

Determination of oxytetracycline residues in the distributed meat products in Tabriz by high-performance liquid chromatography method

Oxytetracycline residue in meat products

Shadjou, J.¹, Movassagh, M.H.^{2*}

1. D.V.M Graduate of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran
 2. Associate Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran
- *Corresponding author: drmhmg@gmail.com
(Received: 2023/6/18 Accepted: 2023/7/16)

Abstract

The excessive use of antibiotics in animal husbandry has led to the appearance of antibiotic residues in meat and could threaten public health. The study aimed to determine the oxytetracycline residue level in meat products in Tabriz. A total of 60 samples of meat products (sausages, Persian sausages and hamburgers, 20 samples from each meat product) were randomly collected from food supply stores in Tabriz from March to May 2021. High-performance liquid chromatography was used to determine the level of oxytetracycline residue levels in the samples. The results showed that the mean of oxytetracycline residue in sausage, Persian sausage, and hamburger was 82.48 ± 7.06 , 57.35 ± 4.27 , and 150.79 ± 3.65 $\mu\text{g}/\text{Kg}$, respectively. The mean value of oxytetracycline residues showed a significant ($p < 0.05$) difference between the three products. Also, oxytetracycline residue was observed in all samples. However, in all samples, it was below the allowed limit of Codex Alimentarius (200 $\mu\text{g}/\text{kg}$). The average residue of oxytetracycline in hamburgers was significantly higher than in sausages. In hamburgers with 90% meat, the average amount of oxytetracycline was more than in hamburgers with 70% meat, which can be related to the percentage of meat in the product ($p < 0.05$). Although the level of oxytetracycline residue in the present study was less than the permissible limit, considering the consumption of meat products in the country, it is necessary to control and monitor the presence of antibiotics in foods of animal origin.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Oxytetracycline, Meat Products, HPLC, Tabriz

DOI: 10.30495/JFH.2023.1989199.1405

(مقاله پژوهشی)

تعیین باقی مانده اکسی تتراسایکلین در فرآورده‌های گوشتی توزیعی در شهر تبریز به روش

کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا

باقی مانده اکسی تتراسایکلین در فرآورده‌های گوشتی

جعفر شادجو^۱، محمدحسین موثق^{*}

۱- دانش آموخته دکتری عمومی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران

۲- دانشیار بخش بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات: drmhmg@gmail.com

(دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۳/۲۸ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۴/۲۵)

چکیده

مصرف بی‌رویه آنتی‌بیوتیک‌ها در پرورش دام، منجر به بروز باقی‌مانده‌های آنتی‌بیوتیک در گوشت شده و می‌تواند سلامت افراد جامعه را تهدید کند. هدف از این مطالعه تعیین میزان باقی‌مانده‌های اکسی تتراسایکلین در فرآورده‌های گوشتی در شهر تبریز بود. تعداد ۶۰ نمونه فرآورده گوشتی (سوسیس، کالباس و همبرگر، هر کدام ۲۰ نمونه) از فروردین‌ماه تا خردادماه سال ۱۴۰۰ از فروشگاه‌های عرضه مواد غذایی در شهر تبریز به صورت تصادفی ساده جمع‌آوری گردید. جهت تعیین میزان اکسی تتراسایکلین در نمونه‌ها از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا استفاده گردید. نتایج نشان داد که میانگین مقدار اکسی تتراسایکلین در سوسیس، کالباس و همبرگر به ترتیب به میزان $82/48 \pm 7/06$ ، $57/35 \pm 4/27$ و $150/79 \pm 3/65$ میکروگرم در هر کیلوگرم بود. در هر سه نوع نمونه از لحاظ میانگین باقیمانده اکسی تتراسایکلین اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید ($p < 0/05$). باقیمانده اکسی تتراسایکلین در همه نمونه‌ها مشاهده گردید ولی در هیچ‌یک از نمونه‌ها بیش از حد مجاز کدکس آلیمنتاریوس (۲۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم) نبود. میانگین باقی‌مانده اکسی تتراسایکلین در همبرگر به صورت معنی‌داری بیش از نمونه‌های سوسیس و کالباس بود. در همبرگر با ۹۰ درصد گوشت، میانگین میزان اکسی تتراسایکلین بیش از همبرگر با ۷۰ درصد گوشت بود که می‌تواند در ارتباط با درصد گوشت فرآورده باشد ($p < 0/05$). اگرچه میزان باقی‌مانده اکسی تتراسایکلین در مطالعه حاضر کمتر از حد مجاز بود اما با توجه به مصرف فرآورده‌های گوشتی در کشور، کنترل و پایش حضور آنتی‌بیوتیک‌ها در مواد غذایی با منشأ دامی، ضروری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اکسی تتراسایکلین، فرآورده‌های گوشتی، کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا، تبریز

مقدمه

تغذیه سالم در سلامت یک جامعه بسیار حائز اهمیت بوده و گوشت یکی از منابع پروتئینی ارزشمند می‌باشد که حاوی انواع اسیدهای آمینه ضروری و سایر مواد مغذی لازم برای بدن از جمله آهن، روی، انواع ویتامین‌ها و نیز انرژی کافی است (Marangoni *et al.*, 2015). امروزه تغییر شیوه سبک زندگی به سمت تنوع غذایی، سبب شده است تا صنعت غذا با تولید فرآورده‌های گوشتی مناسب و سازگار، ضمن حفظ ارزش غذایی گوشت، انواعی از محصولات سوسیس، کالباس و همبرگر را تولید نماید؛ که جایگاه ویژه‌ای نیز در تغذیه افراد به‌خصوص طبقه نوجوان، جوان و فعال جامعه دارد. امروزه سلامت فرآورده‌های گوشتی اهمیت فراوانی در سلامت عمومی جامعه دارد.

داروهای دامپزشکی علیرغم مزیتی که در جهت درمان بیماری‌های دامی یا پیشگیری از آن‌ها و یا به‌منظور افزایش کارایی غذای مصرفی دام دارند، می‌توانند در مواد غذایی با منشأ دامی باقی‌مانده و مشکلاتی برای سلامت عمومی جامعه ایجاد نمایند (Canton *et al.*, 2021). گزارش شده است که تقریباً ۸۰ درصد از حیوانات مورد استفاده جهت تهیه مواد غذایی آنتی‌بیوتیک دریافت می‌کنند (Kibruesfa and Naol, 2017). از مهم‌ترین مشکلات بهداشتی باقی‌مانده‌های آنتی‌بیوتیک می‌توان به ایجاد مقاومت در میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، ایجاد انواع حساسیت‌ها، احتمال ایجاد جهش و سرطان، کاهش میزان آلودگی‌های میکروبی در دام‌ها و اخلاص در داوری بهداشتی لاشه‌ها به هنگام بازرسی گوشت در کشتارگاه‌ها اشاره نمود (Arsene *et al.*, 2022).

(Ngangom *et al.*, 2019). از این‌رو سازمان‌های ناظر در ایمنی مواد غذایی در سطح جهان، تأکید بر عاری بودن مواد غذایی از باقی‌مانده‌های آنتی‌بیوتیکی دارند. اغلب اطلاعات درباره باقی‌مانده‌های آنتی‌بیوتیکی مربوط به مواد خام می‌باشد و مقدار حداکثر مجاز باقی‌مانده دارویی برای این فرآورده‌ها تعیین شده است؛ اما از آنجائی که گوشت و سایر محصولات دامی قبل از مصرف در معرض تیمارهای مختلف از جمله تیمارهای حرارتی قرار می‌گیرند، این تیمارهای حرارتی می‌توانند روی باقیمانده دارو تأثیر بگذارند و مقدار آن‌ها را در مواد غذایی تغییر دهند (Treiber and Beranek, 2018; Okocha *et al.*, 2021; Knauer, 2021)؛ بنابراین فقط با اندازه‌گیری باقی‌مانده آنتی‌بیوتیک‌ها در مواد خام نمی‌توان میزان مواجهه انسان با آن‌ها را محاسبه نمود (Treiber and Beranek-Knauer, 2021; Arsene *et al.*, 2022).

تتراسایکلین‌ها جزء آنتی‌بیوتیک‌هایی با طیف اثر وسیع بوده که به‌طور گسترده‌ای در درمان بسیاری از بیماری‌های دامی کاربرد دارند (Chopra and Roberts, 2001). زمان پرهیز از مصرف گوشت گاو و گوسفند، بیست‌وهشت روز بوده و در صورتی که میزان باقی‌مانده اکسی‌تتراسایکلین در فرآورده‌های گوشتی بیش از حد مجاز باشد، آسیب‌های جدی را به‌ویژه در افراد با سیستم ایمنی ضعیف، به دنبال خواهد داشت (Dabagh Moghadam *et al.*, 2017). نتایج مطالعه‌ای نشان داده است که اکسی‌تتراسایکلین به حرارت بسیار حساس می‌باشد و با جوشاندن در آب به مدت ۳۰ دقیقه بطور کامل تخریب می‌شود ولی در روغن میزان تخریب حرارتی کمتر می‌باشد (Tian *et al.*, 2017).

نمونه‌های سوسیس و کالباس از چهار برند تجاری مختلف با درصد گوشت بالای ۶۰ درصد و نمونه‌های همبرگر از چهار برند تجاری مختلف با درصد گوشت ۷۰ (نمونه) و ۹۰ درصد (۱۰ نمونه) بودند. نمونه‌ها در شرایط یخچالی به آزمایشگاه بیوشیمی دانشگاه خوارزمی ارسال شدند.

- روش استخراج اکسی‌تتراسایکلین از نمونه‌ها

برای استخراج اکسی‌تتراسایکلین از نمونه‌ها از روش استخراج فاز جامد استفاده شد. هر نمونه بافت سه بار در یک محلول بافر مک‌الوین (buffer ethylenediaminetetraacetic (EDTA) و (McIlvain acid) (۲۰، ۲۰ و ۱۰ میلی‌لیتر) همگن‌سازی شد و در یک لوله سانتریفیوژ پلی‌پروپیلن ۵۰ میلی‌لیتری جمع‌آوری شد. از صافی واتمن عبور داده شد، با دو میلی‌لیتر محلول بافر مرطوب‌سازی شد و در یک فلاسک ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. استخراج فاز جامد با آماده‌سازی کارتریج استخراجی با ۲۰ میلی‌لیتر متانول و سپس ۲۰ میلی‌لیتر آب از گرید (High-) HPLC و سپس Performance Liquid Chromatography انجام شد.

نمونه نهایی روی کارتریج C18 قرار داده شد (extraction cartridges- 200 mg/3 mL, SMI C-18 solid-phase Labhut-England) و نهایتاً با ۲۰ میلی‌لیتر آب از گرید HPLC شستشو شد. اکسی‌تتراسایکلین با شش میلی‌لیتر محلول اگزالیک اسید متانولی در یک فلاسک حجمی ۱۰ میلی‌لیتری شستشو داده شد و سپس با آب پر شد و به حجم رسانده شد (Kimera et al., 2015).

- تعیین میزان اکسی‌تتراسایکلین به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا

در سال‌های گذشته مطالعاتی برای تعیین میزان باقیمانده تتراسایکلین در گوشت انجام شده است. در مطالعه‌ای میزان باقیمانده تتراسایکلین در گوشت مرغ مصرفی ارتش جمهوری اسلامی ایران تعیین گردیده است. میانگین باقیمانده تتراسایکلین در گوشت مرغ ۳۵/۱۵±۶/۱ میکروگرم در کیلوگرم بود (Dabagh (Moghadam et al., 2017).

روش‌های مختلفی برای تعیین میزان باقی‌مانده‌های آنتی‌بیوتیکی در مواد غذایی وجود دارند، از جمله متداول‌ترین آن‌ها می‌توان به روش‌های الیزا، کروماتوگرافی و چهارپلیتی (میکروبیولوژیکی) اشاره کرد؛ اما در بین این روش‌ها، روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا به دلیل دقت بالا جهت تعیین میزان باقی‌مانده‌های آنتی‌بیوتیکی مناسب‌تر می‌باشد (Mahmoudi et al., 2014).

هدف از این مطالعه تعیین میزان باقی‌مانده اکسی‌تتراسایکلین در فرآورده‌های گوشتی (سوسیس، کالباس و همبرگر) توزیعی در سطح شهر تبریز به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا بود. با توجه به جستجو در منابع در دسترس مطالعه کنونی اولین مطالعه تعیین میزان باقیمانده اکسی‌تتراسایکلین در فرآورده‌های گوشتی در شهر تبریز می‌باشد.

مواد و روش کار

- جمع‌آوری نمونه‌ها

تعداد ۶۰ نمونه فرآورده گوشتی (کالباس، سوسیس و همبرگر، هر کدام ۲۰ نمونه) از مراکز عرضه محصولات گوشتی در شهر تبریز از فروردین‌ماه تا خردادماه سال ۱۴۰۰ به صورت تصادفی اخذ شد.

دانکن استفاده شد. برای مقایسه بین دو گروه از آزمون t استفاده شد. $p < 0/05$ از نظر آماری معنی دار در نظر گرفته شد. از نرم افزار SPSS ویرایش ۲۳ جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

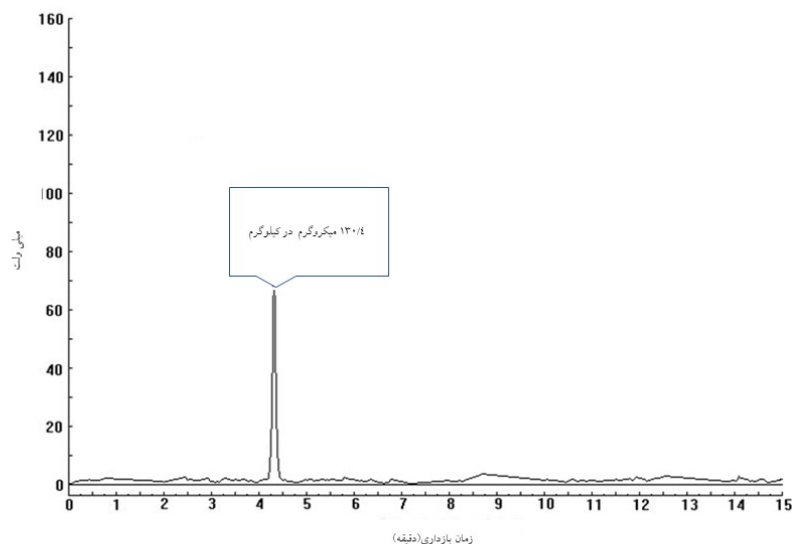
یافته‌ها

کروماتوگرام مرتبط با نمونه‌های جمع‌آوری شده در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به جدول ۱ بیشترین میزان باقی مانده اکسی تتراسایکلین در نمونه همبرگر بود. در ۱۰۰ درصد نمونه‌های همبرگر، سوسیس و کالباس باقی مانده اکسی تتراسایکلین مشاهده گردید ولی میزان باقی مانده اکسی تتراسایکلین در تمام نمونه‌ها کمتر از حد مجاز کدکس آلیمنتاریوس (۲۰۰ میکروگرم در کیلوگرم) بود (Codex Alimentarius, 2021). همچنین با توجه به جدول ۲ میزان باقی مانده اکسی تتراسایکلین در نمونه‌های همبرگر مخصوص (حاوی ۹۰ درصد گوشت) به صورت معنی داری بیش از باقی مانده اکسی تتراسایکلین در نمونه همبرگر معمولی (حاوی ۷۰ درصد گوشت) بود ($p < 0/05$).

دستگاه کروماتوگرافی (Unicam crystal-200) با یک آشکارساز فرابنفش در طول موج ۳۵۰ نانومتر برای اندازه‌گیری میزان اکسی تتراسایکلین استفاده گردید. ستون فاز معکوس ۱۸ کربنی (۱۵۰ × ۴/۶۰ میلی‌متر، اندازه ذرات ۵ میکرومتر) (Supelco®-USA) استفاده گردید. حجم تزریق نمونه ۱ میکرولیتر با سرعت جریان ۰/۸ میلی‌لیتر در دقیقه بود. یک سیستم گرادیان فشار کم، متشکل از آب و متانول، استونیتریل و اسید اگزالیک آبی (۶۰:۳۰:۱۰) به عنوان فاز متحرک، برای ۱۵ دقیقه استفاده شد. برای تعیین باقی مانده‌ها در نمونه‌ها، آن‌ها هم‌زمان با محلول‌های استاندارد اکسی تتراسایکلین (۰/۰۵ میکروگرم در میلی‌لیتر، ۰/۱ میکروگرم در میلی‌لیتر، ۰/۲۵ میکروگرم در میلی‌لیتر، ۰/۵ میکروگرم در میلی‌لیتر و ۱ میکروگرم در میلی‌لیتر) آنالیز شدند. مدت زمان لازم برای عبور محلول حاوی اکسی تتراسایکلین از ستون برابر با ۴/۳ دقیقه بود (Kimera et al., 2015).

- روش آنالیز آماری

نمونه‌ها از نظر میزان باقی مانده اکسی تتراسایکلین با آزمون گروه‌بندی یک طرفه (ONE WAY ANOVA) تجزیه واریانس گردید. برای مقایسه میانگین از آزمون



شکل (۱) - کروماتوگرام نمونه سوسیس حاوی باقیمانده اکسی تتراسایکلین

جدول (۱) - مقایسه میانگین باقی مانده اکسی تتراسایکلین در فرآورده‌های گوشتی در تبریز (میکروگرم در کیلوگرم)

نوع نمونه	میانگین باقی مانده اکسی تتراسایکلین	حداقل باقی مانده اکسی تتراسایکلین	حداکثر باقی مانده اکسی تتراسایکلین
سوسیس	۸۲/۴۸ ^b	۳۶/۹	۱۳۰/۴
کالباس	۵۷/۳۵ ^b	۳۷/۴	۱۱۱/۵
همبرگر	۱۵۰/۷۹ ^a	۱۲۳/۲	۱۷۷/۲
انحراف معیار از میانگین	۵/۲۴		
ارزش <i>p</i>	۰/۰۰۰۱		

اعداد با حروف غیرمشابه اختلاف معنی دار با یکدیگر دارند ($p < 0.05$)

جدول (۲) - مقایسه میانگین باقی مانده اکسی تتراسایکلین در همبرگرهای توزیعی در شهر تبریز (میکروگرم در کیلوگرم)

نوع نمونه	میانگین باقی مانده اکسی تتراسایکلین	حداقل باقی مانده اکسی تتراسایکلین	حداکثر باقی مانده اکسی تتراسایکلین
همبرگر (۷۰ درصد گوشت)	۱۳۶/۷۵±۲/۵۱	۱۲۳/۲	۱۴۹/۵
همبرگر (۹۰ درصد گوشت)	۱۶۴/۸۳±۲/۶۲	۱۵۰/۲	۱۷۷/۲
ارزش <i>p</i>	۰/۰۰۰۱		

بحث و نتیجه گیری

مصرف آنتی بیوتیک های متنوع در دام پزشکی علاوه بر کاهش کیفیت گوشت، باعث افزایش میزان باقی مانده های آنتی بیوتیکی در گوشت می گردد (Falowo and Akimoladun, 2019). بنابراین استفاده درست از آنتی بیوتیک ها و رعایت زمان پرهیز دارویی قبل از کشتار دام مانع از حضور باقی مانده آنتی بیوتیک خواهد شد (Ulomi et al., 2022). در مطالعه کنونی باقی مانده اکسی تتراسایکلین در تمام نمونه های همبرگر، سوسیس و کالباس مشاهده گردید، ولی در نمونه ها کمتر از حد مجاز بود. این نتیجه در توافق با مطالعاتی است که در گذشته بر روی باقیمانده تتراسایکلین در گوشت انجام شده است. محققین در مطالعه ای با بررسی باقی مانده های دارویی در مواد غذایی با منشأ دامی و اثر فرآیندهای مختلف بر پایداری آنها، بیان نمودند که اکثر فرآورده های غذایی با منشأ دامی داخل کشور حاوی بقایای آنتی بیوتیکی هستند (Ravash and Hesari, 2021).

در مطالعه ای ۳۵ نمونه شامل گوشت مرغ از سردخانه های ارتش در استان تهران نمونه برداری شد. از ۳۵ نمونه گوشت مرغ ۳۰ (۸۵/۷۱ درصد) نمونه حاوی تتراسایکلین بودند و میانگین میزان باقی مانده آنتی بیوتیک در نمونه ها $1/6 \pm 15/35$ میکروگرم در کیلوگرم بود که مقدار باقی مانده کمتر از نتایج مطالعه کنونی بود. البته یکی از علل اختلاف در مقادیر باقی مانده می تواند ناشی از روش تعیین میزان باقی مانده تتراسایکلین باشد که از روش الیزا استفاده گردیده بود (Dabagh Moghadam et al., 2017).

در مطالعه ای در کشور مصر تعیین باقی مانده تتراسایکلین و استرپتومایسین در بافت های گاو نشان داد که تتراسایکلین در تمام نمونه های جمع آوری شده وجود داشته، اما میزان باقی مانده کمتر از حد مجاز بوده است که با نتایج مطالعه کنونی همخوانی دارد (Araby et al., 2020). در مطالعه ای در کشور آفریقای جنوبی ۱۵۰ نمونه گوشت خام، کبد و کلیه از نظر وجود باقیمانده سیپروفلوکسازین، استرپتومایسین، تتراسایکلین و سولفونامیدها مورد بررسی قرار گرفت. روش کروماتوگرافی نشان داد که ۸/۸ درصد نمونه ها حاوی باقیمانده تتراسایکلین می باشد و مقادیر کمتر از حد مجاز کدکس می باشد که با نتایج مطالعه کنونی همخوانی دارد (Ramatla et al., 2017).

بنابراین به طور کلی با وجود اینکه باقی مانده آنتی بیوتیکی در مطالعات مختلف گزارش شده است اما مطابق نتایج مطالعه کنونی، میزان باقیمانده کمتر از حد مجاز بوده است. در فرآورده های گوشتی روش های فرآوری می تواند بر روی میزان باقی مانده آنتی بیوتیک تأثیرگذار باشد. نتایج مطالعات نشان داده است که غلظت اکسی تتراسایکلین گوشت گاو پس از پخت به طور قابل توجهی کاهش می یابد (Gratacos-Cubarsi et al., 2007). مطالعات نشان داده است که کلر تتراسایکلین موجود در سوسیس فرانکفورتر بسته به میزان غلظت اولیه آن در طی فرآوری کاملاً یا تا حدی تخریب می شود. همچنین طبق نتایج تحقیقات انجام شده مشخص شده است که آنتی بیوتیک های پنی سیلین G، استرپتومایسین و اکسی تتراسایکلین هنگام تولید سوسیس در حین حرارت دهی و دودی کردن تا حدی غیرفعال می شوند (Ravash and Hesari, 2021)؛ طبق

باقی مانده تتراسایکلین در کبد بیشترین میزان را داشت و بعد از آن کلیه و گوشت دارای بیشترین باقی مانده تتراسایکلین بودند و این میزان به ترتیب ۸۰، ۵۵ و ۲۸ درصد بود (Olatoye and Ehinmowo, 2010).

با توجه به نتایج حاصله، نمونه‌های همبرگر، سوسیس و کالباس شهر تبریز دارای باقی مانده اکسی تتراسایکلین بوده که میزان آن در همبرگر با درصد گوشت بالا، بیشتر بود، اما در هیچ یک از آن‌ها باقی مانده اکسی تتراسایکلین بیشتر از حد مجاز نبود. یکی از علل اصلی بالا بودن میزان باقی مانده در همبرگر، بالا بودن میزان گوشت در مقایسه با نمونه‌های سوسیس و کالباس می‌باشد. با توجه به اینکه باقی مانده آنتی بیوتیک‌های دامپزشکی در مواد غذایی می‌تواند خطرات قابل توجهی را برای سلامت عمومی ایجاد کند، رعایت زمان پرهیز دارویی قبل از کشتار دام و فرآورده‌های مواد غذایی می‌تواند به عنوان راهکاری برای حذف باقی مانده‌های آنتی بیوتیکی در نظر گرفته شوند؛ اما با توجه به اینکه متابولیت‌های حاصل از تخریب باقی مانده‌های آنتی بیوتیکی توسط فرآورده‌های مختلف هنوز به طور کامل شناسایی نشده است، لذا انجام مطالعات جامع در زمینه شناسایی ترکیبات حاصل از تخریب باقی مانده‌های آنتی بیوتیکی نیز در جهت حفظ سلامت مصرف کنندگان لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

مقاله حاضر مستخرج از پایان نامه مقطع دکترای حرفه‌ای رشته دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر می‌باشد. نگارندگان بر خود لازم می‌دانند که از زحمات آقای دکتر علی رضا احمدزاده بابت همکاری

مطالعات انجام شده غلظت اکسی تتراسایکلین موجود در گوشت پس از میکروویو، برشته کردن و جوشاندن در pH = ۶ به ترتیب به میزان ۴۹/۱، ۵۳/۶ و ۶۹/۶ درصد کاهش یافته و سطح اکسی تتراسایکلین موجود در گوشت پس از میکروویو، برشته کردن و جوشاندن در pH = ۷/۲ به ترتیب به میزان ۳۴/۳، ۵۳/۲ و ۶۷/۷ درصد کاهش پیدا کرده است (Vivienne et al., 2018). البته به نظر می‌رسد که فرآورده‌های پخت مواد غذایی نمی‌تواند کل باقیمانده آنتی بیوتیک‌ها را در گوشت از بین ببرد و فقط میزان آن را کاهش می‌دهد (Javadi et al., 2011).

در مطالعه‌ای در شهر تبریز مقادیر باقیمانده تایلوزین در گوشت همبرگر با ۹۰ درصد گوشت بیش از همبرگر با ۷۰ درصد گوشت بود که در مطالعه کنونی هم میزان باقیمانده اکسی تتراسایکلین در همبرگر با ۹۰ درصد گوشت بیش از همبرگر با ۷۰ درصد گوشت بود (Shadjou and Movassagh, 2023). مطالعات نشان داده است که تتراسایکلین تمایل زیادی به متصل شدن به استخوان‌ها دارد و در صورت استفاده از خمیر گوشت در محصولاتی نظیر سوسیس و کالباس مقادیر باقیمانده تتراسایکلین افزایش خواهد یافت (Kuhne and Korner, 2001). با توجه به افزایش قیمت گوشت و تمایل تولیدکنندگان محصولات گوشتی به جایگزینی گوشت با خمیر گوشت، احتمال افزایش باقیمانده تتراسایکلین در سوسیس و کالباس وجود دارد. علاوه بر این، در مطالعه‌ای در شهر نایروبی در کشور کنیا، باقیمانده تتراسایکلین در بافت‌های حیوانی در کبد ۲۴ درصد، در کلیه ۱۴ درصد و در گوشت ۷/۶ درصد گزارش شده است که نتایج با مطالعه کنونی همخوانی ندارد (Muriuki et al., 2001). در مطالعه‌ای در نیجریه،

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافع برای اعلام

ندارند.

در آنالیزهای آماری و آقای دکتر مسعود مشهدی اکبر

بوجار بابت آنالیز نمونه‌ها به روش کروماتوگرافی تقدیر

و تشکر نمایند.

منابع

- Araby, E., Nada, H. G., El-Nour, A., Salwa, A. and Hammad, A. (2020). Detection of tetracycline and streptomycin in beef tissues using Charm II, isolation of relevant resistant bacteria and control their resistance by gamma radiation. *BMC Microbiology*, 20(1): 1-11.
- Arsene, M. M. J., Davares, A. K. L., Viktorovna, P. I., Andreevna, S. L., Sarra, S., Khelifi, I. et al., (2022). The public health issue of antibiotic residues in food and feed: Causes, consequences, and potential solutions. *Journal of Veterinary World*, 15(3): 662.
- Canton, L., Lanusse, C. and Moreno, L. (2021). Rational Pharmacotherapy in Infectious Diseases: Issues Related to Drug Residues in Edible Animal Tissues. *Animals*, 11(10): 2878.
- Chopra, I. and Roberts, M. (2001). Tetracycline antibiotics: mode of action, applications, molecular biology, and epidemiology of bacterial resistance. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 65(2): 232-260.
- Codex Alimentarius. (2021). Maximum residue limits (MRLs) and risk management recommendations (RMRs) for residues of veterinary drugs in foods, Available at: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en>.
- Dabagh Moghadam, A., Bashashati, M., Hosseini-Shokouh, S. J. and Hashemi, S. (2017). Antibiotic residues in chicken meat and table eggs consumed in Islamic Republic of Iran Army. *Journal of Food Hygiene*, 7(2 (26)): 69-81. [In Persian]
- Falowo, A. B. and Akimoladun, O. F. (2019). Veterinary drug residues in meat and meat products: Occurrence, detection and implications. *Veterinary Medicine and Pharmaceuticals*, 3: 194.
- Gratacos-Cubarsi, M., Fernandez-Garcia, A., Picouet, P., Valero-Pamplona, A., Garcia-Regueiro, J. A. and Castellari, M. (2007). Formation of tetracycline degradation products in chicken and pig meat under different thermal processing conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (55): 4610-4616.
- Javadi, A., Mirzaei, H., Khatibi, S.A. and Manaf Hoseini, A. (2011). Experimental study on effect of roasting, boiling and microwave cooking methods on enrofloxacin antibiotic residues in edible poultry tissues. *Journal of Veterinary Clinical Pathology*, 5(19): 1256-1259. [In Persian]
- Kimera, Z.I., Mdegela, R.H., Mhaiki, C.J., Karimuribo, E.D., Mabiki, F., Nonga, H.E. et al., (2015). Determination of oxytetracycline residues in cattle meat marketed in the Kilosa district, Tanzania. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 82(1):911.
- Kibruesfa, B. and Naol, H. (2017). Review on antibiotic residues in food of animal origin: Economic and public health impacts. *Applied Journal of Hygiene*, (6): 1-8.
- Kuhne, M. and Korner, U. (2001). Bound chlortetracycline residues in bones: release under acidic conditions. *Food Chemistry*, 72(1): 41-44.
- Mahmoudi, R., Golchin, A. and Farhoodi, A. (2014). A Review on Antibiotic Residues in Animal-derived Foods in Iran over the Last Thirty Years. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 24(119): 213-222. [In Persian]
- Marangoni, F., Corsello, G., Cricelli, C., Ferrara, N., Ghiselli, A., Lucchin, L. et al., (2015). Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: An Italian consensus document. *Food and Nutrition Research*, 59(1): 27606.

- Muriuki, F. K., Ogara, W. O., Njeruh, F. M. and Mitema, E. S. (2001). Tetracycline residue levels in cattle meat from Nairobi slaughter house in Kenya. *Journal of Veterinary Science*, 2(2): 97-101.
- Ngangom, B. L., Tamunjoh, S. S. A. and Boyom, F. F. (2019). Antibiotic residues in food animals: Public health concern. *Acta Ecologica Sinica*, 39(5): 411-415.
- Okocha, R. C., Olatoye, I. O. and Adedeji, O. B. (2018). Food safety impacts of antimicrobial use and their residues in aquaculture. *Public health reviews*, 39(1): 1-22.
- Olatoye, I. O. and Ehinmowo, A. A. (2010). Oxytetracycline residues in edible tissues of cattle slaughtered in Akure, Nigeria. *Nigerian Veterinary Journal*, 31(2): 93-102.
- Ramatla, T., Ngoma, L., Adetunji, M. and Mwanza, M. (2017). Evaluation of antibiotic residues in raw meat using different analytical methods. *Antibiotics*, 6(4): 34.
- Ravash, N. and Hesari, J. (2021). A Review on Veterinary Drug Residues in Foods of Animal Origin and the Effect of Different Processes on Their Stability. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 52(1): 147-168. [In Persian]
- Shadjou, J. and Movassagh, M.H. (2023). Determination of Tylosin Residues in the Distributed Sausages and Hamburger Products in Tabriz by High-Performance Liquid Chromatography method. *Journal of Food Science and Technology*, 19(133): 59-67. [In Persian]
- Tian, L., Khalil, S. and Bayen, S. (2017). Effect of thermal treatments on the degradation of antibiotic residues in food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(17): 3760-3770.
- Treiber, F. M. and Beranek-Knauer, H. (2021). Antimicrobial residues in food from animal origin—a review of the literature focusing on products collected in stores and markets worldwide. *Antibiotics*, 10(5): 534.
- Ulomi, W. J., Mgaya, F. X., Kimera, Z. and Matee, M. I. (2022). Determination of Sulfonamides and Tetracycline Residues in Liver Tissues of Broiler Chicken Sold in Kinondoni and Ilala Municipalities, Dar es Salaam, Tanzania. *Antibiotics*, 11(9): 1222.
- Vivienne, E. E., Josephine, O. K. O. and Anaelom, N. J. (2018). Effect of temperature (cooking and freezing) on the concentration of oxytetracycline residue in experimentally induced birds. *Journal of Veterinary World*, (11): 167-171.