longtail tuna (*Thunnus tonggol*) landed at coast

Component/Fish group	1	2	3	4
Moisture	70.98 ± 1.03^a	64.98 ± 0.88^b	72.15 ± 0.90^a	72.20 ± 1.10^a
Crude protein	25.13 ± 0.98^a	22.99 ± 0.85^b	24.85 ± 1.04^a	25.49 ± 0.52^a
Crude fat	4.68 ± 0.15^a	2.90 ± 0.32^b	4.72 ± 0.73^a	4.73 ± 0.30^a
Crude ash	1.43 ± 0.04^a	1.45 ± 0.07^a	1.45 ± 0.04^a	1.46 ± 0.03^a

*Data are expressed as mean±SD. Values with different letters within the same line are significantly different at P< 0.05.

طبق جدول ۳، در ماهی گیدر به جز رطوبت که در گروه ماهیان صید شده با تور گوشگیر و نگهداری در حالت انجماد نسبت به بقیه کاهش معنی‌داری داشته است ($p<۰/۰۵$)، مقدار سایر ترکیبات بین گروه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$). برخلاف نتایج مطالعه حاضر در مطالعه عبداله و همکاران در سال ۲۰۲۰ میزان رطوبت ماهی گیدر طی نگهداری در حالت انجماد تغییر معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$).

Table 3- Proximate composition (%)* of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) landed at coast

Component/Fish group	5	6	7	8
Moisture	74.80 ± 0.46^{a}	73.00 ± 0.68^{b}	75.18 ± 0.88^{a}	75.25 ± 0.45^{a}
Crude protein	24.53 ± 0.66^{a}	24.62 ± 0.71^{a}	24.55 ± 0.18^{a}	24.76 ± 0.72^{a}
Crude fat	2.68 ± 0.03^{a}	2.75 ± 0.05^{a}	2.75 ± 0.02^{a}	2.80 ± 0.08^{a}
Crude ash	1.38 ± 0.03^{a}	1.44 ± 0.04^{a}	1.45 ± 0.09^{a}	1.48 ± 0.05^{a}

*Data are expressed as mean±SD. Values with different letters within the same line are significantly different at P< 0.05.

طبق جداول ٤ و ٥ میزان pH در ماهیان هوور صید شده با تور گوشگیر و نگهداری شده در یخ افزایش معنادار ($p<۰/۰۵$) و در ماهیان گیدر صید شده با قلاب و نگهداری در حالت انجماد کاهش معنادار داشته است ($p<۰/۰۵$). کاهش میزان pH نشان دهنده‌ی پدیده گلیکولیز و در نتیجه تولید اسید لاکتیک و افزایش آن نشان دهنده افت کیفیت به دلیل تولید ترکیبات فرار و شروع فعالیت اتولیتیک می‌باشد (دون و همکاران ۲۰۱۸). در مطالعه حاضر pH تمام نمونه‌ها کمتر از ۷ بوده است. مطابق با نتایج مطالعه حاضر در مطالعاتی بر روی ماهی گیدر توسط ویدیاستوتی و همکاران در سال ۲۰۱۳ میزان pH برابر با ٦–٥/٨٥ و در مطالعه جسکلاینن و همکاران در سال ۲۰۱۹ برابر با ٥/٩ و در مطالعه ونگ و گزی در سال ۲۰۲۱ بر روی ماهی تون چشم درشت (*Thunnus obesus*) نگهداری شده در حالت انجماد میزان pH بین ٦/٠٦–٥/٧٦ گزارش شده است. تغییرات pH در طول نگهداری ماهیان بسته به گونه ماهی و سایر عوامل مانند درجه آلودگی میکروارگانیسم ها و شرایط نگهداری متفاوت است (اچه‌وررا و همکاران ۲۰۱۸)، بنابراین تفاوت در pH نمونه‌های مورد مطالعه با سایر مطالعات احتمالا به همین دلیل است.

Table 4- Values of chemical quality indices in longtail tuna (*Thunnus tonggol*) landed at coast

*Parameter/Fish group	1	2	3	4
pH	$0.03^{b} \pm 6.00$	$0.06^{a} \pm 5.49$	$0.06^{a} \pm 5.38$	$0.071^{a} \pm 5.29$
PV (meq O_2/kg)	$0.98^{a} \pm 3.68$	$0.85^{a} \pm 3.22$	$1.04^{a} \pm 2.98$	$0.10^{b} \pm 1.16$
TBA (mg MDA/kg)	$0.02^{a} \pm 1.65$	$0.011^{a} \pm 0.98$	$0.04^{a} \pm 1.07$	$0.003^{b} \pm 0.50$
p-Anisidine	$0.66^{a} \pm 9.02$	$1.03^{a} \pm 8.72$	$0.79^{a} \pm 9.00$	$1.10^{a} \pm 8.36$
TMA (mg N/100 ml)	$0.86^{a} \pm 4.00$	$0.83^{a} \pm 3.54$	$0.77^{a} \pm 3.87$	$0.039^{b} \pm 0.86$
TVB-N (mg N/100 ml)	$1.82^{a} \pm 12.49$	$3.18^{a} \pm 12.40$	$2.36^{a} \pm 11.04$	$1.65^{a} \pm 10.77$

*Data are expressed as mean±SD. Values with different letters within the same line are significantly different at P< 0.05.

Table 5- Values of chemical quality indices in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) landed at coast

*Parameter/Fish group	5	6	7	8
pH	6.22 ± 0.81^{a}	6.00 ± 0.85^{a}	5.98 ± 0.34^{a}	5.10 ± 0.73^{b}
PV (meq $_2$/kg)	2.42 ± 0.09^{a}	2.40 ± 0.18^{a}	2.14 ± 0.15^{a}	0.95 ± 0.03^{b}
TBA (mg MDA/kg)	0.96 ± 0.09^{a}	0.58 ± 0.01^{b}	0.92 ± 0.06^{a}	0.39 ± 0.01^{b}
p-Anisidine	6.14 ± 0.10^{a}	6.11 ± 0.82^{a}	6.00 ± 0.62^{a}	5.94 ± 0.31^{a}
TMA (mg N/100 ml)	1.43 ± 0.54^{a}	1.72 ± 0.81^{a}	0.50 ± 0.14^{b}	0.02 ± 0.009^{c}
TVB-N (mg N/100 ml)	13.21 ± 1.53^{b}	11.10 ± 1.26^{a}	10.93 ± 1.50^{a}	11.74 ± 1.77^{a}

*Data are expressed as mean±SD. Values with different letters within the same line are significantly different at P< 0.05.

میزان عدد پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و تری متیل آمین در هر دو گونه ماهی به جز در روش صید با قلاب و نگهداری در حالت انجماد در سایر گروه‌ها به طور معنی‌داری بیشتر بود ($p<۰/۰۵$) و کمترین میزان مربوط به ماهیان صید شده با قلاب و نگهداری شده در حالت انجماد بود. افزایش در میزان عدد پراکسید را می‌توان به تشکیل هیدروپراکسیدها یعنی محصولات اولیه اکسیداسیون نسبت داد (لاگوئر و همکاران ۲۰۰۷). میزان عدد پراکسید در ماهی تازه نباید از ۵ میلی اکی والان در هر کیلوگرم چربی تجاوز کند (تزیکس و همکاران ۲۰۰۷) که در مطالعه حاضر در تمام نمونه‌ها مقدار آن کمتر بوده است که نشان از تازگی نمونه‌های مورد مطالعه هست. سلمی و همکاران در سال ۲۰۰۸ مقدار عدد پراکسید در ماهی تون هوور تازه را ۲/۵ میلی اکی والان در هر کیلوگرم چربی و ونگ و گزی در سال ۲۰۲۱ میزان این شاخص در ماهی گیدر نگهداری شده در حالت انجماد را ۱۰/۱۵ میلی‌اکی والان در هر کیلوگرم چربی گزارش نمودند. شاخص آنیزیدین نیز به عنوان شاخص اندازه-گیری تولید محصولات ثانویه غیرفرار اکسیداسیون می‌باشد (لکمینی و همکاران ۲۰۲۲). شاخص آنیزیدین تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های مختلف نشان نداد ($p>۰/۰۵$) و بیشترین میزان آن مربوط به ماهیان صید شده با تور گوشگیر و نگهداری شده در یخ بود. نتایج این شاخص به خوبی نتایج حاصل از عدد پراکسید را تایید می‌نماید. تیوباربیتوریک اسید به عنوان محصولات ثانویه اکسیداسیون چربی شاخص اصلی ارزیابی اکسیداسیون چربی ماهیان است (ونگ و گزی ۲۰۲۱)، که حداکثر میزان قابل قبول آن در ماهی ۵ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم است. در ماهی هوور و گیدر مطالعه شده در تحقیق حاضر حداکثر میزان تیوباربیتوریک اسید به ترتیب برابر با ۱/٦۵ و ۰/۹٦ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم بدست آمد که پایین‌تر از حد مجاز تعیین شده است و نشان از تازگی نمونه‌های مورد مطالعه هست. سیلبنده و همکاران در سال ۲۰۱٦ میزان آن را در ماهی تازه گیدر ۰/۵ mg MDA/kg گزارش نمودند. در مطالعه حاضر هر چند که میزان TBA پایین‌تر از حد مجاز تعیین شده بود، اما به جز در گروه ماهیان صید شده با قلاب و نگهداری در حالت انجماد در سایر گروه‌ها به طور معنی‌داری بیشتر بود ($p<۰/۰۵$) این افزایش احتمالا ناشی از تندی اکسیداتیو چربی و تشکیل محصولات ثانویه اکسیداسیون از قبیل آلدئیدها و سایر مواد فرار باشد (ال-بندک و همکاران ۲۰۰۹). کمتر بودن میزان TBA در ماهیان صید شده با قلاب و نگهداری در حالت انجماد احتمالا بدلیل روش مناسب صید و دمای نگهداری هست. بو و همکاران در سال ۲۰۲۲ میزان اولیه تیوباربیتوریک اسید در ماهی تون باله آبی را ۰/۱٤٤ mg MDA/kg گزارش نمودند. میزان تری متیل آمین در هر دو گونه ماهی در هنگام تخلیه در ساحل پایین‌تر از حد مجاز بود، به‌طوری‌که در ماهیان صید شده با قلاب و نگهداری شده در حالت انجماد نسبت به سایر گروه‌ها به طور معنی‌داری کمتر بود ($p<۰/۰۵$). معمولا در ماهیان تازه میزان تری متیل آمین کمتر از ۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم عضله است (اتینه ۲۰۰۵). در مطالعات سیلبنده و همکاران در سال ۲۰۱٦ نیز غلظت بسیار کمی از TMA در ماهی گیدر تازه مشاهده شد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. میزان TVB-N در ماهیان هوور بین تمام گروه‌ها فاقد تفاوت معنادار بود ($p>۰/۰۵$)، اما در ماهیان گیدر صید شده با گوشگیر و نگهداری در یخ به طور معنی‌داری بیشتر از سایر گروه‌ها بود ($p<۰/۰۵$). در مطالعه جینادسا و همکاران در سال ۲۰۱۵ مقادیر آمین‌های‌فرار ماهی گیدر تفاوت معنی‌داری دردماهی مختلف نگهداری نشان داد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. میزان TVB-N به میزان بار باکتریایی و در نتیجه فعالیت باکتریایی و آنزیمی وابسته است. در مطالعه‌ای توسط فاضیال و همکاران در سال ۲۰۱۹ نیز میزان TMA و TVB-N در ماهی تون ماکرل (*Euthynnus affinis*) طی نگهداری در دمای سرد به تدریج افزایش معنی‌داری داشته است ($p<۰/۰۵$). حد مجاز قابل قبول بازهای نیتروژنی فرار در گوشت ماهی ۲۵ میلی‌گرم نیتروژن به ازای ۱۰۰ گرم می‌باشد (جینادسا و همکاران ۲۰۱۵) که در مطالعه حاضر در تمام گروه‌های ماهیان این میزان کمتر از حد مجاز بود که نشان از تازه بودن و کیفیت مناسب نمونه-های صید شده است.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج ارزش تغذیه‌ای و کیفیت ماهیان صید شده با روش قلاب و نگهداری در حالت انجماد نسبت به سایر گروه‌ها مناسب‌تر بوده و بهترین روش برای حفظ کیفیت و تازگی ماهیان تون می‌باشد.

تشکر و قدردانی

از حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور و دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار از این پژوهش که در قالب طرح پژوهشی با شماره مصوب ۹۷۰۱۷۸۰۸ انجام شده است تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

مهرایی ع، خانزادی، س، هاشمی م و عزیززاده م، ۱۴۰۲، تاثیر پوشش نانوامولسیون کیتوزان حاوی اسانس زوفا بر پدیده‌ی ملانوزیس در میگوی نگهداری شده در شرایط سرد. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۳۳ (۱)، ۶۷-۴۹.

Abdullah A, Naibaho I, Kartikayani D, Nurilmala M, Yusfiandayani R and Sondita MFA, 2020. Fish quality and nutritional assessment of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) during low temperature storage. In *IOP* Conference Series: Earth and Environmental Science 404: p. 012074.

Al-Bandak G, Tsironi T, Taoukis P and Oreopoulou V, 2009. Antimicrobial and antioxidant activity of *Majorana syriaca* in Yellowfin tuna. International journal of food science & technology 44(2): 373-379.

Association of Official Analytical Chemists International, 2005. Official Methods of Analysis Manual,18th ed. Washington DC, USA.

AOCS O, 1998. methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. *American Oil Chemists' Society, Champaign, IL, USA*.

Bu Y, Han M, Tan G, Zhu W, Li X and Li J, 2022. Changes in quality characteristics of southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) during refrigerated storage and their correlation with color stability. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 154, 112715.

Chen H, Wang M, Yang C, Wan X, Ding HH, Shi Y and Zhao C, 2019. Bacterial spoilage profiles in the gills of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) and Eastern oysters (*C. virginica*) during refrigerated storage. Food microbiology 82: 209-217.

Don S, Xavier KM, Devi ST, Nayak BB and Kannuchamy N, 2018. Identification of potential spoilage bacteria in farmed shrimp (*Litopenaeus vannamei*): Application of Relative Rate of Spoilage models in shelf life-prediction. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 97: 295-301.

Duarte AM, Silva F, Pinto FR, Barroso S and Gil M M, 2020. Quality Assessment of Chilled and Frozen Fish—Mini Review. Foods 9(12): 17-39.

Echeverría I, Lopez-Caballero ME, Gomez-Guillen MC, Mauri AN and Montero MP, 2018. Active nanocomposite films based on soy protein smontmorillonite- clove essential oil for the preservation of refrigerated bluefn tuna (*thunnus thynnus*) fllets. International Journal of Food Microbiology 266: 142–149.

Egan H, Sawyer R, 1997. Pearson's chemical Analysis of food. 9th. Edition, Edinburgh, Scotland, Churchill. Livingstone, UK. 609-634.

Etienne M, 2005. Volatile amines as criteria for chemical quality assessment. Seafood plus. Nantes,2009 France, 1-22.

Fazial FF, Ling TL, Ahmad AAA and Zubairi SI, 2019. Physicochemical changes of tuna fish (*Euthynnus affinis*) throughout refrigerated storage condition. A preliminary study. In AIP Conference Proceedings 2111(1): p. 050002. AIP Publishing.

Fidalgo LG, Simões MM, Casal S, Lopes-da-Silva JA, Carta AMS, Delgadillo I and Saraiva JA, 2020. Physicochemical parameters, lipids stability, and volatiles profile of vacuum-packaged fresh Atlantic salmon (*Salmo salar*) loins preserved by hyperbaric storage at 10°C. Food Research International 127, 108740.

Gokoglu N and Yerlikaya P, 2015. Seafood chilling, refrigeration and freezing: science and technology. John Wiley & Sons.

Jääskeläinen E, Jakobsen LM, Hultman J, Eggers N, Bertram HC and Björkroth J, 2019. Metabolomics and bacterial diversity of packaged yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and salmon (*Salmo salar*) show fish

species-specific spoilage development during chilled storage. International journal of food microbiology 293: 44-52.

Jinadasa BKKK, Galhena CK and Liyanage NPP, 2015. Histamine formation and the freshness of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) stored at different temperatures. Cogent Food & Agriculture 1(1): 1028735.

Lakmini KPC, Gonapinuwala, ST, Senarath, HPS, Fernando, CAN, Wijesekara, I and de Croos, MDST, 2022. Effect of autoclaving as a pre-treatment in the wet reduction process for extracting fish oil from yellowfin tuna heads. Sri Lanka Journal of Aquatic Sciences 27(1): 43-61.

Kusuma AA, Dewi EN and Wijayanti I, 2017. Lost Nutrition Differences Frozen Milkfish Non-Whip Out Spines and Whip Out Spines During Low Storage). Journal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia 20(1): 153-163.

Laguerre M, Lecomte J and Villeneuve P, 2007. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. Progress in lipid research 46(5): 244-282.

Li Y, Huang J, Yuan C, Ding T, Chen S and Hu Y, 2019. Developing a new spoilage potential algorithm and identifying spoilage volatiles in small yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) under vacuum packaging condition. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 106: 209-217.

Prabhakar PK, Srivastav PP and Pathak SS, 2019. Kinetics of Total Volatile Basic Nitrogen and Trimethylamine Formation in Stored Rohu (*Labeo rohita*) Fish. Journal of Aquatic Food Product Technology 28(5): 452-464.

Rezaei M and Hosseini SF, 2008). Quality assessment of fwarmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled storage. Journal of Food science 73(6): 93-96.

Selmi S and Sadok S, 2008. The effect of natural antioxidant (Thymus vulgaris Linnaeus) on flesh quality of tuna (*Thunnus thynnus* (Linnaeus)) during chilled storage. Pan-American Journal of Aquatic Sciences 3(1): 36-45.

Selmi S, Monser L and Sadok S, 2008. The influence of local canning process and storage on pelagic fish from Tunisia: Fatty acid profiles and quality indicators. Journal of food processing and preservation 32(3): 443-457.

Silbande A, Adenet S, Smith-Ravin J, Joffraud JJ, Rochefort K and Leroi F, 2016. Quality assessment of ice-stored tropical yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and influence of vacuum and modified atmosphere packaging. Food Microbiology 60: 62-72.

Tzikas Z, Ambrosiadis I, Soultos N, & Georgakis SP. (2007). Quality assessment of Mediterranean horse mackerel (Trachurus mediterraneus) and blue jack mackerel (*Trachurus picturatus*) during storage in ice. *Food Control*, *18*(10), 1172-1179.

Wang D, Deng J, Li X, Yang X, Chen S, Zhao Y and Wu Y, 2021. Changes in microbial composition and quality characteristics of yellowfin tuna under different storage temperature. Quality Assurance and Safety of Crops & Foods 13(4): 54-61.

Wang XY and Xie J, 2021. Comparison of Physicochemical Changes and Water Migration of Acinetobacter johnsonii, Shewanella putrefaciens, and Cocultures from Spoiled Bigeye Tuna (*Thunnus obesus*) During Cold Storage. Frontiers in Microbiology 33-50.

Widiastuti I, Putro S, Fardiaz D, Trilaksani W and Inaoka T, 2013. Changes in freshness of steak and loin tuna (*Thunnus albacares*) during 15 day-chilled storage. Journal of fisheries and aquatic science 8(2): 367-377.