

نوع مقاله: پژوهشی

بررسی قلب‌های بافتی به روش هیستولوژیک در انواع فرآورده های گوشتی آماده خوردن تجاری به کمک رنگ آمیزی هماتوکسیلین - ائوزین (H&E)

سید دیان پورحسینی^۱، زهره مشاک^{۱*}، سعیده امانی^۲^۱گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.^۲گروه بافت شناسی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۵/۰۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۱۶

چکیده

امروزه استفاده از گوشت و محصولات گوشتی در اکثر کشورها در حال افزایش است. با توجه به ارزش اقتصادی گوشت، یکی از مهم ترین قلب ها در تولید فرآورده های گوشتی که سبب ایجاد مخاطرات بهداشتی می شود، استفاده از بافت های غیر مجاز خوراکی به جای گوشت در فرمولاسیون فرآورده است. این مطالعه با هدف بررسی و تشخیص بافت های غیر مجاز در فرآورده های گوشتی تجاری تولید شده توسط برخی کارخانه های مواد غذایی اجرا شده است. برای این منظور نمونه ها (۳۰ نمونه) از محصولات تجاری به صورت تصادفی جمع آوری شدند. هر نمونه به سه قسمت و از هر قسمت یک قطعه اخذ و برای ثبوت در فرمالین ده درصد بافر خنثی قرار داده شد. نمونه ها برای مطالعه میکروسکوپی نوری با روش های معمولی بافتی آماده سازی و در پارافین قالب گیری شد، و مقاطع ۶ میکرومتری از آن تهیه گردید، سپس با استفاده از هماتوکسیلین-ائوزین رنگ آمیزی شد. بررسی بافت شناسی نشان داد که ۱۰۰ درصد نمونه ها دارای بافت مخطط بودند. بافت و اجزای گیاهی در ۹۳ درصد (۲۸ نمونه) مشاهده شد. بافت همبند و فاشیا در ۸۳ درصد (۲۵ نمونه) گزارش گردید. عضله صاف تنها در ۳ درصد نمونه ها (۱ نمونه) یافت شد. در هیچ یک از نمونه ها، پوست و بافت های ناحیه شکمی دیده نشد. بافت ریه در ۱۰ درصد نمونه ها (۳ نمونه)، بافت غضروف در ۲۰ درصد (۶ نمونه) و چربی در ۷۳ درصد (۲۲ نمونه) حضور داشتند. از آنجا که روش های معمول کنترل کیفیت این محصولات نمی تواند این نوع تقلب در تولید را آشکار سازد، توصیه می شود آزمون های بافت شناسی که حساسیت و دقت بالاتری دارند، جایگزین آزمون های معمول شیمیایی گردد. از آنجا که حضور بافت های غیر مجاز در انواع فرآورده های گوشتی سلامت مصرف کنندگان و جامعه را تهدید می کند، نیاز به کنترل های دقیق تر در این زمینه توسط نهادهای نظارتی ضروری خواهد بود.

واژه های کلیدی: بافت شناسی، بافت های غیرمجاز، تقلب های غذایی، فرآورده های گوشتی

مقدمه

ماندگاری، رنگ و مزه به آن اضافه می شود. با توجه به ارزش

گوشت غنی از ویتامین ها، مواد معدنی نظیر آهن، روی و پروتئین است و منبع مهم تغذیه ای به شمار می آید. فرآورده های گوشتی بافت های غیر مجاز در فرآورده های گوشتی تجاری وجود خواهد داشت (Sami et al., 2023). تقلب در مواد غذایی چالشی بالقوه برای ایمنی مواد غذایی

<http://doi: 10.22092/fooder.2026.372670.1452>Email: mashak@kiauo.ac.ir

نویسنده مسئول



© 2026, The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

حتی می‌توانند مسیری برای ورود انواع سموم زیست محیطی به بدن انسان باشند، استفاده از احشا در فرآورده‌های گوشتی باید با دقت بیشتری کنترل شود. در واقع، تشخیص بافت‌های غیر مجاز در فرآورده‌های غذایی برای حفظ سلامت مصرف کنندگان اهمیت ویژه‌ای دارد (Ghaderi *et al.*, 2022). بر اساس مطالعات صورت گرفته، روش بررسی بافت‌شناسی (هیستولوژی) برای تشخیص تقلب در فرآورده‌های گوشتی مورد تأیید قرار گرفته است. با این روش امکان شناسایی بافت‌های غیرمجاز مانند ریه، سنگدان، کبد، روده، رباط‌ها، رگ‌های خونی و بافت همبند، همچنین بافت‌های گیاهی، از طریق رنگ‌آمیزی و بررسی میکروسکوپی فراهم می‌گردد (Abd-Elhafeez *et al.*, 2022). روش یاد شده برای شناسایی بافت‌های غیرمجاز در فرآورده‌های گوشتی توصیه می‌گردد زیرا آزمایش‌های شیمیایی متداول در کنترل کیفیت گوشت، قادر به تشخیص تقلب و جایگزینی بافت‌های غیرمجاز در این محصولات نیستند. از این رو، به‌کارگیری روش دقیق تشخیص بافت‌های غیرمجاز با استفاده از هیستولوژی در فرآورده‌های گوشتی، می‌تواند تا حد قابل توجهی به ارزیابی کیفیت این محصولات یاری رساند (Maghami *et al.*, 2022). رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ئوزین روشی روتین و ارزشمند در بررسی‌های بافت‌شناسی است که برای مشاهده معماری کلی بافت‌ها و شناسایی اولیه اجزای بافتی به‌کار می‌رود، اما حساسیت و ویژگی آن برای تشخیص «هر نوع بافت» در فرآورده‌های گوشتی میزان ثابتی ندارد و به نوع بافت، کیفیت نمونه‌برداری، نحوه آماده‌سازی و مهارت فرد ارزیاب وابسته است. از این رو، اگرچه این رنگ‌آمیزی در آشکارسازی برخی بافت‌های غیرمجاز مفید است، اما به‌تنهایی برای شناسایی قطعی همه انواع تقلب‌های بافتی در فرآورده‌های گوشتی کافی نیست؛ به‌ویژه در مواردی مانند تمایز بافت‌های گیاهی یا برخی ساختارهای مشابه عضله که ممکن است در رنگ‌آمیزی

در سراسر جهان با آن مواجه ساخته است. این پدیده به عنوان اقدام غیرقانونی با هدف کسب سود اقتصادی تعریف می‌شود و تهدیدی جدی برای سلامت عمومی به شمار می‌آید. از این رو، مدیریت پیشگیری از تقلب در مواد غذایی می‌تواند در تمام حلقه‌های زنجیره تأمین، شامل تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان مواد غذایی، خرده‌فروشان و واردکنندگان اجرا گردد (Visciano & Schirone, 2021).

گوشت به‌عنوان ماده غذایی رایج و منبع اصلی پروتئین، همچنان جایگاه محوری خود را در رژیم غذایی خانوارها حفظ کرده است. با این حال، افزایش قیمت گوشت و فرآورده‌های گوشتی در سال‌های اخیر، احتمال وقوع تقلب را در این گروه از محصولات افزایش داده است؛ تقلب در این گروه از محصولات به‌ویژه با استفاده از بافت‌ها و اندام‌های غیرمجاز و جایگزین‌های ارزان‌قیمت و گاه آلوده به عوامل بیماری‌زا صورت می‌گیرد (Shariatifar & Pirhadi, 2023). عواقب تقلب عمدی در فرآورده‌های گوشتی می‌تواند به شکل بروز بیماری‌های عفونی، اختلالات متابولیک، آلرژی‌ها و طیف گسترده‌ای از بیماری‌های مشترک بین انسان و حیوان سلامت افراد جامعه را با مخاطره مواجه سازد. از این رو، توجه به سلامت گوشت و فرآورده‌های گوشتی امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است (Wibisono *et al.*, 2023). تولید کنندگان فرآورده‌های گوشتی باید اطلاعات قابل اعتمادی از کیفیت محصول خود داشته باشند تا بتوانند آن را برای مصرف کنندگان تضمین کنند. با وجود بافت‌های نامطلوب و غیر مجاز در فرآورده‌های گوشتی با رژیم غذایی، بهداشت و مسائل مذهبی و اقتصادی مصرف کنندگان مرتبط است زیرا بافت‌های غیرمجاز از نظر بهداشتی و ارزش تغذیه‌ای در سطح پایین‌تری قرار دارند و بعضی از افزودنی‌های گیاهی آلرژن شناخته شده‌اند. به علاوه، از نظر دین اسلام مصرف بعضی از این بافت‌ها حرام است زیرا احشای دام می‌توانند به ویروس‌ها، باکتری‌ها، اجسام خارجی و انگل‌ها آلوده شوند یا

بررسی تقلب‌های بافتی به روش هیستولوژیک در انواع فراورده‌های گوشتی آماده‌خوردن...

معمولی به‌خوبی از یکدیگر تفکیک نشوند. بنابراین، برای مواد و محلول‌های شیمیایی لازم برای آزمون‌ها افزایش دقت تشخیص، استفاده از رنگ‌آمیزی‌های اختصاصی تر مشخصات مواد شیمیایی مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده یا روش‌های تکمیلی در کنار H&E توصیه می‌شود. است.

مواد و روش‌ها

جدول ۱- مشخصات مواد شیمیایی

Table1- Specifications of the chemicals and reagents used

ردیف	ماده شیمیایی Chemicals	برند سازنده Brand	کشور سازنده Country of manufacture
۱	فرمالین ۱۰٪ حاوی بافر 10% buffered formalin	Merck Sigma-Aldrich	آلمان Germany
۲	الکل مطلق Absolute ethanol	Merck	آلمان Germany
۳	الکل اتیلیک ۷۰-۶۰ درجه 60-70% ethanol	Honeywell Research Chemicals	آمریکا USA
۴	چسب انتلان Entellan mounting medium	Merck Entellan	آلمان Germany
۵	تیمول Thymol	Merck	آلمان Germany
۶	گزیلول Xylene	Avantor VWR	آمریکا USA
۷	پارافین Paraffin wax	Leica Biosystems	آلمان Germany
۸	محلول اسید الکل Acid-alcohol solution	Bio-Optica	ایتالیا Italy
۹	گلیسرین Glycerol	Merck	آلمان Germany
۱۰	سرم نرمال سالین Normal saline solution	B. Braun	آلمان Germany
۱۱	کربنات لیتیم Lithium carbonate	Merck Sigma-Aldrich	آلمان Germany
۱۲	هماتوکسیلین Hematoxylin	Leica Biosystems	آلمان Germany

تجهیزات

پس از کدگذاری و ثبت مشخصات هر نمونه، یک برش

به ابعاد ۱ سانتی‌متر در ۱ سانتی‌متر در ۶ میکرومتر تهیه شد. مراحل بافت شناسی روی هر نمونه اجرا و قالب‌های پارافینی مربوط تهیه گردید. از هر نمونه ۳ برش و جمعاً ۹۰ برش آماده و با هماتوکسیلین-ئوزین (H&E) رنگ آمیزی و نهایتاً با میکروسکوپ نوری بررسی شد (Malek et al., 2020 ; Haghjoo et al., 2023).

مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده در این تحقیق، در جدول ۲ آورده شده است. در این پژوهش ۳۰ نمونه از ۱۴ کارخانه مختلف به صورت تصادفی انتخاب، خریداری و کدگذاری گردید و برای تهیه مقاطع بافتی به آزمایشگاه بافت شناسی رفرانس در دانشگاه آزاد اسلامی کرج منتقل شد.

جدول ۲- مشخصات دستگاه‌ها و وسایل مورد استفاده

Table2- Specifications of the instruments and equipment used

ردیف No	نام دستگاه / تجهیزات instruments and equipment	برند Brand	کشور سازنده Country of manufacture
۱	میکروتوم Microtome	Thermo Scientific	آمریکا USA
۲	اتونکنیکون Autotechnicon	Labtech	کره جنوبی South Korea
۳	گرمخانه incubator	Memmert	آلمان Germany
۴	قالب لوکهارت Lueckhart embedding mold	Citotest	چین China
۵	اسکالپل Scalpel	Feather	ژاپن Japan
۶	پنس دستی Manual forceps	RWD	چین China
۷	لام و لامل Microscope slides and coverslips	Citoglas	چین China

فراوری بافت در روش پارافین جامد

برای فراوری بافت در روش پارافین جامد این مراحل اجرا گردید.

تثبیت^۱: با استفاده از فرمالین ۱۰ درصد حاوی بافر، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت به منظور پایداری کامل در آن قرار داده شدند.

آب‌گیری^۲: برای آب‌گیری از درجات صعودی الکل اتیلیک (۶۰-۷۰) درجه تا الکل مطلق) استفاده شد. دلیل انتخاب صعودی بودن درجات الکل آن است که خروج آب از سلول‌ها و جایگزین شدن آن توسط الکل تدریجی است. نمونه‌ها در هر ظرف حدود ۲ ساعت قرار داده شدند.

شفاف کردن^۳: برای شفاف کردن از محلول‌هایی همچون کلروفرم، بنزن، و تولوئن استفاده گردید که متداول‌ترین آنها گزیلول است که حاوی ۲ ظرف است و مدت زمان نگهداری هر یک از نمونه‌ها حدود ۳ ساعت بود (Malak et al., 2020).

آغشتگی نمونه‌ها با پارافین: تعداد ظرف‌های حاوی پارافین حداقل ۲ عدد و مدت زمان قرارگیری نمونه‌ها حدود ۳ ساعت بود. در این ظرف‌ها پارافین جامد در اثر حرارت به صورت مایع

در آمد و به دلیل وجود چرخش این ظرف‌ها، محلول‌ها اثرگذاری بهتری روی نمونه‌ها داشت.

قالب‌گیری^۴: در این مرحله از قالب لوکهارت^۵ استفاده شد. قالب‌گیری با هدف نگهداری نمونه‌ها و آماده‌سازی آنها برای برش صورت پذیرفت. این قالب‌ها از قطعات فلزی به شکل L تولید شده‌اند و از این‌رو در هنگام کار دو قطعه از این قالب‌ها در کنار هم قرار می‌گیرند. نمونه‌ها با پنس درون قالب قرار داده شد و قالب‌ها با پارافین به تدریج پر گردید. پس از سرد شدن پارافین، بدون آسیب دیدگی پارافین قالب گرفته، آن را جدا نموده از هر طرف نمونه با احتساب ۵ میلی‌متر و به کمک اسکالپل برش صورت گرفت (Asadi et al., 2020).

برش بافت: برای برش نمونه‌ها از میکروتوم استفاده شد. میکروتوم را روی درجه حدود ۶ میکرون قرار داده و برش صورت گرفت (Malak et al., 2020).

چسباندن برش‌ها روی لام: پس از تمیز کردن لام‌ها در محلول اسید الکل از یک ماده چسبناک، قبل از چسباندن برش‌ها استفاده شد. این ماده چسبناک می‌تواند مخلوطی از سفیده تخم مرغ و گلیسرین به نسبت مساوی باشد که به آن چند تکه تیمول به منظور جلوگیری از رشد کپک‌ها اضافه

³ Clearing
⁴ Blocking
⁵ Leukhardt

¹ Fixation
² Dehydration

منفی تشخیص بافت‌های غیر مجاز صورت گرفت (Haghjoo *et al.*, 2023).

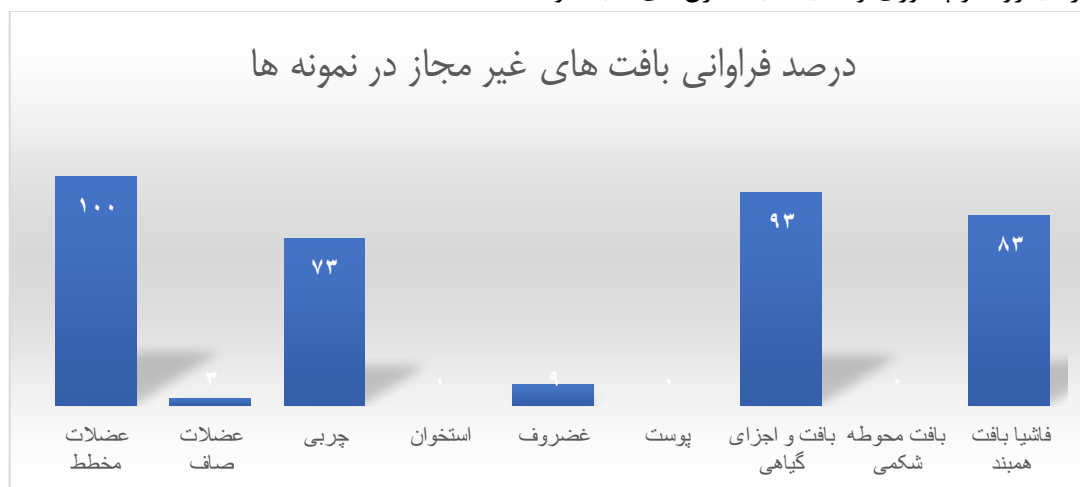
تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای بررسی‌های آماری از نرم افزار ۲۰۲۵ Microsoft Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

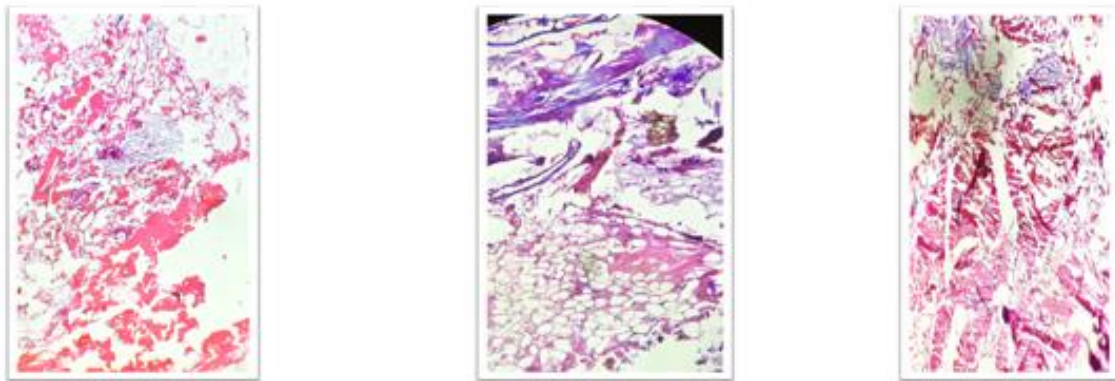
مطالعه حاضر با هدف شناسایی بافت‌های غیرمجاز در نمونه‌های فرآورده‌های گوشتی تولید شده در کارخانه‌های مختلف اجرا شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، ۱۰۰ درصد نمونه‌ها دارای بافت مخطط بودند. بافت و اجزای گیاهی در ۹۳ درصد (نمونه ۲۸) مشاهده شد. بافت همبند و فاشیا در ۸۳ درصد (نمونه ۲۵) گزارش گردید. عضله صاف تنها در ۳ درصد نمونه‌ها (۱ نمونه) یافت شد. در هیچ یک از نمونه‌ها، پوست و بافت‌های ناحیه شکمی دیده نشد. بافت ریه در ۱۰ درصد نمونه‌ها (۳ نمونه)، بافت غضروف در ۲۰ درصد (۶ نمونه) و چربی در ۷۳ درصد (۲۲ نمونه) حضور داشت.

می‌شود. نمونه‌های برش خورده پیش از چسباندن روی لام ابتدا در آب و سرم قرار داده شدند تا چین و چروک‌های برش تا حد زیادی مرتفع شود. قسمت برش خورده با زاویه ۴۵ درجه روی لام قرار داده شد و در گرمخانه با دمای ۳۷ درجه سلسیوس برای خشک شدن قرار گرفت (Asadi *et al.*, 2020). رنگ آمیزی پُپس از خشک شدن لام‌ها، از رنگ آمیزی هماتوکسیلین ائوزین (H&E) استفاده شد. برای رنگ آمیزی و جدا کردن پارافین چسبیده به نمونه‌ها، لام‌ها به‌طور متوالی از ۳ ظرف حاوی گزبلول، هر یک به مدت ۵ دقیقه عبور داده می‌شود. بعد از آن برای آب‌دهی نمونه‌ها و به‌منظور رنگ‌آمیزی بهتر، نمونه‌ها از ۳ تا ۴ ظرف حاوی الکل اتیلیک با درجات نزولی (۸۰، ۹۰، ۹۶، ۱۰۰) هر نمونه به مدت ۵ دقیقه عبور داده می‌شود. در مرحله رنگ آمیزی، نمونه‌ها در ظرف محتوی هماتوکسیلین به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفتند، و بعد از شست و شو با آب جاری، نمونه‌ها به مدت چند ثانیه در محلول اسید الکل نگه داشته شدند. از رنگ کربنات لیتیوم به مدت چند ثانیه و در آخر رنگ ائوزین به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه استفاده گردید. پس از اتمام این مرحله، نمونه‌ها شسته شدند و با استفاده از میکروسکوپ نوری و مقایسه با کنترل‌های مثبت و

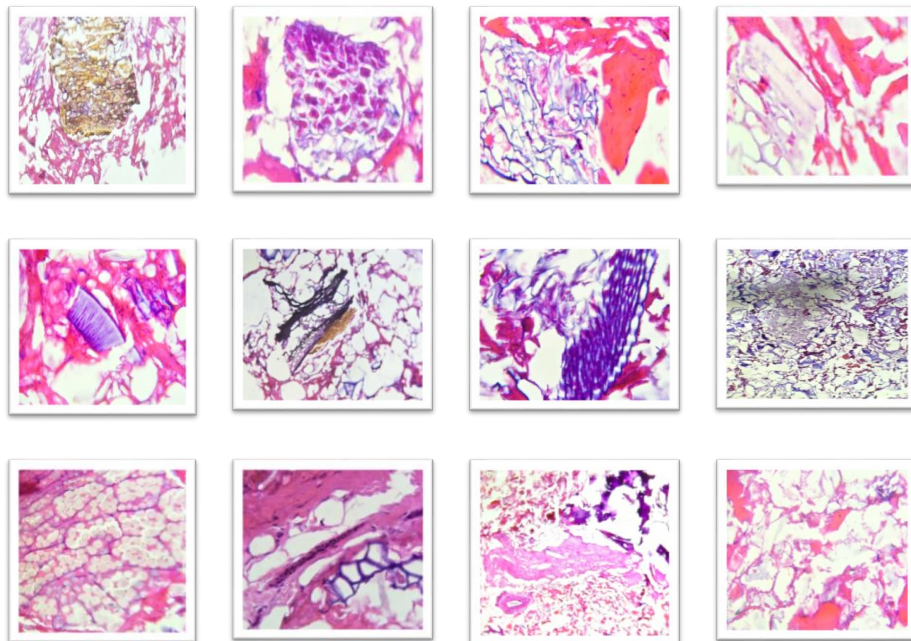


تصویر ۱- درصد فراوانی بافت‌های غیر مجاز یافت شده در نمونه‌ها

Figure1- Percentage frequency of unauthorized tissues detected in the samples



تصویر ۲- برش‌هایی از اجزای گیاهی در نمونه‌های آزمایشی (هماتوکسیلین و ائوزین $\times 100$)
Figure2- Histological sections of plant tissues (hematoxylin and eosin staining $\times 100$)



تصویر ۳- نمونه‌های مختلف بافت فرآورده‌های گوشتی (بافت‌های گیاهی در میان بافت‌های همبندی و عضلانی)
Figure3- Different tissue types in meat products (plant tissues embedded within connective and muscle tissues)

بررسی مقاطع هیستولوژیک نشان داد که وجود مقادیر بالای چربی در برخی از نمونه‌ها ممکن است به عنوان عاملی ناخوشایند برای مصرف‌کنندگان در نظر گرفته شود. چربی که در فرآورده‌های گوشتی ممکن است عاملی طعم‌دهنده و بهبوددهنده بافتی باشد، در صورت حضور بیش از حد می‌تواند کیفیت تغذیه‌ای محصول را تحت تأثیر قرار دهد. از سوی دیگر، مشاهده غضروف در برخی از نمونه‌ها نشان می‌دهد که فرآوری مکانیکی نامناسب در برخی کارخانه‌ها موجب ورود این اجزا به محصول نهایی شده است. این موضوع از منظر بهداشتی و استانداردهای کیفی می‌تواند چالش برانگیز باشد.

هشت برند از همبرگر و هشت برند از هات داگ در آمریکا نشان داد که مقدار بافت اسکلتی به‌طور میانگین $5/7$ و مقدار آب 57 . استخوان، کولازن، خون، رگ، بافت گیاهی، پوست، غضروف، اعصاب محیطی و بافت چربی نیز مشاهده گردید. در برندهای معتبرتر که میزان بافت اسکلتی بیشتری تشخیص داده شد به دلیل وجود استخوان و غضروف بیشتری نسبت به سایر برندها بود و بافت مغزی اصلاً مشاهده نشد (Prayson *et al.*, 2008). رضائیان و همکاران (Rezaeian *et al.*, 2002) محصولات تولیدی هفت کارخانه‌ی فراورده‌های گوشتی حرارت دیده در استان مازندران را تحت آزمون هیستولوژی قرار دادند و در برخی از نمونه‌ها بافت‌های پستان، غده بزاقی، گره لنفاوی، پوست و شکمبه را به‌عنوان بافت‌های غیر مجاز تشخیص دادند. جاهد خانیکی و رکنی (Jahed Khaniki, & Rokni, 2006) در استان تهران ۴۴ نمونه همبرگر تولید صنعتی حاوی ۳۰ و ۶۰ درصد گوشت را از نظر وجود بافت‌های غیر مجاز خوراکی به جای گوشت در فرمولاسیون به دو روش بافت‌شناسی و شیمیایی ۵۷ درصد از نمونه‌های گروه اول (گروهی که گفته شده بود ۳۰ درصد گوشت دارد) و ۳۰ درصد از همبرگرهای گروه دوم (گروهی که گفته شده بود دارای ۶۰ درصد گوشت است) حاوی بافت‌های غیر مجازند. پوست مرغ و غضروف شفاف به‌ترتیب فراوان‌ترین بافت غیر مجاز تشخیص داده شد. محققان در مطالعه‌ای همبرگرهای صنعتی را از نظر وجود بافت‌های غیر مجاز به روش بافت‌شناسی بررسی کردند و دریافتند در همبرگرهای با ۳۰ درصد گوشت میزان استفاده از بافت غیر مجاز $5/2$ برابر بیشتر از همبرگرهایی بود که ۶۰ درصد گوشت داشتند (Abbasi *et al.*, 2012). ایزدی و همکاران (Izadi *et al.*, 2015) با بررسی بافت‌های غیر مجاز در گوشت چرخ کرده عرضه شده در شهر یزد به روش بافت‌شناسی به این نتیجه دست یافتند که بافت عضلانی مخطط به خوبی در نمونه‌ها قابل مشاهده است و علاوه بر آن، بافت چربی،

در مطالعات پیشین تأثیر فرآوری و ترکیبات افزودنی بر ساختار بافتی نشان داده‌اند که استفاده از ترکیبات گیاهی مانند سویا، گلوتن و ادویه در فراورده‌های گوشتی می‌تواند ساختار بافتی محصول را تغییر دهد و بر ویژگی‌های حسی و فیزیکی آن تأثیر گذارد. در این مطالعه نیز بررسی‌ها نشان داد که برخی نمونه‌ها مقادیر قابل‌توجهی از ترکیبات گیاهی دارند. این ترکیبات می‌توانند در بهبود بافت و افزایش ماندگاری محصولات فرآوری‌شده مؤثر باشند، اما از سوی دیگر، حضور بیش از حد آن‌ها ممکن است باعث کاهش کیفیت گوشت مورد انتظار در این فراورده‌ها شود (Mashak *et al.*, 2023). بررسی ترکیبات بافتی در این مطالعه نشان داد که برخی نمونه‌ها اجزای غیرمجاز از جمله چربی بیش از حد و غضروف دارند. بر اساس استانداردهای ملی و بین‌المللی مرتبط با فراورده‌های گوشتی، وجود مقادیر زیاد چربی و غضروف می‌تواند نشانه‌ای از کیفیت پایین‌تر محصول باشد. برای مثال، استانداردهای Codex Alimentarius و سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) میزان مشخصی از اجزای غیرعضلانی را برای محصولات گوشتی تعریف کرده‌اند که مقادیر مشاهده‌شده در برخی نمونه‌های این مطالعه فراتر از این محدوده‌هاست. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه پیشنهاد می‌شود که تولیدکنندگان فراورده‌های گوشتی از روش‌های دقیق‌تر در فرآوری و جداسازی اجزای غیرمجاز استفاده کنند تا کیفیت نهایی محصول بهبود یابد. استفاده از روش‌های پیشرفته پردازش و جداسازی می‌تواند ورود چربی بیش از حد و غضروف به محصولات را کاهش دهد. نظارت‌های سخت‌گیرانه‌تر بر فرآیند تولید و آزمایش‌های هیستولوژیک دوره‌ای می‌تواند به تضمین کیفیت محصول کمک کند (Shariatifar & Pirhadi, 2023). تحقیقات متعددی در زمینه بررسی و تشخیص بافت‌های غیر مجاز در انواع فراورده‌های گوشتی صورت گرفته است. آنالیز تصاویر مقاطع بافتی برای تعیین میزان ماهیچه‌های اسکلتی در

و بافت عضله صاف نیز مشاهده می‌شود. اما در هیچ یک از نمونه‌ها بافت غیر مجاز تشخیص داده نشد. تنها در یک نمونه ضایعات پوستی کمی مشاهده گردید و در نمونه دیگری بافت استخوان وجود داشت. در حدود نیمی از نمونه‌ها ضایعات امعا و احشا مشهود بود. در مطالعه‌ای در کشور ترکیه، ۳۲ نمونه سوسیس تخمیری با روش بافت شناسی بررسی گردید و نشان داده شد نمونه‌ها حاوی بافت‌های غیر مجاز شامل غضروف، استخوان، بافت لنفاوی، پوست و مو هستند. به علاوه، نمونه‌ها حاوی انواع مختلف گوشت دام بودند و شرایط استاندارد در تولید محصول رعایت نشده بود (Harem & Altun, 2018).

مختار و همکاران (Mokhtar et al., 2018)، با تجزیه و تحلیل بافت شناسی و شیمیایی کاربردی برای تشخیص تقلب در گوشت چرخ کرده و سوسیس، ۵۰ نمونه گوشت چرخ کرده و سوسیس (هر یک ۲۵ نمونه) را به صورت تصادفی از سوپرمارکت‌های شهر اسیوط جمع‌آوری کردند. نمونه‌ها برای تشخیص تقلب تحت آنالیز بافت شناسی و شیمیایی قرار گرفتند. از نظر بافت‌شناسی، با افزودن فیبرهای عضلانی صاف دستگاه گوارش (روده، و معده نشخوارکنندگان)، ماهیچه‌های قلبی، استخوان اسفنجی، غده تیروئید، بافت چربی، ریه، عروق خونی، تاندون‌ها، غضروف، و فاشیا تقلب در گوشت چرخ کرده و سوسیس تشخیص داده شد. بافت عصبی، مغز، بافت‌های گیاهی شامل دانه‌های خشخاش، افزودنی‌های رنگی، کیست‌ها و قسمت‌هایی از انگل‌ها نیز از دیگر یافته‌های بافت شناسی بودند. با استفاده از هیستوشیمی ATPase، بافت جنین در گوشت چرخ کرده و سوسیس نیز تشخیص داده شد. تقلب در گوشت چرخ کرده و سوسیس با بافت استخوانی و همچنین بافت‌های گیاهی از نظر آماری معنی‌دار بود. نتایج بررسی بافت شناسی نشان داد که کل تقلب در نمونه‌های گوشت چرخ کرده و سوسیس به ترتیب ۸۸ درصد و ۱۰۰ درصد بود. آنالیز شیمیایی نشان داد که درصد نمونه‌های تقلبی هنگام تخمین

مقدار پروتئین در گوشت چرخ کرده و سوسیس به ترتیب ۸) نمونه (۳۲ درصد و (۱۰ نمونه) ۴۰ درصد بود، درحالی‌که تقلب با بافت چربی ۱۰۰ درصد گزارش شد. در پژوهشی در سال ۲۰۲۰، تعداد ۲۰ نمونه سوسیس از نظر بافت شناسی و شیمیایی برای تشخیص بافت‌های غیر مجاز بررسی شدند. نتایج مطالعه نشان داد که نمونه‌های دارای بافت‌های غیر مجاز از جمله غضروف هیالین، تاندون، استخوان اسفنجی، تنه عصب محیطی، بافت لنفاوی، فاشیا، غضروف فیبر، بافت عروقی و بافت گیاهی هستند (Malak et al., 2020). عبدالحافظ و همکاران (Abd-Elhafeez et al., 2022)، تقلب غذایی ۴۰۰ نمونه فرآورده‌های گوشتی از برندهای مختلف را در شهر سوهاگ با استفاده از روش‌های بافت شناسی تشخیص دادند. استفاده از آزمایش‌های هیستوشیمیایی امکان بررسی میکروسکوپی انواع مختلف سلول، ساختارها و یا میکروارگانیسم‌ها را فراهم می‌کند. آزمایش‌های تشخیصی بافت شناسی علاوه بر بافت ماهیچه‌های اسکلتی، انواع بافت‌های مختلف مانند رباط‌های نوکال، استخوان‌ها، غضروف‌های هیالین، فیبر و غضروف‌های سفید، شریان‌های بزرگ و متوسط، ماهیچه‌های قلب، تاندون‌ها و بافت‌های همبند کولائنی را نشان داد. علاوه بر این، کریستالی از مواد افزودنی غذایی با استفاده از میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی روبشی شناسایی شد. میکروسکوپ الکترونی روبشی امکان تجسم آلودگی باکتریایی را نیز نشان داد. مقامی و همکاران (Maghami et al., 2022)، محتویات گیاهی و حیوانی غیرمجاز را در برخی فرآورده‌های گوشتی از لحاظ بافت‌شناسی تشخیص دادند. در این مطالعه ۵۰ نمونه برگر، کوفته و سوسیس از نظر بافت شناسی برای تشخیص تقلب بررسی گردید. مقاطع بافت‌شناسی از سه فرآورده گوشتی با رنگ آمیزی هماتوکسیلین-ئوزین رنگ آمیزی شدند. تقلب توسط بافت‌های غیرمجاز گیاهی و حیوانی به صورت میکروسکوپی تشخیص داده شد. نتایج نشان داد که تقلب‌های

شالتوت و همکاران (Shaltout et al., 2023)، به بررسی و تشخیص بافت شناسی محتویات گیاهی و حیوانی غیرمجاز در برخی فراورده‌های گوشتی پرداختند و برای این منظور، ۵۰ نمونه برگر، کوفته و سوسیس از نظر بافت شناسی و تشخیص تقلب را ارزیابی کردند. مقاطع بافت شناسی از سه فراورده گوشتی را با همتوکسیلین - ائوزین رنگ‌آمیزی کردند. تقلب با بافت‌های گیاهی و حیوانی غیرمجاز به صورت میکروسکوپی تشخیص داده شد. نتایج نشان داد که برگر با ریه، قلب، بافت همبند، ماهیچه‌های صاف، غضروف و بافت‌های گیاهی تقلب شده است. نمونه برگر عفونت هم‌تراز با سارکوسیتیس را در عضلات اسکلتی نشان داد. کوفته با ریه، بافت همبند، ماهیچه‌های صاف، غضروف، رگ‌های خونی و بافت‌های گیاهی تقلب شده بود. سوسیس با روده، بافت همبند، عضلات صاف، غضروف، عروق خونی، چربی و بافت گیاهی تقلب شده بود. این مطالعه بررسی بافت شناسی را در تشخیص تقلب در فراورده‌های گوشتی و عفونت انگلی تأیید کرد. مشاک و همکاران (Mashak et al., 2023)، با تجزیه و تحلیل بافت شناسی و میکروبی انواع فراورده‌های گوشتی خام در تهران در مجموع ۲۰۰ نمونه شامل ۵۰ نمونه کباب کوبیده گوشت قرمز (RM)، ۵۰ نمونه خمیر کباب کوبیده گوشت مرغ (CM)، ۴۰ نمونه گوشت چرخ کرده (MM) و ۳۰ نمونه همبرگر صنعتی (IH) و ۳۰ نمونه همبرگر خانگی (HH) جمع‌آوری شد. شایع‌ترین بافت‌های غیرمجاز یافت شده در نمونه‌ها، بافت چربی (۶۶ درصد)، بافت ماهیچه صاف (۴۵/۵ درصد) و بافت گیاهی (۴۱ درصد) بود. بیشترین سطوح بافت‌های غیرمجاز در گروه CM و RM مشاهده شد، درحالی‌که کمترین سطح در گروه MM مشاهده گردید. بالاترین تعداد کل باکتری‌ها (TBC) مربوط به گروه RM ($7/69 \log \text{CFU/g}$) و پس از آن گروه CM ($6/96 \log \text{CFU/g}$) بود. بالاترین تعداد *استافیلوکوکوس اورئوس* در گروه CM ($4/84 \log \text{CFU/g}$) و به دنبال آن گروه RM ($4/74 \log \text{CFU/g}$) مشاهده شد. بیشترین تعداد کپک و مخمر در گروه HH ($4/58 \log \text{CFU/g}$)، و پس از آن گروه RM ($4/56 \log \text{CFU/g}$) و گروه CM ($4/50 \log \text{CFU/g}$) گزارش شد. ارتباط معنی‌داری بین بافت‌های غیرمجاز و آلودگی باکتریایی مشاهده شد. این موضوع نشان می‌دهد که استفاده از بافت‌های غیرمجاز در محصولات گوشتی می‌تواند خطر آلودگی باکتریایی را افزایش دهد.

شالتوت و همکاران (Shaltout et al., 2023)، به بررسی و تشخیص بافت شناسی محتویات گیاهی و حیوانی غیرمجاز در برخی فراورده‌های گوشتی پرداختند و برای این منظور، ۵۰ نمونه برگر، کوفته و سوسیس از نظر بافت شناسی و تشخیص تقلب را ارزیابی کردند. مقاطع بافت شناسی از سه فراورده گوشتی را با همتوکسیلین - ائوزین رنگ‌آمیزی کردند. تقلب با بافت‌های گیاهی و حیوانی غیرمجاز به صورت میکروسکوپی تشخیص داده شد. نتایج نشان داد که برگر با ریه، قلب، بافت همبند، ماهیچه‌های صاف، غضروف و بافت‌های گیاهی تقلب شده است. نمونه برگر عفونت هم‌تراز با سارکوسیتیس را در عضلات اسکلتی نشان داد. کوفته با ریه، بافت همبند، ماهیچه‌های صاف، غضروف، رگ‌های خونی و بافت‌های گیاهی تقلب شده بود. سوسیس با روده، بافت همبند، عضلات صاف، غضروف، عروق خونی، چربی و بافت گیاهی تقلب شده بود. این مطالعه بررسی بافت شناسی را در تشخیص تقلب در فراورده‌های گوشتی و عفونت انگلی تأیید کرد. مشاک و همکاران (Mashak et al., 2023)، با تجزیه و تحلیل بافت شناسی و میکروبی انواع فراورده‌های گوشتی خام در تهران در مجموع ۲۰۰ نمونه شامل ۵۰ نمونه کباب کوبیده گوشت قرمز (RM)، ۵۰ نمونه خمیر کباب کوبیده گوشت مرغ (CM)، ۴۰ نمونه گوشت چرخ کرده (MM) و ۳۰ نمونه همبرگر صنعتی (IH) و ۳۰ نمونه همبرگر خانگی (HH) جمع‌آوری شد. شایع‌ترین بافت‌های غیرمجاز یافت شده در نمونه‌ها، بافت چربی (۶۶ درصد)، بافت ماهیچه صاف (۴۵/۵ درصد) و بافت گیاهی (۴۱ درصد) بود. بیشترین سطوح بافت‌های غیرمجاز در گروه CM و RM مشاهده شد، درحالی‌که کمترین سطح در گروه MM مشاهده گردید. بالاترین تعداد کل باکتری‌ها (TBC) مربوط به گروه RM ($7/69 \log \text{CFU/g}$) و پس از آن گروه CM ($6/96 \log \text{CFU/g}$) بود. بالاترین تعداد *استافیلوکوکوس اورئوس* در گروه CM ($4/84 \log \text{CFU/g}$) و به دنبال آن گروه RM ($4/74 \log \text{CFU/g}$) مشاهده شد. بیشترین تعداد کپک و مخمر در گروه HH ($4/58 \log \text{CFU/g}$)، و پس از آن گروه RM ($4/56 \log \text{CFU/g}$) و گروه CM ($4/50 \log \text{CFU/g}$) گزارش شد. ارتباط معنی‌داری بین بافت‌های غیرمجاز و آلودگی باکتریایی مشاهده شد. این موضوع نشان می‌دهد که استفاده از بافت‌های غیرمجاز در محصولات گوشتی می‌تواند خطر آلودگی باکتریایی را افزایش دهد.

قلبی بودند و در ۹۶/۲ درصد نمونه‌ها غضروف و استخوان بالغ یافت شد. همچنین در ۵۷/۶ درصد نمونه‌ها استخوان نابالغ یافت گردید. در ۲۷ درصد از نمونه‌ها بافت همبند و عضلات صاف دیده شد. فراوانی حضور هر یک از بافت‌های طحال، مری، آئورت، غدد بزاقی، غدد ترشحی لوله گوارش، گره لنفاوی، مو، ریه و زبان ۳/۸ درصد بود. فراوانی حضور هر یک از بافت‌های پستان، اپیدرم پوست و عصب ۷/۷ درصد بود. فراوانی حضور حفره‌های خالی ورگ هر یک ۴۶/۱ درصد بود. در ۱۰۰ درصد نمونه‌ها بافت گیاهی تشخیص داده شد.

پیشنهاده‌ها

- تقویت نظارت شرکت‌های ممیزی بهداشتی سازمان دامپزشکی کل کشور روی این فرآورده‌ها و فرآورده‌های مشابه عرضه شده.

- نظارت بازرسان وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، مؤسسه استاندارد ملی ایران و سازمان دامپزشکی کل کشور.

- استخدام مسئول فنی به منظور نظارت بر تهیه مواد اولیه، فرایند تولید و عرضه محصولات، بررسی میزان آلودگی محیط، نظافت و بهداشت ضد عفونی وسایل، دستگاه‌ها و تجهیزات، هوا و پرسنل.

- مطالعات آینده با استفاده از روش‌های تکمیلی مانند ایمونوهیستوشیمی یا PCR برای تأیید هویت بافت‌های مشکوک. صورت گیرد.

تعارض منافع

نویسندگان تعارض منافع نداشته‌اند.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که فرآورده های گوشتی تولیدشده در برخی کارخانه‌ها حاوی مقادیر غیرقابل قبولی از بافت‌های چربی و غضروف هستند، در حالی که عضلات صاف و بافت‌های محوطه شکمی در نمونه‌ها مشاهده نشد. این یافته‌ها اهمیت کنترل کیفیت در فرآوری محصولات را برجسته می‌کند و لزوم پایش دقیق تر ترکیبات بافتی را در این محصولات نشان می‌دهد. افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان و تقویت استانداردهای نظارتی می‌تواند به بهبود کیفیت این فرآورده‌ها کمک کند و سلامت عمومی را ارتقا بخشد.

به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که وجود قوانین و مقررات به تنهایی برای حصول اطمینان از نبود بافت‌های غیر مجاز در فرآورده‌های گوشتی کافی نیست و برای بررسی وجود تقلب در فرآورده‌های گوشتی باید در کنار روش‌های

منابع

- Abbasy-Fasarani M, Hosseini H, Jahed-Khaniki G, Adibmoradi M, Eskandari S. (2013). Histological study of industrial hamburgers containing 30 and 60 percent meat for presence of unpermitted edible tissues and correlation of this factor to meat connective tissue chemical indices. *Iranian J Nutr Sci Food Technol* 2013; 7 (5): 311-318. (in Persian)
- Abd-Elhafeez, H. H., El-Sayed, A. M., Ahmed, A. M., Zaki, R. S., Abd El-Mageed, D. S., & Soliman, S. A. (2022). Detection of food fraud of meat products from the different brands by application of histological methods. *Microscopy Research and Technique*, 85(4), 1538-1556.

- Asadi, M. R. , Taghavi, M. , Hesari, A. K. and Ghorbanzadeh, B. (2020). The Role of Histological Test in Reducing The Use of Unauthorized Tissues in Meat Products Between Years of 2014 and 2017. *Veterinary Research & Biological Products*, 33(3), 31-40. (in Persian)
- Hadis Ghaderi, Mohammad Reza Pajohi-Alamoti, Ali Kalantari-Hesari , (2022). Investigating the Fraud of Using Unauthorized Tissues in Sausages Produced in Hamadan Province, *Journal of Veterinary Research*, 77(4), 203-212. (in Persian)
- Harem, S. I., & Altun, K. S. (2018). Histological investigation of fermented sausages sold in Sanliurfa province. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 7(10), 96-99.
- Izadi F, Sadeghinezhad J, Hajimohammadi B, Taghipour-zahir S, Fallahzadeh H, Sheibani M et al .(2016) Detection of Unauthorized Tissues in Trade Frozen Minced Meat Marketed in Yazd with Histological Method. *TB* 2016; 14 (6) :423-431. (in Persian)
- Jahed Khaniki, G., & Rokni, N. (2006). A histological study of unauthorized tissues in heat-treated sausages using Masson's trichrome staining. *Research and Construction*, 3, 96. (in Persian)
- Maghami, N. D., Nabipour, A., Mohsenzadeh, M., & Torabi, M. (2022, March). Histological and stereological approaches for detection of tissues and fraud in some meat products. In *Veterinary Research Forum* (Vol. 13, No. 1, p. 47).
- Malak, N. M. L., AwadAllah, Y. H. A., & Zaki, H. M. B. A. (2020). Using histological and chemical methods for detection of unauthorized tissues addition in emulsion type meat product.
- Mashak, Z., Mahdizadeh Barzoki, Z., Saadati, A., & Taghavi, M. (2023). Histological and microbial analysis of different types of raw meat products in Tehran, Iran. *Food and Health*, 2(2), 31.
- Mokhtar, D. M., Abd-Elaziz, D. M., Youssef, H., & Taha, A. M. R. (2018). Applied histological and chemical analysis for detection of adulteration of minced meat and sausage. *Journal of Advanced Microscopy Research*, 13(3), 345-53.
- Prayson, B. E., McMahon, J. T., & Prayson, R. A. (2008). Applying morphologic techniques to evaluate hotdogs: what is in the hotdogs we eat?. *Annals of diagnostic pathology*, 12(2), 98-102.
- Rahil Haghjoo, Abolfazl Ghaderian, Jamileh Saremi , (2023). Investigating the presence of unauthorized tissues in 40, 55 and 70% meat sausages in Jahrom city supply centers by histological method, *Pars Journal of Medical Sciences*, 21(3), 11-20. (in Persian)
- Rezaeian, M., & Rokni, N. (2002). Histological investigation of heat-treated meat products in Mazandaran province. *Research and Construction*, 54, 61-63. (in Persian)
- Sami, M., Kheirandis, R., Nasri, A., & Dabiri, S. (2022). Application of histochemical and immunohistochemical techniques for detection of lung tissue in cooked sausage. *Iranian journal of veterinary research*, 23(2), 147.
- Shaltout, F., Hussein, M., & khaled Elsayed, N. (2023). Histological Detection of Unauthorized Herbal and Animal Contents in Some Meat Products. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 13(2), 157-160.
- Shariatifar, N., & Pirhadi, M. (2023). Identifying the fraud and authenticity of meat products by infrared spectroscopy: a systematic review. *Journal of Biochemicals and Phytomedicine*, 2(2), 40-46.
- Tavallaei, A., Mashak, Z., & Khaledi, A. (2024). Evaluation of Sausage Products Properties by Chemical, Microbial, and Histological Techniques in Qom Province, Iran. *Journal of Nutrition, Fasting and Health*, 12(1), 58-65.
- Visciano, P., & Schirone, M. (2021). Food frauds: Global incidents and misleading situations. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 424-442.
- Wibisono, F. J., Rahmiani, R. P., Syaputra, D. E., Zuriya, Z., Aziz, K. M., Ikeng, L. D. & Bernard, A. N. (2023). Risk Factors for Non-typhoidal Salmonella Contamination in chicken meat: A cross-sectional study on Traditional Markets in Surabaya. *Advancements in Life Sciences*, 288-282, (2)10.

Original Research

Investigation of Tissue Adulterations by Histological Method in Various Commercial Ready-to-Eat Meat Products Using Hematoxylin-Eosin (H&E) Staining

Seyed Dayan Pourhosseini, Zohreh Mashak*, Saeede Amani

*Corresponding Author: Department of Food Hygiene and Quality Control, Ka. C., Islamic Azad University, Karaj, Iran.

Email: mashak@kiaau.ac.ir

Received: 1 May 2026 Accepted: 7 July 2026

http://doi: [10.22092/fooder.2026.372670.1452](https://doi.org/10.22092/fooder.2026.372670.1452)

Abstract

The consumption of meat and meat products has been increasing globally. Given the economic value of meat, one of the most significant forms of adulteration in processed meat products is the substitution of authorized meat with unauthorized edible tissues, which may pose serious health risks. This study aimed to investigate and identify unauthorized tissues in commercially produced meat products from selected food manufacturing companies. For this purpose, 30 samples were randomly collected from commercial products. Each sample was divided into three parts, and one piece from each part was fixed in 10% neutral buffered formalin. The samples were prepared for light microscopic examination using routine histological techniques, embedded in paraffin, sectioned at 6 micrometers, and stained with hematoxylin and eosin.

Histological analysis revealed that 100% of the samples contained striated muscle tissue. Plant tissues and components were observed in 93% (28 samples), while connective tissue and fascia were detected in 83% (25 samples). Smooth muscle was found in only 3% (1 sample). No skin or abdominal tissues were identified in any of the samples. Additionally, lung tissue was present in 10% (3 samples), cartilage in 20% (6 samples), and adipose tissue in 73% (22 samples). Since conventional quality control methods are unable to detect such adulteration, it is recommended that histological techniques, which offer higher sensitivity and accuracy, replace it with routine chemical tests. Furthermore, due to the potential health risks associated with the presence of unauthorized tissues in meat products, stricter regulatory oversight and control measures are essential.

Keywords: Meat Products, Food Adulterations, Unauthorized Tissues, Histology.