مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ارزیابی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی سوسیس گوشت گاو حاوی عصاره چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)

شریف قربانی[۱]، سارا جعفریان[۲*]، مهدی شریفی سلطانی[۳]، لیلا روزبه نصیرایی[٤]

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران

۳- استادیار، گروه دامپزشکی، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

٤- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۵/۱۰

کلمات کلیدی:

عصاره چای ترش،

ریزپوشانی،

سوسیس گوشت گاو،

نگهدارنده طبیعی

DOI:10.22034/FSCT.22.158.63.

* مسئول مکاتبات:

drsjafarian@yahoo.com

چکیده

گرچه مطالعات زیادی نشان داده‌اند استفاده از افزودنی‌های طبیعی گیاهی و ریزپوشانی عصاره‌های گیاهی در فرآورده‌های گوشتی برای کاهش اثرات مضر افزودنی‌های شیمیایی، اهمیت زیادی دارد، اما مطالعات در این حیطه بسیار محدود است. بر این اساس، مطالعه حاضر به بررسی اثرات عصاره چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) بر بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی سوسیس گوشت گاو پرداخته است. در این تحقیق، محتوای فنولی عصاره هیدروالکلی گیاه چای ترش با آزمون فولین–سیوکالتو و فعالیت آنتی‌اکسیدانی با آزمون DPPH در غلظت های مختلف ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ ppm عصاره مورد ارزیابی قرار گرفت. خصوصیات کپسول‌های حاوی این عصاره از جمله اندازه ذرات، پتانسیل زتا، کارایی، حلالیت، دانسیته توده و مورفولوژی آنها و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی فرآورده‌های گوشتی حاوی این کپسول‌ها مانند میزان تیوباربیتوریک اسید، رنگ و ویژگی‌های حسی ارزیابی شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز ورایانس یکطرفه انجام گرفت. نتایج نشان داد میزان ترکیبات فنولی کل در عصاره چای ترش برابر ۱۷٤.٦ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم عصاره بوده و بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی در غلظت‌های بالای ۱۵۰۰ ppm عصاره مشاهده گردید. اندازه ذرات عصاره بین ۱۰۸.۵۱۷ تا ٦٤٦.۳٦۹ میکرومتر بود و پارامترهای فیزیکوشیمیایی مانند پتانسیل زتا، کارایی، حلالیت، دانسیته توده، و مورفولوژی کپسول در محدوده مناسب قرار داشتند. در طول نگهداری، میزان ترکیب تیوباربیتوریک اسید در نمونه شاهد افزایش یافت و این اختلاف با نمونه حاوی ۱۵۰۰ ppm عصاره چای ترش معنادار بود. همچنین با افزایش زمان نگهداری، میزان فاکتور رنگی L کاهش یافت، ولی ارزیابی حسی نشان داد تیمارها امتیاز قابل قبولی کسب کردند. در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که عصاره چای ترش، چه به شکل آزاد و چه ریزپوشانی شده، می‌تواند به عنوان یک افزودنی طبیعی برای افزایش کیفیت و بهبود خواص حسی سوسیس گوشت گاو جایگزین نگهدارنده‌های شیمیایی مد نظر قرار گیرد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

۱-مقدمه

سوسیس یکی از قدیمی‌ترین و محبوب‌ترین فرم‌های فرآوری شده گوشت است. گوشت و فرآورده‌های گوشتی به راحتی می‌توانند توسط میکروارگانیسم‌ها آلوده شوند و در صورت عدم شرایط نگهداری مناسب، باعث رشد باکتری‌های فسادزا و بیماریزا شوند [۱]. برای جلوگیری از فساد و کاهش خطرات بهداشتی، فرآورده‌های گوشتی مانند سوسیس و کالباس نیاز به استفاده از مواد نگهدارنده دارند. این مواد نگهدارنده می‌توانند شامل نمک‌های نیتریت و نیترات باشند که علاوه بر بهبود رنگ و ماندگاری محصولات، در کنترل رشد میکروبی نیز مؤثر هستند [۲]. اگرچه استفاده از افزودنی‌های شیمیایی می‌تواند در حفظ کیفیت فرآورده‌های گوشتی مفید باشد، اما استفاده بیش از حد از آن‌ها می‌تواند برای سلامتی مضر بوده و خطر ابتلا به بیماری‌هایی مانند سرطان را افزایش دهداز این رو، استفاده از افزودنی‌های طبیعی به جای افزودنی‌های مصنوعی اهمیت زیادی دارد. عصاره‌های گیاهی، به دلیل خواص متنوعی که دارند، می‌توانند در حفظ کیفیت حسی و تغذیه‌ای فرآورده‌های گوشتی بسیار مؤثر باشند [۳]. یکی از این عصاره‌های گیاهی، عصاره چای ترش یا روزل (*Hibiscus Sabdariffa*)است. این گیاه که از خانواده مالواسه است، اصل و نشأت دقیقی ندارد و ممکن است از مناطقی مانند هند، آفریقای حاره‌ای یا عربستان سعودی منشأ گرفته باشد. اما در حال حاضر، کشت این گیاه به طور گسترده در مناطق آب و هوای گرمسیری و نیمه گرمسیری آسیا، آفریقا و آمریکای مرکزی و جنوبی صورت می‌گیرد [٤, ٥]. چای ترش به عنوان یک نوشیدنی گرم یا سرد در بسیاری از مناطق جهان مصرف می شود. این محصول دارای خواص درمانی متعددی است که در پزشکی عمومی کاربرد دارند، از جمله کاهش فشار خون و کلسترول، بهبود هضم غذا، خاصیت ضدالتهابی و تقویت سیستم ایمنی و علاوه بر این، چای ترش دارای فعالیت های ضدباکتریایی، ضدسرطانی و ضدمیکروبی بالقوهای نیز است [٦]. این چای منبع غنی از ترکیبات آنتی اکسیدانی همچون کاتچین ها، تئین ها، پلی فنول ها و فلاونوئیدها است که می توانند در مبارزه با آسیبهای اکسیداتیو و کاهش التهاب نقش مؤثری ایفا کنند [۷]. با توجه به خواص آنتی اکسیدانی و ضدمیکروبی چای ترش، استفاده از آن در فرآوردههای گوشتی برای جلوگیری از اکسیداسیون و فساد لیپیدها و افزایش ماندگاری و کیفیت محصولات بسیار رایج است [۸]. عصاره‌های گیاهی با سطوح بالای ترکیبات فنولی و دیگر مواد آنتی‌اکسیدانی می‌توانند در تأخیر واکنش‌های اکسیداتیو موثر باشند. بنابراین، استفاده از روش‌های حفظ بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها ضروری است. همچنین، برای بهبود پایداری شیمیایی و بیولوژیکی ترکیبات حساس عصاره‌های گیاهی، از فناوری میکروکپسولاسیون (ریزپوشانی) می‌توان استفاده کرد که می‌تواند آنها را در برابر واکنش‌های اجتناب‌ناپذیر در سیستم‌های غذایی محافظت کند.

ریزپوشانی مواد طبیعی نقش بسیار مهمی در افزایش پایداری، جذب، کارایی و کیفیت محصولات دارد و کاربردهای گسترده‌ای در صنایع غذایی و دارویی پیدا کرده است. این فناوری امکان کنترل انتشار مواد فعال را فراهم می‌کند و موجب بهبود ویژگی‌های حسی و فیزیکی محصولات می‌شود. در صنایع غذایی، ریزپوشانی می‌تواند ماندگاری طعم، عطر و مواد مغذی را افزایش دهد و در عین حال از تخریب آنها در برابر عوامل محیطی مانند نور، حرارت و اکسیژن جلوگیری کند. به عنوان مثال، ویتامین‌ها، رنگدانه‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند به طور موثرتری در مواد غذایی حفظ شوند و باعث بهبود کیفیت تغذیه‌ای و جذابیت محصولات شوند [۹, ۱۰]. اخیرا کاربردهای روش ریزپوشانی در صنایع غذایی افزایش یافته است زیرا مواد محصور شده را می‌توان در برابر رطوبت، گرما یا سایر شرایط شدید محافظت شده و پایداری و ماندگاری آنها حفظ گردد [۱۱]. مطالعات متعددی در ارتباط با اثرات عصاره‌های گیاهی بر ماندگاری فراورده‌های گوشتی خصوصا سوسیس و کالباس انجام شده است. برای نمونه، مطالعه‌ای که خانلو و همکاران با هدف بررسی تأثیر عصاره اتانولی دانه ریحان و برگ‌های گزنه بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی سوسیس در طول زمان نگهداری در یخچال انجام دادند،

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

نشان داد که سطوح ۰/۱ و ۰/۳ درصدی عصاره گزنه نتایج بهتری در مقایسه با عصاره دانه ریحان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی سوسیس داشته است [۱۲]. همچنین، نتایج پژوهشی دیگر حاکی از آن بود که نمونه سوسیس حاوی ٦۰٪ عصاره کرفس می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای نیتریت عمل کرده و از نظر خواص آنتی‌اکسیدانی، نمونه سوسیس حاوی ۲۰٪ عصاره کرفس بهترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را دارا می‌باشد [۱۳]. از سویی، تحقیقات نشان می‌دهند افزودن ترکیبات طبیعی با خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدمیکروبی و فیزیکوشیمیایی به فرآورده‌های گوشتی می‌تواند کیفیت و ماندگاری این محصولات را بهبود بخشد. در این راستا نتایج پژوهشی نشان می‌دهند که افزودن عصاره آبی برگ گیاه(*Melastoma malabathricum* L.) به سوسیس گوشت گاو، باعث بهبود خواص فیزیکوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی این محصول شد [۱٤]. همچنین تجربیات تحقیقاتی بیانگر آنند که افزودن عصاره چای ترش تا میزان ۸ درصد به سوسیس مرغ، موجب افزایش میزان رطوبت و فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌گردد [۱۵]. یافته های پژوهشی نشان می‌دهند که عصاره روزل می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای بهبود ایمنی و ترکیب غذایی در برخی سوسیس‌ها مورد استفاده قرار گیرد [۱٦]. علاوه بر این، ریزپوشانی روغن اسانس گیاه Zanthoxylum bungeanumبه منظور افزایش پایداری طعم و مهار اکسیداسیون لیپیدی در سوسیس سبک چینی موثر بوده است [۱۷]. همچنین عصاره رزماری کپسوله شده نیز می‌تواند به عنوان نگهدارنده طبیعی در گوشت گاو و فرآورده های گوشتی به کار رود [۸]. در مطالعات اخیر، مشخص شده است که عصاره چای ترش نانوکپسوله شده با کربوکسی متیل سلولز (CMC) می‌تواند به عنوان نگهدارنده طبیعی در گوشت و فرآورده‌های گوشتی مانند ناگت مرغ استفاده شود [18]. در مقابل، نتایج مطالعه‌ای نشان داد که استفاده از عصاره کاسبرگ روزل در فرمولاسیون سوسیس نوع فرانکفورت مناسب نیست، زیرا بر خواص شیمیایی، فیزیکوشیمیایی و حسی این محصول تأثیر نامطلوبی دارد [۱۹].

در مجموع، استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی در فراورده‌های گوشتی می‌تواند عوارض جبران‌ناپذیری بر بدن داشته و در ایجاد بیماری‌هایی مانند سرطان نقش داشته باشد. در همین راستا، اثرات عصاره‌های گیاهی بر کیفیت و ماندگاری فراورده‌های گوشتی، به ویژه سوسیس، مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است و تحقیقات متعددی انجام شده است. با این حال، مطالعات درباره اثر عصاره آزاد و ریزپوشانی شده کاسبرگ چای ترش بر خواص فیزیکوشیمیایی سوسیس گوشت گاو بسیار محدود است و نتایج مطالعات قبلی در این زمینه تا حدی ضد و نقیض بوده است [19 ,16-13]. بر این اساس، با توجه به عوارض نگهدارنده‌های شیمیایی بر کیفیت و ماندگاری محصولات گوشتی به ویژه سوسیس های تولیدی از یک سو، و نیز خواص بسیار مفید چای ترش به ویژه از دیدگاه اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی از سوی دیگر، تحقیق حاضر با هدف استفاده از یک افزودنی طبیعی (عصاره چای ترش) در فرآورده‌های گوشتی و بررسی تأثیر آن بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی محصول نهایی به ارزیابی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی سوسیس گوشت گاو حاوی عصاره چای ترش پرداخته است. نتایج این تحقیق می‌تواند در تولید فراورده‌های گوشتی با کیفیت و ماندگاری بالا، به ویژه سوسیس، مورد توجه قرار گیرد و استفاده از عصاره‌های گیاهی به‌ویژه چای ترش می‌تواند به عنوان جایگزینی پایدار و سالم برای نگهدارنده‌های شیمیایی در صنعت فراورده‌های گوشتی مورد نظر باشد. بنابراین با بررسی های فیتوشیمیایی و بهبود عصاره گیاه چای ترش و انجام تجربیات تکمیلی می‌توان از آن در مسیرهای صنعتی تولید سوسیس‌های با کیفیت بالا بهره برد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

گوشت گاو مورد استفاده در این پژوهش از کارخانجات معتبر صنایع غذایی واقع در شهر تهران، ایران تأمین شده

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

است. علاوه بر آن، چای ترش مصرفی نیز از عطاری معتبر در تهران خریداری گردیده است. نکته قابل توجه اینکه کلیه مواد اولیه دیگر مورد استفاده در این مطالعه نیز از شرکت های داخلی معتبر و فعال در ایران تهیه شده اند. این موضوع حاکی از آن است که در این پژوهش تلاش شده است تا از مواد با کیفیت مناسب و منطبق بر استانداردهای ملی برای انجام آزمایشات استفاده شود.

۲-۲- تهیه عصاره

پودر چای ترش به نسبت ۱ به ۵ با حلال اتانول-آب(50%) (این به دلیل توانایی در استخراج موثر ترکیبات قطبی و غیرقطبی موجود در چای ترش، به عنوان حلال انتخابی در نظر گرفته شده است) (20گرم نمونه با 100میلی لیتر حلال) مخلوط و دور از نور به مدت 48 ساعت در شیکر(Iran Labtron, Ls-100,) با سرعت 160 rpm قرار داده شد. سپس سه مرحله سانتریفوژ(Hermle, z200A, Germany) هر بار 10دقیقه با سرعت 3000rpm انجام شد و در هر مرحله فاز آبی (فاز رویی) جمع آوری گردید، تا دیگر رسوبی در ته لوله دیده نشود. سپس فازهای آبی جمع آوری شده، با کاغذ واتمن شماره 1صاف شدند. در ادامه توسط اواپراتور (حداکثر دما 50درجه سانتیگراد) (TAM 2times, Iran) حلال تبخیرو عصاره های حاصل تا زمان انجام آزمایش در دمای 18-درجه سانتیگراد نگهداری شدند[۲۰].

۲-۳- تعیین میزان فنول کل

مقدار کل ترکیبات فنولی موجود در عصاره بر اساس تجربیات پژوهشی پیشین [۲۱]، از طریق روش طیف سنجی با معرف فولین- سیوکالتیو اندازه گیری شد و نتایج بر اساس میلی گرم گالیک اسید بر گرم عصاره بیان گردید. در این راستا، 0/5 میلی لیتر از عصاره0/1% (محلول 0/1گرم از عصاره با 100میلی لیتر حلال) با 2/5 میلی لیتر از معرف سیو کالچو رقیق شده با آب با نسبت(10:1) ترکیب و 2 میلی لیتر از کربنات سدیم 7/5درصد مخلوط گردید و به مدت نیم ساعت در دمای اتاق قرار داده سپس جذب آنها در طول موج ۷٦۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر PG Instrument,T80, England)) خوانده شد. مقادیر فنول کل عصاره با استفاده از منحنی استاندارد براساس میلی گرم گالیک اسید/گرم عصاره اندازه گیری شد[۲۱].

۲-٤- ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی

برای ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره چای ترش، بر مبنای تحقیقات پیشین [۲۲]، از روش مهار رادیکال آزاد DPPHاستفاده شد. در این روش، ابتدا 0/3 میلی لیتراز عصاره به 3/7 میلی لیتر محلول DPPH متانولی (6×10^{5} mol/l)اضافه گردید و مخلوط حاصله به شدت هم زده شد. پس از 30 دقیقه تاریک خانه گذاری در دمای اتاق، جذب نوری نمونه ها در طول موج 517 nm در مقابل شاهد خوانده شد. تمامی این مراحل در مورد TBHQ به عنوان آنتی اکسیدان استاندارد و شاهد(محلولDPPH متانولی تهیه شده به علاوه ی حلال های مربوطه) انجام شد. درصد مهار از طریق رابطه 1 زیر محاسبه گردید

درصدمهار رادیکال آزادDPPH = (جذب شاهد - جذب نمونه / جذب شاهد)×۱۰۰ (1)

۲-۵- کپسولاسیون

با توجه به تجربیات آزمایشگاهی پیشین محققین و نیز تجربیات پژوهشی دیگر پژوهشگران [۱۸]، مالتودکسترین(DE=۱٦-۲۰) و پکتین(درجه متوکسیل بالا) به عنوان پوشش برای تهیه عصاره چای ترش کپسوله شده انتخاب شدند. در واقع این مواد خواص محافظتی و پایدارکنندگی مناسبی دارند. مالتودکسترین می تواند ترکیبات زیست فعال را در برابر شرایط نامطلوب محافظت کند، و پکتین با تشکیل ژل، پوشش مؤثری برای حفاظت عصاره فراهم می کند. مالتودکسترین و پکتین در محلول کلروفرم/متانول (۱:۳ وزن به وزن) حل شده و سپس در روتاری اواپراتور (Steroglass, Strik202, Italy) قرار داده شد تا حلال‌ها از بین بروند و یک لایه نازک بر روی دیواره تشکیل شود. همچنین، عصاره چای ترش نیز در محلول دی کلرومتان/متانول (۱:۲ وزن به وزن) حل شد و مخلوط حاصل با نسبت۱:٤ مالتودکسترین و پکتین (مالتودکسترین-پکتین: عصاره) ترکیب شد و در نهایت حلال‌ها تحت بخار نیتروژن برداشته شدند. لایه نازک تولید شده در ۲ میلی‌لیتر بافر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

فسفات (۱۰ میلی‌مول/لیتر،pH 7.4) حل شد. سپس به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد با فشار ۲۰۰ بار با هموژنایزر (300VT, BioLogics, USA) همگن شد. سوسپانسیون حاصل در تاریکی در دمای اتاق به مدت ۲ ساعت انکوبه شد. سپس با سرعت ٦٥۰۰ دور در دقیقه در دمای ٤ درجه سانتیگراد سانتریفیوژ (Hermle, z200A, Germany) شد. در نهایت، عصاره کپسوله شده چای ترش با استفاده از دستگاه خشک کن انجمادی (Christ, Alpha 2-4 LD Plus, Germany) خشک شد. از دستگاه خشک کن انجمادی برای حفظ کیفیت و ویژگی های زیست فعال عصاره چای ترش استفاده شد، زیرا این روش خشک کردن از تخریب ترکیبات مفید در دمای بالا جلوگیری می کند و باعث بهبود بازیابی و پایداری عصاره خشک شده می شود.

۲-٦- تعیین اندازه ذرات کپسول بهینه و پتانسیل زتا

بر مبنای مطالعات پیشین و به منظور سنجش اندازه و سطح مخصوص ذرات کپسوله شده، ابتدا دیسپرسیون آن ها در متانول تهیه شده و سپس به کمک دستگاه آنالیز، اندازه نانوذرات (Horiba, S2-100-SZ, Japan) مورد اندازه گیری قرار گرفت[۲۳]. پتانسیل زتا شاخص مهمی برای پایداری سیستم های کلوئیدی است. این پتانسیل الکتریکی در صفحه برشی بین لایه داخلی و بیرونی یونی اطراف ذرات کلوئیدی است. پتانسیل زتای بالا باعث دافعه الکتریکی قوی بین ذرات می شود و پایداری سیستم را افزایش می‌دهد. این مقدار را می‌توان با دستگاه پراش دینامیکی نور، اندازه گیری کرد و در مطالعه سیستم های کلوئیدی مانند عصاره چای ترش کاربرد دارد. در پژوهش حاضر، پتانسیل زتا بر اساس بار الکتریکی سطحی ذره در دمای اتاق با دستگاه پراش دینامیکی نور (Malvern, ZEN3600, England) اندازه گیری شد[٢٤].

۲-۷- کارایی کپسول

در تحقیق حاضر و بر مبنای پژوهشهای پیشین [٢٤]، برای تعیین مقدار عصاره ریزپوشانی‌شده از مقدار ترکیبات فنولی کل موجود در ریزپوشینه، کارایی کپسول مورد ارزیابی قرار گرفت. در این راستا، استخراج عصاره از ریزپوشینه ها طبق روش روبرت و همکاران [٢٤] انجام شد. برای این منظور 200 میلی گرم ریزپوشینه به 2 میلی لیتر محلول استخراجی شامل متانول- اسید استیک-آب به ترتیب به نسبت 8-42-50(حجمی/حجمی/حجمی) اضافه شده و به مدت یک دقیقه همزده شد و در ادامه تحت اولتراسوند به مدت20 دقیقه در دو مرحله با شدت 100% و فرکانس20 کیلوهرتز قرار گرفت. بعد از این مرحله، سانتریفیوژکردن (Hermle, z200A– Germany)در 5000 دور بر دقیقه به مدت 10دقیقه انجام گرفت. کارایی کپسول مطابق رابطه ۲ محاسبه و به صورت درصد بیان گردید.

$$\text{کارایی ریز پوشانی (٪)} = \frac{\text{مقدار ترکیبات فنولی ریزپوشانی شده}}{\text{مقدار اولیه ترکیبات فنولی موجود}} \quad (۲)$$

۲-۸- اندازه گیری حلالیت کپسول و تعیین دانسیته توده کپسول

هدف از اندازه‌گیری حلالیت، ارزیابی قابلیت انحلال و آزادسازی مواد موثره در آب است که میزان و سرعت جذب آنها در بدن را نشان می‌دهد. در مقابل، اندازه‌گیری دانسیته توده‌ای کپسول به بررسی خصوصیات فیزیکی و یکنواختی پرکردن کپسول می‌پردازد که بر خواص جریان‌پذیری و نحوه پرکردن آنها تأثیرگذار است. روش‌های اندازه‌گیری ارائه شده برای این دو پارامتر، ساده، معتبر و رایج هستند. این اندازه‌گیری‌ها به درک بهتر خصوصیات فیزیکوشیمیایی کپسول کمک کرده و در ارزیابی و مقایسه مشخصات نهایی محصول مفید خواهند بود. در این تحقیق، با استفاده از روش کاری پژوهشهای پیشین [۲۵]، به منظور اندازه گیری حلالیت کپسول، ۱ گرم از پودر تولیدی در 100 میلی لیتر آب حل و محلول تولیدی به مدت 10 دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ(Hermle, z200A– Germany) با سرعت7500 دور بر دقیقه برای جداکردن بخش های نامحلول قرار گرفت. سپس 25 میلی لیتر از بخش شفاف بالای لوله آزمایش برداشته و به مدت 5 ساعت در آون 105 درجه سانتی گراد قرار داده شد. مقدار حلالیت بر اساس رابطه۳ زیر محاسبه و برحسب درصد بیان گردید.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

(3) S=(m1-m2)/0.25×100

در این معادله M1، M2 و S به ترتیب وزن ظرف پس از خارج کردن از آون، وزن ظرف خالی و حلالیت پس از مدت ۹ ساعت خواهد بود[۲۵].

جهت اندازه گیری دانسیته توده کپسول مقدار ۵ گرم از پودر تولیدی در یک استوانه مدرج ریخته سپس حجم آن اندازه گیری شد. اندازه گیری سه بار تکرار گردید و مقدار میانگین ثبت شد. دانسیته توده کپسول با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید[۲۵].

(4) Pb = m/vb

که در این رابطه Pb چگالی توده ای و m جرم نمونه و Vb حجم توده ای نمونه می باشد.

۲-۹- مورفولوژی کپسول

به منظور بررسی مورفولوژی کمپلکس تشکیل شده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (Hitachi, SU3500,Japan) استفاده شد و تصاویر با اسکن سطح میکروکپسول ها تهیه شد. نمونه ها با یک فیلم نازک از طلا روکش شده و در بزرگنمایی های مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند[۲۶] .

۲-۱۰- تهیه سوسیس گوشت گاو

سوسیس گوشت گاو طبق فرمولاسیون کلی تولید شده بر اساس استاندارد ملی مربوط به فرآورده های گوشتی (2303)و مطابق با روش های معمول در صنعت تهیه گردید(گوشت گاو۶۰٪، روغن مایع خوراکی ۵٪، مخلوط آب و یخ ۲۲٪، نشاسته خوراکی۵/۸٪، گلوتن ۲٪، ایزوله سویا۲٪، نمک و ادویه جات ۷۳/۲٪، اسید آسکوربیک ۰/۰۲٪، نیتریت سدیم ۰/۰۵٪، پلی فسفات سدیم ۰/۴٪). در این فرآیند، از کاتری ۵ لیتری(MADO ,Germany) با دمای صفر درجه سانتی‌گراد استفاده شد. گوشت قرمز چرخ شده به همراه نمک و پلی‌فسفات سدیم با 1/3 از یخ فرمولاسیون در کاتر ریخته شد و به مدت ۱.۵ تا ۲ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه مخلوط شدند. سپس ۱/۳ مابقی یخ، ایزوله سویا، اسید آسکوربیک به کاتر افزوده و به مدت ۱.۵ تا ۲ دقیقه کاتریزاسیون ادامه یافت پس از کاهش دما به میزان دو درجه نشاسته خوراکی، گلوتن، مخلوط ادویه‌جات و روغن مایع خوراکی به همراه ۱/۳ مابقی یخ به کاتر اضافه گردید و درمجموع به مدت ۳ دقیقه کاتریزاسیون مخلوط شدند. سپس در بچ‌های جداگانه در کاتر نیتریت سدیم و عصاره آزاد و انکپسوله، چای ترش به نسبت های مختلف (۲۰:۸۰، ۴۰:۶۰، ۶۰:۴۰، ۸۰:۲۰، ۱۰۰:۰و ۰:۱۰۰) **که** این نسبت‌ها بر اساس مطالعات تجربی محققین در آزمایشگاه و انجام آزمایشهای پایلوت و با هدف دستیابی به بهترین تأثیر بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی محصول انتخاب شدند و به گونه‌ای تنظیم شدند که بتوان بهینه‌ترین مقدار عصاره را برای بهبود خواص محصول تعیین کرد. نسبت های چای ترش به همراه نیمی از مخلوط آب و یخ به خمیر اضافه و با دستگاه پرکن(SMART, China) در پوشش‌های مخصوص پلی آمیدی پر و پیچیده شدند. در نهایت، سوسیس‌ها در اتاق پخت با بخار در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ دقیقه که مرکز آن ها به دمای ۷۲درجه سانتی گراد برسد پخته شدند.پس از پخت، نمونه‌های سوسیس با آب۱۲ درجه سانتی گراد دوش سرد شده و پس از رسیدن به دمای اتاق به یخچال با دمای ٤ درجه سانتی‌گراد انتقال داده و تا زمان انجام آزمایش در این شرایط دمایی (٤±۱درجه سانتی گراد) نگهداری شدند. از نظر طول دوره آزمایش، دوره نگهداری ۳۰ روزه مد نظر محققین قرار گرفت. در واقع، در صنعت تولید فرآورده‌های گوشتی مانند سوسیس، نگهداری محصول تا ۳۰ روز یک رویکرد مرسوم و استاندارد است. این دوره زمانی کافی است تا تغییرات کیفی محصول در طول نگهداری به درستی بررسی و ارزیابی شود. در ادامه، در روزهای ١٤، ۷، ۱ و ۳۰ سه سوسیس از هر بخش به طور تصادفی انتخاب شدند و برای انجام آزمایشات فیزیکوشیمیایی مورد آنالیز قرار گرفتند. همچنین تیمارهای مذکور در روز اول نگهداری مورد ارزیابی حسی نیز قرار گرفتند. این امر به این دلیل انجام گرفت که در روزهای پایانی دوره نگهداری، کیفیت محصول به حدی کاهش یافت که ارزیابی حسی اطلاعات مفیدی ارائه نمی‌دهد و آنالیزهای فیزیکوشیمیایی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

به عنوان شاخص اصلی ارزیابی کیفیت در نظر گرفته می‌شوند. تمامی آزمایش‌ها با سه بار تکرار انجام شدند.

۲-۱۱- ارزیابی ویژگی های فیزیکو شیمیایی

۲-۱۱-۱-اندازه گیری میزان تیوباربیتوریک اسید

میزان اکسیداسیون چربی نمونه های سوسیس به روش تیوباربیتوریک اسید، انجام گرفت. ۱۰گرم نمونه وزن شده و۳۵ میلی لیتر اسید پرکلریک٤٪ و نیز یک میلی لیتر محلولBHT۰/۵%در اتانول هموژن شد. مخلوط با کاغذ واتمن صاف شده و ۵ میلی لیتر محلول صاف شده با ۵ میلی لیتر تیوباربیتوریک اسید ۰/۰۲ مولار درون لوله آزمایش درب دار مخلوط گردیده و٦۰ دقیقه در بن ماری آب جوش قرار داده شد. پس از خنک شدن، جذب نور با اسپکتروفوتومتر (Ningbo Mflab, GT211-NV203 Nv20, USA)در طول موج 532قرائت شد و میزان تیوباربیتوریک اسید در کیلوگرم نمونه بر اساس میلی گرم مالون الدئید (MDA) محاسبه شد [13].

۲-۱۱-۲- آزمون رنگ سنجی

با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (Hunterlab, Colorflex EZ, Japan) رنگ نمونه‌های سوسیس مورد ارزیابی قرار گرفت. دستگاه با دو کاشی سیاه و سفید رنگ، کالیبره شده و برش هایی از مقطع عرضی سوسیس ها با قطر مساوی تهیه گردید. برش های سوسیس در ظرف های مخصوص قرار داده شده و یک ظرف سیاه رنگ و مات نیز برای جلوگیری از تداخل نورهای خارجی بر روی ظرف مخصوص قرار داده شد، سپس فاکتور L* نمونه ها که بیانگر روشنی نمونه ها هستند مورد ارزیابی قرار گرفت[۲۷] .

۲-۱۱-۳- ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی نمونه های سوسیس تولید شده از تعداد 5 ارزیاب کار آزموده و مجرب (۳ مرد و ۲ زن در بازه سنی ۳۰-٤۰ سال) که نمونه ها را بر اساس پذیرش کلی مورد بررسی قرار دادند، استفاده شد. استفاده از ۵ ارزیاب آزموده و مجرب با تنوع جنسیتی و سنی مناسب، یک رویکرد مناسب و معمول برای ارزیابی حسی نمونه‌های سوسیس تولید شده به شمار می‌رود. این انتخاب از چند جنبه قابل توجیه است: تعداد مناسب ارزیابان برای کسب نظرات متنوع و قابل اعتماد، بهره‌مندی از تخصص و تجربه ارزیابان، تنوع جنسیتی برای ارائه ادراکات متفاوت، و انتخاب گروه سنی مناسب با قدرت ادراک و تمرکز بالا. در مجموع، این ترکیب از عوامل مثبت، یک رویکرد استاندارد و مناسب برای ارزیابی حسی محصولات غذایی همچون سوسیس محسوب می‌شود و جهت ارزیابی، از سیستم نمره‌دهی هدونیک ۵ نقطه ای (نمره۱ = بسیار بد، نمره ۲ = بد، نمره ۳=متوسط ، نمره٤ =خوب، نمره۵ = بسیارخوب) استفاده گردید[۲۸].

۲-۱۲- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی استفاده و آزمایش ها با سه بار تکرار انجام شد. از نرم افزارSPSS نسخه ۲۲ برای آنالیز داده ها واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) و از Excel برای رسم شکلها استفاده گردید و جهت مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ % انجام شد و مقادیر ($p < 0/05$) به صورت معنی دار در نظر گرفته شد.

۳-یافته ها

۳-۱- اندازه گیری فنول کل

میزان کل ترکیبات فنولی با معرف فولین – سیوکالتیو براساس میلی گرم گالیک اسید بر گرم عصاره بر اساس رابطه 5 محاسبه شد. مقدار فنول کل عصاره هیدروالکلی٦/ ۱۷٤ میلی گرم گالیک اسید بر گرم عصاره می باشد.

(۵) $Y = 0.0001X + 0.4425$
$R^2 = 0.8422$

۳-۲- ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی

در ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی، میزان مهار رادیکال آزاد DPPH در غلظت های مختلف ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ ppmعصاره چای ترش مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این خصوص، غلظت‌ها بر اساس مطالعات تجربی محققین در آزمایشگاه و انجام آزمایشهای پایلوت انتخاب شدند. در واقع انتخاب غلظت‌های مورد نظر عصاره چای ترش بر اساس چند عامل انجام گرفت. غلظت های پایین تر(500 و ۱۰۰۰

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

ppm) برای نمایش کاربرد عملی و واقعی این عصاره در محصولات و غلظت های بالاتر (1500 و ۲۰۰۰ ppm) با هدف ارزیابی حداکثر توان آنتی اکسیدانی عصاره چای ترش در شرایط آزمایشگاهی انتخاب شدند و انتخاب این محدوده غلظتی امکان مقایسه فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره با یک آنتی اکسیدان مرجع مانند TBHQ را فراهم آورد. نتایج نشان دادند که غلظت‌های بالای ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ ppm عصاره چای ترش و همچنین غلظت ۱۵۰۰ TBHQ ppm از بیشترین میزان بازدارندگی برخوردار بودند.

۳-۳- تعیین اندازه ذرات کپسول بهینه و پتانسیل زتا

با توجه به نتایج بدست آمده اندازه ذراتی که با پکتین و مالتودکسترین ریزپوشانی شدند بین ۱۰۸/۵۱۷ میکرومتر و ٦٤٦/٣٦٩ میکرومتر بودند. پتانسیل زتا عصاره ریزپوشانی شده با پکتین و مالتودکسترین برابر با ۸۵/۵- بود.

۳-٤- آزمون کارایی، حلالیت و دانسیته توده کپسول

کارایی کپسول‌های تولید شده برابر ۸۱/۷٪ بود که نشان‌دهنده موفقیت بالای فرآیند ریزپوشانی در حفظ و کارآمدی مواد فعال موجود در عصاره چای ترش است. نتایج آزمون حلالیت نیز حاکی از حلالیت ۸۰٪ کپسول‌های تولید شده است. این میزان حلالیت نشان می‌دهد که کپسول‌ها توانایی خوبی در انحلال و آزادسازی مواد فعال در محیط‌های مختلف دارند که می‌تواند در بهبود جذب و اثربخشی محصول نهایی موثر باشد. همچنین، نتایج اندازه‌گیری دانسیته توده کپسول‌ها نشانگر میزان دانسیته برابر ۰/۱۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. این مقدار دانسیته نشان‌دهنده تراکم نسبی کپسول‌ها و کیفیت فرآیند تولید است. دانسیته توده پایین به معنای وجود فضای بین ذرات کپسول و احتمالاً قابلیت فشرده‌سازی بهتر آن‌ها در کاربردهای مختلف است. به طور کلی، این نتایج نشان‌دهنده کیفیت بالای کپسول‌های تولید شده از نظر کارایی، حلالیت و تراکم توده است.

۳-۵- خواص مورفولوژیکی کپسول بهینه

شکل ۱ نشانگر مورفولوژی کپسول حاوی عصاره چای ترش با میکروسکوپ الکترونی روبشی است که نمایانگر ویژگی‌های برجسته‌ای است. کپسول‌ها دارای شکل هندسی منظم و دیواره‌های صاف و بدون نقص هستند که نشان از فرآیند تولید دقیق و کنترل‌شده دارد. اندازه یکنواخت و ساختار متراکم کپسول‌ها باعث رهایش کنترل‌شده و یکنواخت عصاره می‌شود و سطح بدون ترک و شکاف، پایداری فیزیکی کپسول‌ها را تضمین می‌کند. این ویژگی‌های مورفولوژیک، کپسول‌ها را برای کاربردهای مختلف، از جمله پوشش سوسیس، بسیار مناسب می‌سازد. گرچه این ویژگی‌های مورفولوژیکی تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله ترکیب دیواره، روش خشک کردن و سرعت خشک شدن قرار می‌گیرد. از آنجا که این عوامل می‌توانند بر ویژگی‌های سطحی و ریزساختار مواد ریزپوشانی شده تأثیر گذاشته و تغییراتی در آنها ایجاد کنند، بنابراین، مورفولوژی و ساختار سطحی کپسول‌های مورد بررسی، بازتابی از اثر متقابل این عوامل در طول فرآیند ریزپوشانی بود.

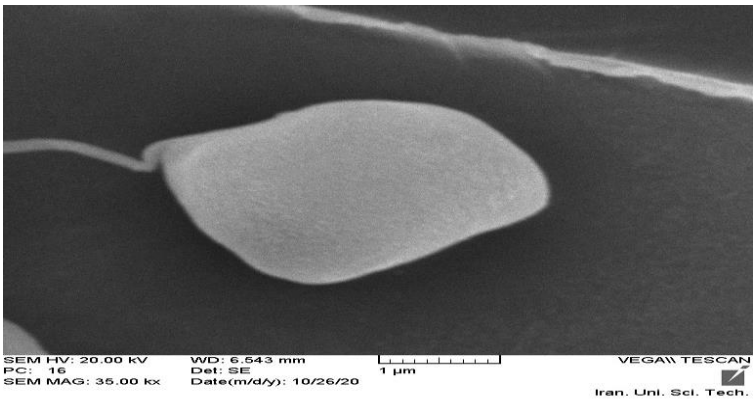

Figure ۱. Capsule morphology

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

۳-٦- شاخص تیوباربیتوریک اسید(TBA)

در طول دوره نگهداری، مقادیر شاخص تیوباربیتوریک اسید در تیمار حاوی غلظت۱۵۰۰ ppm عصاره چای ترش و تیمار شاهد افزایش یافت (شکل ۲). در روز صفر، مقدار این شاخص برابر با ۰/۳۱ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم بافت بود، که در روز سی‌ام نگهداری به ترتیب به ٤/٦٤ و ۰/۹۱ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم بافت در تیمار شاهد و تیمار حاوی عصاره چای ترش افزایش یافت. در طول دوره نگهداری، افزایش مقدار تیوباربیتوریک اسید در تیمار شاهد نسبت به تیمار حاوی عصاره چای ترش بیشتر بود و این اختلاف نیز معنی دار بود($p<۰/۰۵$). از طرفی، در تحقیقات پایلوت و تجربی، مشخص شد که عصاره ریزپوشانی شده تأثیر معناداری بر شاخص TBA که از مهم‌ترین معیارها برای اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون چربی‌ها و کیفیت مواد غذایی است، نداشت. عدم تغییر معنادار در شاخص TBA نشان‌دهنده این بود که عصاره ریزپوشانی توانایی جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها را در شرایط آزمایشگاهی بهبود نبخشید. به همین دلیل، داده‌های مربوط به شاخص TBA در نمودارها و نتایج مرتبط با این موضوع به نمایش در نیامده‌اند.

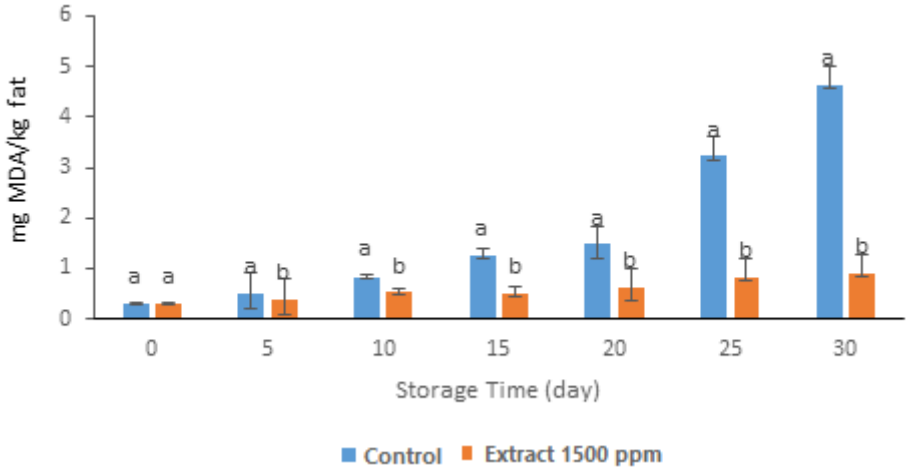

Figure ۲. The amount of thiobarbituric acid index during the storage period. Different Latin letters on the columns (a,b) indicate significant differences between the columns.

۳-۷- آزمون رنگ سنجی

فاکتور L* از فاکتورهای رنگ سنجی است که نشان‌دهنده میزان روشنایی و تیرگی نمونه‌ها است. مقادیر این فاکتور در بازه ۰ تا ۱۰۰ قرار دارد، به طوری که عدد صفر نشان‌دهنده سیاهی و عدد صد نشان‌دهنده سفیدی یا روشنایی نمونه است. در شکل ۳، تغییرات فاکتور رنگ سنجی L* در نمونه‌های سوسیس در طول دوره‌های نگهداری ۰، ۱۵، ۳۰ و ٤۵ روز در دمای یخچال نمایش داده شده است. نتایج نشان دادند که در طول دوره نگهداری، فاکتور رنگ سنجی L* در نمونه‌های مختلف تقریباً دارای روند کاهشی بوده است (شکل۳). احتمالا تغییرات شیمیایی و میکروبی طی نگهداری سوسیس در دمای یخچال، عامل اصلی تیره شدن نمونه‌ها (کاهش فاکتور*L) بود که به عنوان شاخصی برای پایداری و کیفیت محصول در طول مدت نگهداری قابل ذکر است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

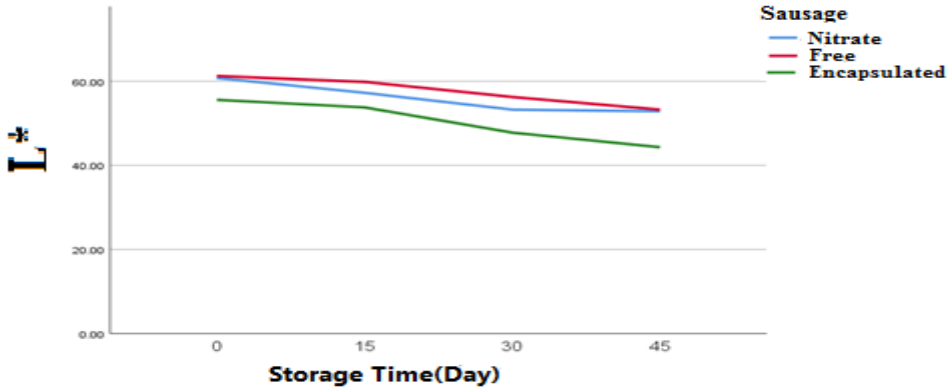

Figure 3. Changes in color index (L*) in different treatments (nitrite, free and encapsulated) during the storage process. The red, blue, and green linear graphs indicate the treatment with nitrite, free extract, and encapsulated extract, respectively.

۳-۸- ارزیابی حسی

در فرم‌های ارزیابی، پنج ارزیاب ویژگی‌های مربوط به پذیرش کلی سوسیس‌های گوشت گاو حاوی نیتریت، عصاره آزاد و ریزپوشانی چای ترش را بررسی کرده و امتیازهایی از ۱ تا ۵ به آن‌ها اختصاص دادند. این ارزیاب‌ها بر اساس معیار پذیرش کلی محصول، نظرات خود را ارائه دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که تمامی ارزیاب‌ها به سوسیس‌های حاوی نیتریت امتیاز ٤ دادند، که نشان‌دهنده رضایت بالای ارزیابان از کیفیت این نوع سوسیس است. به‌طور مشابه، سوسیس‌های حاوی عصاره آزاد و ریزپوشانی چای ترش نیز امتیاز ٤ را دریافت کردند. این امتیازات بالا نشان می‌دهد که افزودن عصاره چای ترش، چه به صورت آزاد و چه به صورت ریزپوشانی شده، تاثیری منفی بر پذیرش کلی محصول نداشته است.

از طرفی، طعم چای ترش تأثیر منفی بر خواص ارگانولپتیکی محصول نداشت. ارزیاب‌ها گزارش دادند که طعم چای ترش در محصول نهایی به خوبی متعادل شده و منجر به کاهش کیفیت حسی سوسیس نشده است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که عصاره چای ترش می‌تواند به عنوان یک افزودنی مفید در تولید سوسیس‌های گوشت گاو مورد استفاده قرار گیرد، بدون اینکه تأثیر منفی بر پذیرش مصرف‌کنندگان داشته باشد.

٤- بحث

مصرف بیش از حد نیترات در فرآورده‌های گوشتی، به ویژه سوسیس و کالباس، می‌تواند عوارض جدی برای سلامتی به همراه داشته باشد و به ایجاد مواد شیمیایی سرطان‌زا، آسیب سلولی و افزایش فشار خون منجر شود. برای کاهش این عوارض ناشی از افزودنی‌های شیمیایی، استفاده از افزودنی‌های طبیعی مانند عصاره‌های گیاهی و ریزپوشانی آن‌ها، و بهبود روش‌های فرآوری و بسته‌بندی می‌تواند راهگشا باشد. در این مطالعه، تاثیر عصاره آزاد و ریزپوشانی کاسبرگ چای ترش بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی سوسیس گوشت گاو مورد بررسی قرار گرفت تا بتوان روش‌های جایگزین طبیعی و ایمن‌تری را برای بهبود کیفیت و ایمنی این محصولات غذایی معرفی کرد.

ترکیبات فنولی موجود در میوه‌ها و سبزیجات به دلیل پتانسیل بالای خود در فعالیت آنتی‌اکسیدانی، توجه زیادی از سوی محققین به خود جلب کرده‌اند. این ترکیبات فنولی با اهدای یک اتم هیدروژن، از فعالیت رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌کنند [۲۹]. نتایج این تحقیق نشان دادند که مقادیر ترکیبات فنولی در گیاه عصاره چای ترش برابر با ٦/ ۱۷٤ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم عصاره بود. همراستا با نتایج این مطالعه در پژوهشی که فریدونی و شورمستی انجام دادند، مقادیر کلی ترکیبات فنولی عصاره چای ترش را برابر با ٦۲٦/۵۷ میلی گرم گالیک اسید بر گرم گزارش نمودند [۱۸]. در مقابل در مطالعه ای دیگر محتوای فنولی پایین ٦۹/۰٤ میلی‌گرم اسید گالیک معادل در لیتر عصاره چای ترش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

گزارش شده است [۳۰]. این تفاوت‌ها ممکن است به دلیل تفاوت در روش‌های استخراج، شرایط کشت گیاه، و محیط‌های مختلف باشد که بر محتوای فنولی نهایی تأثیرگذارند. از این رو، انتخاب روش‌های استخراج مناسب و بهینه‌سازی شرایط می‌تواند نقش مهمی در تفسیر نتایج و تأثیر آنتی‌اکسیدانی عصاره چای ترش داشته باشد. از طرفی با توجه به محتوای بالای ترکیبات فنولی در عصاره چای ترش، این عصاره می تواند نقش مهمی در بهبود ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی سوسیس ایفا کند. در واقع، ترکیبات فنولی موجود در این عصاره با مکانیسم آنتی اکسیدانی خود، از اکسیداسیون چربی و پروتئین های موجود در سوسیس جلوگیری کرده و باعث افزایش پایداری و ماندگاری محصول می‌شوند [۲۹، ۳۰]. همچنین این ترکیبات می توانند بر بهبود ویژگی های بافتی و رنگی سوسیس تاثیرگذار باشند.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش غلظت عصاره چای ترش، میزان مهار رادیکال آزاد DPPH نیز افزایش می‌یابد . موافق با یافته‌های تحقیق حاضر، نتایج مطالعه فریدونی و شورمستی (۲۰۱۸) که به بررسی تأثیر عصاره چای ترش نانوکپسوله شده با کربوکسی متیل سلولز بر کیفیت و ماندگاری ناگت مرغ پرداخته است، نشان داد که مهار رادیکال آزاد (DPPH) با افزایش غلظت عصاره افزایش می‌یابد [۱۸]. همچنین، در مطالعه ای که پرز-کوئینتانا و همکاران به منظور استفاده از عصاره چای ترش به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی در سوسیس و کالباس انجام دادند، نشان دادند که افزودن عصاره با غلظت ٤٪ چای ترش، باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و بهبود کیفیت حفاظتی در سوسیس می‌شود [۳۱]. همچنین، مطالعه مارکز رودریگز و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که عصاره چای ترش می‌تواند یک گزینه سالم برای مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها و یک جایگزین طبیعی برای افزایش ماندگاری گوشت در دمای سرد باشد [۳۲]. DPPH دارای جذب حداکثری در حدود ۵۱۵ نانومتر است و قابلیت غیرفعال‌سازی سریع توسط آنتی‌اکسیدان‌ها را دارد. این روش که به طور گسترده برای ارزیابی توانایی ترکیبات مختلف در مهار رادیکال‌های آزاد استفاده می‌شود، نشان داد که چای ترش دارای قدرت آنتی‌اکسیدانی بالایی است و افزودن عصاره چای ترش به سوسیس گوشت گاو، منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و بهبود ماندگاری این محصولات می‌شود و این امر به نوبه خود نشان می‌دهد که چای ترش می‌تواند به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی و جایگزین مناسبی برای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی عمل کند. در عمل، چای ترش حاوی ترکیبات فنولی مانند اسید فنولیک، فلاونوئیدها و کاتچین‌ها است که به خاصیت الکترون دهندگی خود، می‌توانند به راحتی رادیکال‌های آزاد را خنثی کرده و از این طریق اثرات آسیب‌زای آنها را کاهش دهند. همچنین، این ترکیبات می‌توانند با کلاته کردن یون‌های فلزی، از ایجاد واکنش‌های اکسیداسیون زنجیره‌ای جلوگیری کنند. بنابراین، افزودن عصاره چای ترش به مواد غذایی می‌تواند به عنوان یک روش موثر برای جلوگیری از فساد و کاهش کیفیت آنها عمل کند.

بررسی ویژگی‌های کپسول مانند اندازه ذرات و پتانسیل زتا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا این ویژگی‌ها به طور مستقیم بر خصوصیات و عملکرد کپسول‌ها تأثیر می‌گذارند. اندازه ذرات کپسول می‌تواند از جنبه‌های مختلف اهمیت داشته باشد؛ به عنوان مثال، اندازه ذرات می‌تواند تأثیر مستقیمی بر پایداری فیزیکی و شیمیایی کپسول داشته باشد، به طوری که انتخاب اندازه مناسب ذرات، می‌تواند باعث افزایش ماندگاری و تحریر و تخلیه کنترل شود. همچنین، پتانسیل زتا به عنوان شاخصی از پایداری دیسپرسی کپسول‌ها در محیط‌های مختلف، از جمله محیط‌های بیولوژیکی، حیاتی است. پتانسیل زتا نشان دهنده توانایی کپسول در مقابل تجزیه و تکوین اغلب در محیط‌های با pH متفاوت و وجود یون‌ها است که این ویژگی می‌تواند تأثیر زیادی بر استحکام و پایداری سیستم کپسول‌بندی داشته باشد [٢٤].

نتایج حاصل از اندازگیری ذرات نشان داد که اندازه ذراتی که با مالتودکسترین و پکتین ریزپوشانی شدند بین ۱۰۸/۵۱۷ و ٦٤٦/٣٦٩ میکرومتر بود. با توجه به نتایج، اندازه عصاره ریزپوشانی شده کوچک بوده و اندازه کوچک ذرات می‌تواند باعث افزایش پایداری و مقاومت عصاره در محیط‌های

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

مختلف شود. در مطالعه‌ای دیگر، اندازه ذرات عصاره چای ترش نانوکپسوله شده با مالتودکسترین-پروتئین کنسانتره آب پنیر برابر با ۲/۷۶ ± ۱۳۹/۰۳ نانومتر گزارش شده است [۱۸]. اندازه‌گیری پتانسیل زتا به ارزیابی بار سطحی و پایداری ذرات کمک می‌کند که در بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و پایداری بیولوژیکی ذرات اهمیت زیادی دارد [۳۳]. نتایج پژوهش ما نشان می‌دهد که پتانسیل زتا برای عصاره ریزپوشانی شده با مالتودکسترین و پکتین دارای بار سطحی منفی قوی برابر با ۸۵/۵- است که می‌تواند در افزایش پایداری بیولوژیکی و کارایی عصاره نقش داشته باشد. نتایجی که در مطالعه ما به دست آمده است می‌توانند به توسعه روش‌های بهبود یافته برای ریزپوشانی و استفاده از عصاره در بسترهای زیستی کمک کنند. تجزیه و تحلیل بیشتر نشان می‌دهد که اندازه کوچک ذرات ریزپوشانی شده، به دلیل افزایش سطح تماس با محیط اطراف، می‌تواند باعث بهبود جذب و دسترسی زیستی عصاره در بدن شود. همچنین، بار سطحی منفی قوی ناشی از استفاده از مالتودکسترین و پکتین، می‌تواند از طریق دافعه الکترواستاتیک، مانع تجمع ذرات و افزایش پایداری کلوئیدی آن‌ها شود. این ویژگی‌ها در مجموع می‌توانند به بهبود اثربخشی و کارایی عصاره در کاربردهای زیستی منجر شوند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که عصاره‌های ریزپوشانی شده با استفاده از مالتودکسترین و پکتین، دارای کارایی برابر ۸۱/۷ ٪، حلالیت ۸۰ ٪، و دانسیته ۰/۱۵ میلی‌گرم بر سانتی‌متر مکعب هستند. این نتایج نشان می‌دهند که کپسول‌ها با بهترین عملکرد تولید شده‌اند. در واقع نتایج تحقیق ما نشان می‌دهد که استفاده از مالتودکسترین و پکتین به عنوان عوامل ریزپوشانی برای عصاره کاسبرگ چای ترش، توانایی خوبی در افزایش کارایی و حلالیت کپسول‌ها دارند. همچنین، دانسیته مناسب این کپسول‌ها نشان دهنده قدرت پایداری آن‌ها است. این کپسول‌ها با کارایی بالای ۸۱/۷٪ نشان می‌دهند که احتمالا به دلیل توانایی بالا در پوشش و محافظت از ترکیبات فعال موجود در عصاره، قادرند به طور مؤثر ماده مؤثره را حفظ و نگهداری کنند. از طرف دیگر، حلالیت بالای ۸۰٪ نیز نشان می‌دهد که این کپسول‌ها قادر به آزادسازی موثر ماده مؤثره در محیط مناسب هستند، که این ویژگی می‌تواند به بهبود زیست‌فراهمی و در نتیجه اثربخشی بالینی این محصول کمک کند. دانسیته مناسب آن‌ها که برابر با ۰/۱۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب است، نشان‌دهنده پایداری و سازگاری فیزیکی این کپسول‌ها است، که می‌تواند بر ویژگی‌هایی مانند حمل و نقل و دوام آن‌ها تأثیر مثبت بگذارد. این نتایج نشان می‌دهند که استفاده از مالتودکسترین و پکتین به عنوان عوامل ریزپوشانی برای عصاره کاسبرگ چای ترش، می‌تواند منجر به تولید کپسول‌هایی با ویژگی‌های مطلوب و قابل قبول برای کاربردهای مختلف در صنعت غذایی شود.

تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از کپسول‌های تهیه‌شده با استفاده از مالتودکسترین و پکتین، نشان دادند که کپسول‌ها دارای ساختار هندسی مشخص و دیواره‌های صاف هستند. این ویژگی‌ها نشان می‌دهد که فرآیند ریزپوشانی به خوبی انجام شده و منجر به تولید کپسول‌های یکنواخت و تعریف‌شده‌ای گردیده است. ترکیب دیواره، روش خشک کردن و سرعت خشک شدن، به ویژه در مراحل اولیه، می‌توانند بر ویژگی‌های سطحی و ریزساختار مواد ریزپوشانی شده تأثیر گذاشته و تغییراتی در آنها ایجاد کنند[۲۱]. سطح صاف و همگن کپسول‌ها بیانگر این است که شرایط خشک‌سازی و تعامل بین مواد ریزپوشانی و عصاره چای ترش بهینه‌سازی شده است. این ویژگی می‌تواند به پایداری فیزیکی، رهایش کنترل‌شده و توزیع کارآمد ترکیبات پوشانده شده کمک کند. همچنین ممکن است به جذابیت ظاهری و سهولت کار با محصول ریزپوشانی‌شده نهایی کمک نماید.

در مواد غذایی، اکسیداسیون چربی های اشباع شده منجر به تولید ترکیبات آلدهیدی و کتونی ثانویه می‌شود که می‌توانند باعث ایجاد بوهای ناخوشایند در محصولات گوشتی گردند. برای ارزیابی درجه اکسیداسیون چربی در مواد غذایی، شاخص TBA به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش زمان نگهداری، میزان TBA افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

تجمع محصولات اکسیداسیون ثانویه است. در این راستا نتایج مطالعه‌ای نشان داد که افزودن عصاره گل روزل به غلظت‌های بالا (٦ و ۸ درصد) می‌تواند باعث تسریع فرآیند اکسیداسیون لیپیدها شده و تأثیر منفی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی مربوط به رنگ و بافت محصول داشته باشد [١٦]. همچنین، افزودن عوامل آنتی‌اکسیدانی مانند عصاره برگ ملاستومالاباتریکام نیز نتوانسته از افزایش میزان مواد واکنش‌پذیر با اسید تیوباربیتوریک در طول دوره نگهداری جلوگیری کند [١٤]. در مجموع، این مطالعات نشان می‌دهند که اکسیداسیون چربی‌ها طی فرآیند نگهداری مواد غذایی، فرآیندی پیچیده است که می‌تواند به تشکیل ترکیبات آلدهیدی و کتونی منجر شود و بر خصوصیات حسی محصول، تأثیر منفی داشته باشد.

از دیگر عوامل قابل بررسی کیفیت سوسیس‌های تولیدی، فاکتور رنگ سنجی *L یا همان نماد روشنایی (سیاه تا سفید) می‌باشد. در واقع، هر چه میزان *L بیشتر باشد، نمای ظاهری سوسیس روشن‌تر خواهد بود. در این راستا، عواملی از قبیل اکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌ها، تغییرات میکروبی و شیمیایی در طی زمان نگهداری سوسیس می‌تواند منجر به کاهش روشنایی گردد. نتایج به دست آمده از مطالعه توصیفی مقایسه‌ای درون گروهی نشان داد که فاکتور رنگ سنجی *L در طی دوره نگهداری در نمونه‌های مختلف تقریباً روند کاهشی داشت و در روزهای آخر نگهداری، کمترین تغییرات شاخص رنگی مشاهده گردید. طبیعی است که این امر به دلیل تغییرات شیمیایی و اکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌ها در طول دوره نگهداری قابل پیش‌بینی می‌باشد. با وجود محدودیت‌های امکانات پژوهشی، امکان مطالعه مقایسه‌ای میان گروهی فراهم نگردید تا بتوان تجزیه و تحلیل دقیق و قابل محاسبه‌ای از نظر مقایسه نماد *Lبین گروه‌ها ارایه نمود. موافق با نتایج این مطالعه، پژوهش انجام یافته توسط حسین پور و همکاران بود که نشان داد در سیستم‌های نگهداری گوشت بدون نیتریت و با مقدار کم نیتریت در طول دوره نگهداری، فاکتور رنگ سنجی به تدریج کاهش یافته است [٣٤].

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزودن عصاره‌های آزاد و ریزپوشانی شده چای ترش به سوسیس گوشت گاو در مقایسه با سوسیس حاوی نیتریت، ویژگی‌های حسی مورد تأیید ارزیابان را داشته و امتیازهای یکسانی را کسب کردند. این نتایج همسو با مطالعه سیاری و همکاران است که نشان دادند افزودن اسانس دانه زیره سیاه ریزپوشانی شده با صمغ ریحان به فیله ماهی قزل‌آلا رنگین تغییری در بو، بافت و پذیرش کلی ایجاد نکرده، اما در رابطه با رنگ با افزودن پوشش‌ها امتیاز حسی به‌طور معناداری کاهش یافت [٢٢]. همچنین، مطالعه گوتیرز-کورتز و ماهچا نشان داد که بین ویژگی‌های حسی سوسیس‌های حاوی عصاره بره‌موم و سوسیس‌های حاوی نیتریت تفاوتی وجود ندارد [٣٥]. این یافته‌ها حاکی از آن است که استفاده از جایگزین‌های طبیعی مانند عصاره‌های گیاهی می‌تواند ویژگی‌های حسی محصولات گوشتی را تا حد قابل‌قبولی بهبود بخشد. این موضوع بسیار مهم است، زیرا پذیرش و موفقیت یک محصول غذایی در بازار علاوه بر ملاک‌های علمی، به‌طور اساسی به نظرات و تجربیات مصرف‌کنندگان در مورد طعم، مزه و تجربه مصرف محصول مرتبط است.

مطالعه حاضر در محدوده ارزیابی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی سوسیس گوشت گاو حاوی عصاره چای ترش انجام شده و از نظر مطالعات در حوزه‌های بیوشیمیایی و میکروبی و نیز اندازه‌گیری شاخص‌های دیگر به جز تیوباربیتوریک اسید، به دلیل رعایت محدوده عملیاتی تعیین شده در پروپوزال تحقیقاتی و پشیبانی مالی دارای محدودیت می باشد. محققین این طرح امیدوارند در ادامه امکان انجام مطالعات گسترده‌تر به ویژه در زمینه‌های میکروبی و فساد اکسیداسیونی مرتبط با این پژوهش فراهم گردد.

۵- نتیجه گیری

در مجموع نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهند عصاره چای ترش با محتوای ترکیبات فنولی به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های قوی، در غلظت‌های بالا، می‌تواند به پایداری و مقاومت عصاره در شرایط مختلف کمک کند. همچنین، تیمارهای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

حاوی عصاره چای ترش می‌توانند سبب بهبود ماندگاری، افزایش کیفیت فیزیکوشیمیایی و بهبود خواص حسی سوسیس گوشت گاو گردد. از سویی، افزودن عصاره چای ترش به صورت آزاد و ریزپوشانی به سوسیس گوشت گاو، به عنوان یک راه حل طبیعی و پایدار برای حفظ کیفیت فراورده گوشتی بسیار موثر و مفید بوده و در این راستا، بهترین تیمار شناسایی شده در این مطالعه شامل غلظت بهینه عصاره چای ترش بوده است که بهبودهای قابل توجهی را در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی سوسیس گوشت گاو نشان داده است. بر اساس یافته‌های آزمایشی، فرمولاسیونی که عصاره چای ترش را در این سطح بهینه شامل می‌شود، به عنوان بهترین رویکرد معرفی می‌شود. با توجه به اهمیت موضوع و نتایج قابل توجه این پژوهش در راستای حل مشکل استفاده از افزودنی‌های مصنوعی در صنعت فرآورده‌های گوشتی، استفاده از عصاره چای ترش به عنوان یک افزودنی طبیعی می‌تواند بهبود قابل توجهی در خواص فیزیکوشیمیایی و حسی محصولات گوشتی داشته باشد، همچنین به افزایش جذابیت و سلامت این محصولات کمک نماید. بنابراین، این رویکرد نه تنها مزایای بالقوه برای صنعت فراورده‌های گوشتی دارد، بلکه یک عامل موثر برای حفظ سلامت مصرف‌کنندگان و حفاظت از محیط زیست نیز محسوب می‌شود.

٦- سپاسگزاری

این مقاله منتنج از پایان نامه دکترای مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور می باشد و بدینوسیله از تمامی کسانی که در این مطالعه ما را یاری نمودند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

۷-منابع

[1] Mariana, E., Mustafid, D., & Bakar, A. (2023). Quality of beef sausage with kecombrang flower extract (Etlingera elanor) addition. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1183:012050

[2] Esmaeilzadeh, P., Darvishi, S., Assadi, M. M., & Mirahmadi, F. (2012). Effect of Lactobacillus plantarum and Lactobacillus fermentum on nitrite concentration and bacterial load in fermented sausage during fermentation. World Applied Sciences Journal, 18(4), 493-501.

[3] Bellucci, E. R. B., Bis-Souza, C. V., Domínguez, R., Bermúdez, R., & Barretto, A. C. d. S. (2022). Addition of natural extracts with antioxidant function to preserve the quality of meat products. Biomolecules, 12(10), 1506.

[4] Guardiola, S., & Mach, N. (2014). Therapeutic potential of Hibiscus sabdariffa: A review of the scientific evidence. Endocrinología y Nutrición (English Edition), 61(5), 274-295.

[5] Riaz, G., & Chopra, R. (2018). A review on phytochemistry and therapeutic uses of Hibiscus sabdariffa L. Biomedicine & Pharmacotherapy, 102, 575-586.

[6] Islam, M. (2019). Food and medicinal values of Roselle (Hibiscus sabdariffa L. Linne Malvaceae) plant parts: A review. Open J Nutr Food Sci, 1(1), 1003.

[7] Hapsari, B. W., & Setyaningsih, W. (2021). Methodologies in the analysis of phenolic compounds in roselle (Hibiscus sabdariffa L.): Composition, biological activity, and beneficial effects on human health. Horticulturae, 7(2), 35.

[8] Rashidaie Abandansarie, S. S., Ariaii, P., & Charmchian Langerodi, M. (2019). Effects of encapsulated rosemary extract on oxidative and microbiological stability of beef meat during refrigerated storage. Food science & nutrition, 7(12), 3969-3978.

[9] Nedovic, V., Kalusevic, A., Manojlovic, V., Levic, S., & Bugarski, B. (2011). An overview of encapsulation technologies for food applications. Procedia food science, 1, 1806-1815.

[10] Hojjati, M., Razavi, S. H., Rezaei, K., & Gilani, K. (2011). Spray drying microencapsulation of natural canthaxantin using soluble soybean polysaccharide as a carrier. Food Science and Biotechnology, 20, 63-69.

[11] Özvural, E. B., Huang, Q., & Chikindas, M. L. (2016). The comparison of quality and microbiological characteristic of hamburger patties enriched with green tea extract using three techniques: Direct addition, edible coating and encapsulation. LWT-Food Science and Technology, 68, 385-390.

[12] Khanloo, M., Chookar, N., & Aghajani, A. (2020). Determination of the effect of Ocimum basilicum and Urtica dioica extract on the physico-chemical and organoleptic properties of non-fermented sausage during cold storage. Journal of Food Science and Technology, 17, 79-90.

[13]. Maleki, K. A., Bagheri, M., & Nateghi, L. (2016). Effect of Nitrite Substitution with celery

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

Extract on the antioxidant, anti-bacterial, color, and sensory properties of Chicken Cocktail Sausage. Journal of Food Science & Technology,14 , 269.
[14] Nuraini, H., Suryati, T., Arief, I. I., & Sajuthi, D. (2022). Antioxidant, Antimicrobial and Physicochemical Properties of Beef Sausages Enriched with an Aqueous Extract of Senduduk (Melastoma malabathricum L.) Leaf. International Journal of Food Studies, 11(2).
[15]. Jamhari, J., Dewi, A. C., & Setiyono, S. (2019). Physicochemical properties and antioxidant activity of chicken sausage with addition of roselle extract (Hibiscus sabdariffa) and different filler ratio. Buletin Peternakan, 43(1), 46-51.
[16] Perez-Baez, A.J.; Camou, J.P.; Valenzuela-Melendres, M.; Lucas-Gonzalez, R.; Viuda-Martos, M. (20210. Assessment of Chemical, Physico-Chemical and Sensorial Properties of Frankfurter-Type Sausages Added with Roselle (Hibiscus sabdariffa L.), Extracts. Proceedings 2021, 70, 73.
[17] Meng, F. B., Lei, Y. T., Zhang, Q., Li, Y. C., Chen, W. J., & Liu, D. Y. (2022). Encapsulation of Zanthoxylum bungeanum essential oil to enhance flavor stability and inhibit lipid oxidation of C hinese-style sausage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 102, 4035-4045.
[18] Bahrami Feridoni, S., & Khademi Shurmasti, D. (2020). Effect of the nanoencapsulated sour tea (Hibiscus sabdariffa L.) extract with carboxymethylcellulose on quality and shelf life of chicken nugget. Food Science & Nutrition, 8, 3704-3715.
[19] Perez-Baez, A. J., Camou, J. P., Gonzalez-Aguilar, G., Lucas-Gonzalez, R., Valenzuela-Melendres, M., & Viuda-Martos, M. (2021). Roselle (Hibiscus sabdariffa L.) extracts added to Frankfurt-type sausages: Effects on chemical, physicochemical, and sensorial properties. Journal of Food Processing and Preservation, 45, e15782.
[20] Esmaeilzadeh Kenari, R., Mohsenzadeh, F., & Amiri, Z. R. (2014). Antioxidant activity and total phenolic compounds of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound-assisted extraction methods. Food science & nutrition, 2, 426-435.
[21] Aala, J., Ahmadi, M., Golestan, L., & Shahidi, S.-A. (2022). The effect of free form and microcoating with nanoliposomes of Laurus nobilis and Rosemary leaves extracts on the behavior of some chemical indicators of spoilage in Silver carp fish kept at refrigerator temperature. Journal of food science and technology (Iran), 19, 275-289.
[22] Sayyari, Z., Rabbani, M., Farahmandfar, R., Esmaeilzadeh Kenari, R., & Mousavi Nadoushan, R. (2021). Investigation of the effect of essential oil along with nanocoatings containing gums in the development of fish fillet storage time. Journal of Food Measurement and Characterization, 15, 3539-3552.
[23] Joye, I. J., Davidov-Pardo, G., & McClements, D. J. (2015). Encapsulation of resveratrol in biopolymer particles produced using liquid antisolvent precipitation. Part 2: Stability and functionality. Food Hydrocolloids, 49, 127-134.
[24] Sarabi, J. M., Kaveh, M., Modarres, M., & Bostan, A. (2020). Production of nanocapsules using Salvia leriifolia leaf extract and assessing effects of the extract and nanocapsules containing the extract on microbial properties in sausages during the shelf life. Iranian J Nutr Sci Food Technol, 15, 121-130
[25] Goula, A. M., & Adamopoulos, K. G. (2005). Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: I. The effect on product recovery. Journal of Food Engineering, 66(1), 25-34.
[26] Akbari, M., Sadeghi Mahoonak, A., Sarabandi, K., & Ghorbani, A. (2019). Physiochemical characterization and antioxidant activities of green tea extract microencapsulated by co-crystallization technique. Journal of food science and technology (Iran), 15(85), 179-193.
[27] Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Lee, M.-A., Kim, H.-W., . . . Kim, C.-J. (2009). Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. Meat science, 82(2), 266-271.
[28] Pirouti, K., Javadi, A., & Nahidi, F. (2014). Effect of thyme (Thymus vulgaria) extract on chemical, microbiological and sensory properties of sausage during storage. Journal of Food Hygiene. 4, 9-20.
[29] Hajimahmoodi, M., Aliabadipoor, M., Moghaddam, G., Sadeghi, N., Oveisi, M., & Jannat, B. (2012). Evaluation of in vitro antioxidant activities of lemon juice for safety assessment. American Journal of Food Technology, 7, 708-714.
[30] Karabacak, S., & Bozkurt, H. (2008). Effects of Urtica dioica and Hibiscus sabdariffa on the quality and safety of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). Meat science, 78, 288-296.
[31] Pérez-Quintana, M., Silva-Chango, J., Caicedo, W., Bravo-Sánchez, L., & Arias-Gutiérrez, R. (2019). Use of Hibiscus sandariffa extract as a natural antioxidant in sausages. Mol2net, 5.
[32] Selene Marquez-Rodriguez, A., Nevarez-Baca, S., Cesar Lerma-Hernandez, J., Raul Hernandez-Ochoa, L., Virginia Nevarez-Moorillon, G., Gutierrez-Mendez, N., . . . Salas, E. (2020). In vitro antibacterial activity of Hibiscus sabdariffa L. phenolic extract and its in situ application on shelf-life of beef meat. Foods, 9,1080.
[33] Paim, M. P., Maciel, M. J., Weschenfelder, S., Bergmann, G. P., & Avancini, C. A. M. (2017). Anti-Escherichia coli effect of Hibiscus sabdariffa L. in a meat model. Food Science and Technology, 37, 647-650.
[34] Hoseinpoor, S., Eskandari, M. H., Mesbahi, G., Shekarforoush, S., & Farahnaky, A. (2013). Study on use of cochineal and paprika as natural colors for producing color of nitrite-free and low-nitrite

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

frankfurter. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 9, 243-52.
[35] Gutiérrez-Cortés, C., & Suárez, H. (2014). Antimicrobial activity of propolis and its effect on the physicochemical and sensorial characteristics in sausages. Vitae, 21, 90-96.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Evaluation of Some Physicochemical and Sensory Properties of Beef Sausage Containing Sour Tea (*Hibiscus Sabdariffa* L.) Extract

Sharif Ghorbani[1], Sara Jafarian[2*], Mahdi Sharifi Soltani[3], Leila Roozbeh nasiraie[4]

1- PhD student, Department of Food Science and Technology, Nour Branch, Islamic Azad University, Nour, Iran

2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Nour Branch, Islamic Azad University, Nour, Iran

3- Assistant Professor, Department of Veterinary, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran

4- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Nour Branch, Islamic Azad University, Nour, Iran

ARTICLE INFO

Article History:
Received:2024/4/9
Accepted:2024/7/31

Keywords:

Sour tea extract,

Encapsulation,

Beef sausage,

Natural preservative

DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63.

*Corresponding Author E-drsjafarian@yahoo.com

ABSTRACT

Although many studies have demonstrated the significance of using natural plant additives and encapsulating plant extracts in meat products to mitigate the adverse effects of chemical additives, research in this area remains limited. Hence, the current study investigated the effects of sour tea extract (Hibiscus sabdariffa L.) on enhancing the physicochemical and sensory characteristics of beef sausage. The study assesed the phenolic content of hydroalcoholic extract of sour tea using the Folin-Ciocalteu method, as well as its antioxidant activity via the DPPH assay at concentrations of 500, 1000, 1500, and 2000 ppm of the extract. The characteristics of the capsules containing this extract, including particle size, zeta potential, efficiency, solubility, mass density, morphology, and the physicochemical characteristics of the meat products containing these capsules including the amount of thiobarbituric acid, color, and sensory attributes were evaluated. Data analysis was conducted using one-way analysis of variance. The results indicated that the total phenolic content in sour tea extract was 174.6 mg of gallic acid per gram of extract, and the highest antioxidant activity was observed at concentrations above 1500 ppm of the extract. The particle size of the extract ranged from 108.517 to 646.369 micrometers, and physicochemical parameters such as zeta potential, efficiency, solubility, mass density, and capsule morphology were within appropriate ranges. During storage, the amount of thiobarbituric acid compound increased in the control sample, and this difference was significant compared to the sample containing 1500 ppm of sour tea extract. Additionally, with increasing storage time, the L color factor decreased, but sensory evaluation indicated that the treatments received acceptable scores. Overall, the results of this study demonstrate that sour tea extract, whether in free form or encapsulated, can serve as a natural additive to enhance the quality and improve the sensory properties of beef sausage, potentially replacing chemical preservatives.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-23]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.63]