

علمی - پژوهشی

گرایش‌های نوین در زمینه بسته‌بندی گوشت و فرآورده‌های گوشتی

سمیرا پورحمزه

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد صفادشت

(دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۰، پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۶)

چکیده

بسته‌بندی یکی از مهمترین جنبه‌های فناوری بوده و در تولیدات غذایی بسیار حائز اهمیت است. هدف آن حفظ مواد غذایی در مقابل عوامل محیطی و جلوگیری از فساد محصول غذایی، تضمین استانداردهای مربوطه و حفظ خواص و ویژگی محصولات تا حد امکان می‌باشد. در این مقاله به انواع بسته‌بندی‌های رایج و نوین در صنعت گوشت، ارزیابی ویژگی‌های مواد و جنبه میکروبی آن می‌پردازیم. گوشت محیطی مغذی با شرایط مناسب برای رشد میکروارگانیسم‌ها است که طول عمر آن را محدود می‌کند و امکان ایجاد تغییر در مواد مغذی و ویژگی‌های ظاهری طی زمان نگهداری به دلیل فعالیت میکروبی و ایجاد تغییرات شیمیایی و فیزیکی از جمله ایجاد بوی نامطبوع، طعم ناخوشایند، تغییر رنگ و خراب شدن را دارد. استفاده از روش‌های بسته‌بندی کارآمد و نوین با تغییر در اتمسفر یا شبکه بسته‌بندی یا افزودن ترکیبات رهاکننده یا جاذب در بسته‌بندی از روش‌های موثر هستند. بهره‌گیری از بسته‌بندی هوشمند نیز جهت برقراری تعامل با مصرف‌کننده امکان بهره‌مندی از محصول با کیفیت مناسب را فراهم می‌آورد.

واژه‌های کلیدی: بسته‌بندی نوین، گوشت، فرآورده‌های گوشتی

۱- مقدمه

می‌شد. تحقیقات بعدی نشان دادند که چگونه افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن می‌تواند طول عمر محصول غذایی را افزایش دهد.

ماندگاری محصول به مدت زمانی گفته می‌شود که طی آن خواص ظاهری و حسی محصول و ارزش غذایی آن تغییرات نامطلوب نداشته باشد. امروزه این جنبه در ارتباط کاملاً نزدیک با نوآوری بسته‌بندی و فناوری، با هدف حفظ غذا در مقابل انواع واکنش‌ها می‌باشد.

از میان انواع محصولات غذایی تجاری، گوشت‌ها بسیار فسادپذیر هستند و عوامل مختلفی از جمله رشد باکتری‌ها، فعالیت آنزیمی و اکسایش می‌تواند بر طول عمر آنها تأثیرگذار باشد. برخی از این عوامل تحت تأثیر نوع بسته‌بندی و محیط قرار می‌گیرند.

صنعت گوشت به دنبال روش‌های فرآوری متفاوت و روش‌های بسته‌بندی مؤثر برای افزایش عمر محصولات گوشتی می‌باشد. هدف این تحقیق، بررسی تکنولوژی‌های نوین بسته‌بندی گوشت و ارزیابی ویژگی‌های مواد بسته‌بندی می‌باشد [۱].

امنیت غذایی و سلامت غذا دو جنبه حائز اهمیت هستند. از یک طرف ما باید به این سوال جواب دهیم که چگونه می‌توانیم غذای هفت میلیارد انسان را تا اواسط این قرن تأمین کنیم و از طرف دیگر بیماری‌هایی با منشأ غذایی هنوز هم یک تهدید برای سلامت انسان‌ها هستند. برای مواجهه موفق با این چالش‌ها، یکی از مهمترین رویکردها، توسعه و بهبود حیطه بسته‌بندی می‌باشد. بسته‌بندی یک ابداع تکنولوژیکی و سامانه هماهنگ است که محصولات غذایی را برای حمل، ذخیره‌سازی، توزیع در بازار و مصرف بهینه آماده می‌کند. بسته‌بندی به عنوان حائلی تعریف می‌شود که محصولات غذایی را در برابر محیط آلوده و تأثیرات مخرب آن حفظ می‌کند. یک بسته‌بندی مؤثر باید ویژگی‌های ذاتی محصول را حفظ کند و درعین حال ضایعات غذایی کمی داشته باشد و اثر نامطلوبی بر محیط زیست برجای نگذارد. از زمان‌های گذشته تاکنون، بشر به دنبال حفظ محصول غذایی و جلوگیری از ایجاد تغییرات و آلودگی و فساد ماده غذایی بوده است. از ۶۰۰۰ سال قبل از میلاد، خلاء ابتدایی معرفی شد که طبق آن هوا از حفره‌ها و سوراخ‌ها و سپس از ظروف خارج

۲- بررسی بسته‌بندی گوشت

۲-۱- عملکرد بسته‌بندی

بسته‌بندی چندین عملکرد دارد. اولین مورد، نقش بازدارندگی آن در برابر عوامل محیطی و در تمام مراحل چرخه تولید، ذخیره‌سازی و حمل و نقل می‌باشد. دومین هدف بسته‌بندی، حفظ گوشت و محصولات گوشتی، حفظ خواص و ویژگی‌های محصول طی مرحله ذخیره‌سازی و در نهایت حفظ استانداردهای کیفی لازم می‌باشد. بسته‌بندی گوشت و محصولات گوشتی را طی فرآوری، ذخیره‌سازی و توزیع از انواع آلودگی‌ها و خطرات شیمیایی و بیولوژیکی حفظ می‌کند.

بسته‌بندی مثل سدی در مقابل آلودگی‌های ثانویه عمل می‌کند. به‌منظور کاهش فساد گوشت، بسته‌بندی باید همراه با اقدامات دیگر باشد تا رشد میکروارگانیسم‌ها طبق راهبرد فناوری تلفیقی^۱ تا حد امکان محدود شود. طبق عملکرد ذکر شده در قبل، سه سطح بسته‌بندی وجود دارد. بسته‌بندی اولیه، در سطح داخلی است جایی که ماده بسته‌بندی در تماس مستقیم با محصول است تا محصول را از آلودگی‌های فیزیکی و شیمیایی محیط حفظ کند. بسته‌بندی ثانویه، محصول را در برابر فشارهای مکانیکی طی مرحله ذخیره‌سازی و حمل و نقل حفظ می‌کند. سطح سوم (بسته‌بندی خارجی)، واحدهایی هستند که مراحل حمل و نقل و جا به جایی را تسهیل می‌کنند. سطوح دوم و سوم برای حمل و نقل بسیار ضروری و حیاتی هستند [۲].

۲-۲- مواد بسته‌بندی گوشت

۲-۲-۱- ویژگی‌های مواد به‌کار رفته در انواع بسته‌بندی

برای بسته‌بندی گوشت، مواد مصنوعی به شکل فیلم‌ها یا فویل‌های پلاستیکی به کار می‌روند که اغلب با بسته‌بندی‌های بیرونی (مثل جعبه‌های مقوایی نازک یا مواد دیگر) ترکیب می‌شوند.

موادی که برای بسته‌بندی داخلی به کار می‌روند طبق الزامات و استانداردهای خاص استفاده می‌شوند:

انعطاف‌پذیری^۲، مقاومت فیزیکی^۳، شفافیت^۴، بی‌بو بودن، بهداشتی بودن، قابلیت بازیافت، مقاومت در برابر گرما و سرما، مقاومت در برابر روغن و چربی، ممانعت مناسب در مقابل ورود گازها، پوشش‌دهی خوب و قیمت تولید، ساختار مولکولی، وزن

مولکولی و ترکیب شیمیایی تعیین‌کننده ویژگی یک ماده می‌باشند. نفوذپذیری نسبت به گاز باعث تبادل اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و بخار آب بین داخل و خارج بسته‌بندی می‌شود و این یکی از ویژگی‌های مواد پلیمری مصنوعی (مثل پلاستیک‌ها) و طبیعی (مثل مواد سلولزی) می‌باشد [۳]. خاصیت ممانعت‌کنندگی و نفوذ ناپذیری برای افزایش ماندگاری محصولات غذایی حائز اهمیت فراوان است.

نفوذ ناپذیر نسبت به گازها: یک فیلم باید از تبخیر رطوبت محصول و ورود اکسیژن جلوگیری کند. اکسیژن تأثیر نامطلوبی بر گوشت طی دوره نگهداری و ذخیره‌سازی دارد و باعث تغییر رنگ به دلیل اکسایش میوگلوبین و تبدیل رنگ قرمز گوشت به رنگ تیره، خاکستری و سبز و تشکیل ترکیبات فرار برای اکسیداسیون چربی و در نهایت فساد محصول می‌گردد.

علاوه بر فیلم‌های مقاوم در برابر اکسیژن، فویل‌های نفوذ ناپذیر (نسبت به اکسیژن) برای بسته‌بندی گوشت‌های آماده مصرف مناسب هستند تا رنگ قرمز محصول حفظ شود. در مورد سوسیس‌ها یا همبرگر پخته، مقدار رطوبت نسبی بسیار بالاست و مواد بسته‌بندی باید به‌قدر کافی مقاوم به بخار آب باشند تا از کاهش وزن و کیفیت محصول طی دوره نگهداری جلوگیری شود. برای نگهداری طولانی مدت، مثل گوشت‌های بسته‌بندی شده تحت خلاء، از فیلم‌های مقاوم در برابر نفوذ اکسیژن استفاده می‌شود [۴].

نفوذ ناپذیر نسبت به نور: قرارگیری گوشت و فرآورده‌های گوشتی در مقابل روشنایی روز یا روشنایی‌های مصنوعی (مثل لامپ) باعث اکسیداسیون، ترشیدگی و تغییرات رنگی می‌شود. فیلم‌های بسته‌بندی شفاف برای بسته‌بندی محصولات حساس به نور در طول مدت زمان طولانی (برای ذخیره‌سازی) مناسب نیستند و باید از فیلم‌های رنگی مثل فویل‌های آلومینیومی استفاده کرد. مشخص شده است که راه مؤثر برای ارتقاء مواد بسته‌بندی مقاوم در برابر نور، استفاده از جاذب‌های پرتو فرابنفش است [۴].

۲-۲-۲- مواد تشکیل‌دهنده فیلم‌های بسته‌بندی

۲-۲-۲-۱- پوشش‌های مصنوعی

اکثر فیلم‌های به‌کار رفته برای بسته‌بندی گوشت، از مواد پلاستیکی مصنوعی تشکیل شده‌اند. رایج‌ترین مواد مصنوعی

¹ Hurdle

² Flexibility

³ Mechanical strength

⁴ Lightness

۲-۲-۲-۲- مواد بسته‌بندی خوراکی، مواد با منشاء زیستی، مواد بسته‌بندی زیست تخریب پذیر

امروزه توجه زیادی به منابع مقاوم و تجدیدپذیر به‌ویژه محصولات گیاهی و فرآورده‌های حاصل از تخمیر آنها می‌شود. طبق نظر رابرتسون^۸، مواد بسته‌بندی با منشاء زیستی، از منابع تجدیدپذیر مشتق می‌شوند. بنابراین مواد کاغذی به‌دست آمده بسته به گونه و کشور تولیدکننده، سن تجدیدپذیری ۲۵ تا ۶۵ سال دارند. اما هنوز به‌صورت صنعتی و به‌طور گسترده تولید نمی‌شوند. مهمترین مسائلی که باید حل شوند عبارتند از: مشکل پسماند مواد جامد و آلودگی محیط دریایی است.

فیلم‌های خوراکی^۹ (با ضخامت کمتر از ۲۵۴ میکرومتر) یا ورق‌ها (با ضخامت بیشتر از ۲۵۴ میکرومتر) قابل جداسازی از ماده غذایی هستند در حالیکه پوشش‌های خوراکی به‌صورت مستقیم روی سطح محصول قرار می‌گیرند. هدف از این نوع بسته‌بندی افزایش طول عمر و ارتقاء کارایی مواد است: آنها نه تنها آلودگی را کاهش می‌دهند بلکه به حفظ ارزش غذایی محصول هم کمک می‌کنند. از آنها برای محصولات غذایی ناهمگون و در ترکیب با مواد غیرخوراکی استفاده می‌شود. این بسته‌بندی‌ها می‌تواند حامل‌های خوبی برای انتقال عوامل ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی باشند. به‌طور کلی پلیمرها برای تهیه فیلم‌های منسجم و مستقل به‌کار می‌روند.

فیلم‌های خوراکی به‌دلیل بیوپلیمرهای قطبی که دارند، به عنوان عوامل بازدارنده در مقابل انواع گازها به‌کار می‌روند و در رطوبت نسبی پائین، بسیار کارآمد هستند (مثل پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها) اما اگر رطوبت نسبی بالا باشد، این مواد کارایی لازم را نخواهند داشت. به‌عبارتی، با پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدها، فیلم‌های حساس به آب ساخته می‌شود که در مقابل رطوبت عملکرد خوبی ندارند [۶].

فیلم‌های خوراکی در مقابل چربی‌های آب‌گریز در برابر ورود رطوبت کارآمد هستند اما ویژگی‌های مکانیکی آنها در مقایسه با فیلم‌های هیدروکلونیدی ضعیف است و این به‌دلیل ماهیت غیر پلیمری آنها است. اکثر فیلم‌های کامپوزیتی متشکل از یک لایه لیپیدی هستند که با یک لایه پروتئینی یا پلی‌ساکاریدی حمایت می‌شوند و یا اینکه ماده لیپیدی در یک بافت پلی‌ساکاریدی یا پروتئینی ادغام می‌شود. مواد بیوپلیمری^{۱۰}، موادی ارگانیک هستند که در آنها منبع کربن بیولوژیکی می‌باشد. ماده پلیمری

به‌کار رفته برای بسته‌بندی عبارتند از: پلی اتیلن^۱، پلی پروپیلن^۲، پلی ونیل کلرید^۳، پلی استر^۴، پلی آمید^۵، پلی ونیل دی کلرید^۶ و اتیلن ونیل الکل^۷ هستند، جدول (۱) و (۲) [۵].

جدول (۱): فیلم‌های تک‌لایه کاربردی تایید شده توسط سازمان خوارو بار و کشاورزی ملل متحد

| فیلم تک لایه | گوشت | مزایا | معایب | مواد |
|--|--|---|---|-----------------|
| قطع‌های گوشت، فرآورده‌های گوشتی، تکه گوشت با استخوان یا بدون استخوان یا لاشه کامل حیوان | تکه‌های گوشت منجمد شده برای مصارف بیرون بر درون سلولزها یا پلاستیک‌های بهداشتی به صورت سفت و محکم با فیلم پلاستیک تک لایه پوشش دهی می‌شوند | مقاومت در برابر آلودگی‌های خارجی، خود چسب بودن (سلوفان) | عدم محافظت در برابر نفوذ پذیری اکسیژن، نفوذپذیری کم بخار آب | PE, PA, PVC, PP |
| تکه‌های گوشت منجمد شده برای مصارف بیرون بر درون سلولزها یا پلاستیک‌های بهداشتی به صورت سفت و محکم با فیلم پلاستیک تک لایه پوشش دهی می‌شوند | تکه‌های بزرگ، تکه‌های کوچک و حتی قطعات ریزتر گوشت | جلوگیری از تبخیر آب، جلوگیری از سوختگی ناش از انجماد و تشکیل یخ | در مقابل اکسیژن که به تشکیل اکسی میو گلوبین کمک می‌کند | PE, PA |

جدول (۲): فیلم‌های چندلایه کاربردی تایید شده توسط سازمان خوارو بار و کشاورزی ملل متحد

| فیلم‌های چند لایه | مقاومت در برابر اکسیژن | مقاومت در برابر بخار آب | لایه درزگیر | لایه بیرونی |
|-------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| PA | ++ | - | | ++ |
| PE | - | ++ | ++ | |
| ترکیبی PA/PE | ++ | ++ | | |
| آیونومر | I | | ++ | |
| PET | | | | ++ |
| PVDC | ++ | | | |
| PP | | | | ++ |

^۱ PE

^۲ PP

^۳ PVC

^۴ PET

^۵ PA

^۶ PVDC

^۷ EVOH

^۸ Robertson

^۹ Edible films

^{۱۰} Bio-based

دلیل اکسیداسیون میوگلوبین و تبدیل به اکسی میوگلوبین (رنگ قرمز آلبالویی) می‌باشد اما به تدریج طی مدت نگهداری و ذخیره‌سازی، میوگلوبین به فریک^{۱۳} متمیوگلوبین تبدیل می‌شود که مسئول ایجاد رنگ قهوه‌ای است. دلیل دیگر فساد، اکسیداسیون چربی است [۷] و [۸].

۳-۲- بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته

بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP)، بسته‌بندی با اتمسفر کنترل شده (CAP) و بسته‌بندی تحت خلاء (VP)، سه نوع بسته‌بندی از این دسته هستند. تغییرات گاز بستگی به نرخ تنفس محصول و نفوذپذیری فیلم دارد [۹].

MAP اولین بار در سال ۱۹۲۷ مورد استفاده قرار گرفت و نه تنها باعث افزایش طول عمر محصول بود بلکه باعث ارتقاء جوانب کیفی مثل عدم تغییر رنگ و از هم گسیختگی محصول گردید. هدف این نوع بسته‌بندی ایجاد شرایطی است که در آن فعالیت آنزیمی و میکروبی در محصول به تعویق می‌افتد و نهایتاً طول عمر محصول افزایش یافته و نیاز به استفاده از نگهدارنده‌ها کاهش می‌یابد. در فناوری MAP از ترکیبی از گازها مثل نیتروژن، دی اکسیدکربن و اکسیژن و بسته‌بندی نفوذ ناپذیر استفاده می‌شود تا از تکثیر میکروب‌ها جلوگیری شود و طول عمر محصول به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یابد. طبق دستورالعمل جهانی ۱۳۳۳/۲۰۰۸، گازهای بسته‌بندی، گازهایی به غیر از هوا هستند که درون محفظه‌هایی نگهداری می‌شوند. این‌ها ترکیباتی هستند که به صورت ارادی و آگاهانه داخل بسته‌بندی‌ها قرار می‌گیرند تا نتیجه مورد نظر به لحاظ کیفی برای محصولات غذایی حاصل آید. محصول داخل بسته‌بندی قرار می‌گیرد و هوا حذف می‌شود و با ترکیبی از چندین گاز جایگزین می‌شود. سپس بسته‌بندی می‌شود. اکسیژن، نیتروژن و دی‌اکسیدکربن در ترکیبات مختلف و نسبت‌های متفاوت بسته به نوع محصول، بار میکروبی و نوع میکروب استفاده می‌شوند. نیتروژن^{۱۴} به‌عنوان پرکننده تزریق می‌شود تا از بد فرم شدن و به هم ریختگی بسته جلوگیری کند و همچنین جایگزین اکسیژن می‌شود تا از فساد و رشد میکروب‌های هوازی و تولید میکروفلورهای هوازی ممانعت به عمل آورد. اما اتمسفر گازی ایجاد شده به صورت اختیاری روی گونه‌های هوازی و بی‌هوازی تأثیر خواهد گذاشت.

گوشت تازه در معرض انواع فساد و آلودگی قرار دارد از جمله اکسیداسیون میوگلوبین به متمیوگلوبین (با رنگ قهوه‌ای) و

مستقیم یا غیرمستقیم از زیست توده تولید می‌شود. این امر به این معنا نیست که آنها خوراکی هستند و یا زیست تخریب‌پذیر بلکه آنها تطبیق پذیری خوبی دارند و اثر نامطلوبی بر محیط زیست ندارند [۶]. سلولز از آن دسته بیوپلیمرها است که مستقیماً از منابع طبیعی استخراج می‌شود. نشاسته از بخش‌های مختلفی ساخته شده است اما اصلی‌ترین آن آمیلوز (پلیمر خطی گلوکز) و آمیلوپکتین می‌باشد. مواد زیست توده (با پایه زیستی) که ترکیبی از پلیمرها و نانورس (بیو نانو کامپوزیت^۱) هستند نیز مورد نیاز صنایع غذایی است [۶].

۳-۳- انواع بسته‌بندی از نظر اتمسفر داخلی

از نظر اتمسفر داخلی انواع مختلف بسته‌بندی برای محصولات خوراکی وجود دارد: بسته‌بندی با اتمسفر معمولی^۲، بسته‌بندی تحت خلاء^۳، بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده^۴ و بسته‌بندی با اتمسفر کنترل شده^۵. از این میان، انواع جدیدی با عنوان بسته‌بندی عملگر^۶ از جمله بسته‌بندی فعال^۷ و بسته‌بندی هوشمند^۸ معرفی شده‌اند [۷].

۳-۱- بسته‌بندی با اتمسفر معمولی

در این نوع بسته‌بندی که برای گوشت خام به کار می‌رود، معمولاً از فیلم‌های کششی روی سینی‌های پلی استایرن^۹ (با ضخامت ۳۰۰ میلی‌متر) استفاده می‌شود. مواد فیلم سلوفانی هستند که از سلولز هیدرات، پلی اتیلن و پلیمر صنعتی تولید شده‌اند و برای تولید بهداشتی تترابریک^{۱۰} به کار می‌روند. به منظور ارتقاء عملکرد انواع بسته‌بندی، از ترکیب مواد مختلف استفاده می‌شود. این نوع بسته‌بندی نسبت به گاز نفوذپذیر است و طول عمر محصول را افزایش نمی‌دهد ولی بهداشتی می‌باشد. طول عمر محصول نهایتاً ۳ تا ۴ روز است و بعد از آن تغییر رنگ، طعم و بو مشاهده می‌شود. گونه‌های سودوموناس^{۱۱} و انتروباکتریاسه^{۱۲} باعث ایجاد طعم و بوی نامطبوع می‌شوند. میوگلوبین در فرم فرس اکسیژنه، عامل اصلی حفظ و ثبات رنگ گوشت می‌باشد. رنگ قرمز اولیه به

¹ Bionanocomposites

² Aerobically

³ Vacuum

⁴ Modified atmosphere

⁵ Packaging in controlled atmosphere

⁶ Functional packaging

⁷ Active

⁸ Intelligent

⁹ PS

¹⁰ Tetra Brick

¹¹ Pseudomonas spp

¹² Enterobacteriaceae

¹³ Ferric(Fe3+)

¹⁴ N2

بالای فیلم با دمای بالا و چسبیدن روی سطح محصول می‌باشد. دمای بالا باکتری‌های موجود در روی سطح محصول را غیرفعال می‌کند، مانع از تشکیل حباب هوا می‌شود و ماندگاری محصول را افزایش و سرعت رشد باکتری‌ها را کاهش می‌دهد [۱۰].

۳-۳- بسته‌بندی عمل‌گرا

دو نوع بسته‌بندی عمل‌گرا وجود دارد: بسته‌بندی فعال که با اتمسفر و هوای داخل بسته و غذا از طریق آزاد سازی مواد مثل نگهدارنده‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها واکنش می‌دهد و بسته‌بندی هوشمند که مستلزم استفاده از یک شاخص درونی یا بیرونی (مثل شاخص زمان، دما، و نشانگرهای اکسیژن و دی‌اکسیدکربن) روی بسته است که اطلاعات محصول را گزارش می‌کند. در این راستا می‌توان از نشانگرها با قابلیت ایجاد پرتو با فرکانس امواج رادیویی^۸ جهت ردیابی محصول و بهینه‌سازی شرایط حمل و نقل و نگهداری و افزایش ماندگاری فرآورده بهره برد [۱۱].

۳-۳-۱- بسته‌بندی فعال

بسته‌بندی فعال نوعی واکنش بین بسته و بافت غذا است که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم عمل می‌کند. از جمله موارد کاربرد بسته‌بندی فعال می‌توان به استفاده از ترکیبات ضد میکروبی در بسته‌بندی اشاره کرد. بسته‌بندی ضد میکروبی در صنعت غذا به‌منظور افزایش طول عمر محصول و ارتقاء سلامت غذا از طریق کاهش سرعت رشد میکروارگانیسم‌هایی است که در تماس مستقیم با سطوح غذا می‌باشند. شکلی که برای این نوع بسته‌بندی به کار می‌رود می‌تواند به‌صورت مستقیم از طریق افزودن مولکول‌های فرار و غیرفرار ضد میکروبی روی پلیمرها، پوشش‌دهی یا جذب مواد ضد میکروبی در سطوح پلیمرها یا تثبیت آنتی‌میکروب‌ها روی پلیمرها از طریق پیوند کووالانسی یا پیوند یونی و یا به‌صورت غیرمستقیم از طریق قراردادن پدهای دارای ترکیبات ضد میکروبی فرار داخل بسته‌بندی‌ها باشد [۱۲].

کیتوزان^۹ یک پلیمر کاتیونی است که حاصل استیل‌اسیون جزئی کیتین حاصل از اسکلت خارجی سخت پوستان و حشرات است. در قسمت خارجی فیلم‌های شکل گرفته از کیتوزان چندین گروه آمینی با بار الکتریکی مثبت است که با دیگر اجزاء منفی غشای سلولی واکنش می‌دهد و به چسبیدن سلول به فیلم کمک می‌کند و باعث مرگ میکروارگانیسم‌ها می‌شود.

در بسته‌بندی فعال موادی در محصول یا محیط پیرامون آن جذب یا آزاد می‌شوند. برخی از آنها مواد ضد میکروبی مثل

تکثیر بیش از حد میکروفلور (جمعیت میکروبی) با واکنش‌های پروتئولیتیکی^۱ و لیپولیتیکی^۲ که باعث تغییر رنگ، چسبندگی و ایجاد طعم نامطبوع می‌شوند [۹].

برای فرآورده‌های گوشتی فرآوری شده، ترکیب گاز به‌کار رفته عبارت است از ۲۰ تا ۳۰ درصد دی‌اکسیدکربن و ۷۰ تا ۸۰ درصد نیتروژن. تکه‌های گوشت تازه در بسته‌های حاوی این گازها بسته‌بندی می‌شوند که در مقابل نفوذ اکسیژن مقاوم هستند. البته با افزودن گاز اکسیژن تا حد کم می‌توان رنگ تازه گوشت را حفظ کرد. استفاده از کربن مونواکسید با غلظت کم، به شکل‌گیری کربوکسی میوگلوبین و حفظ رنگ آلبالویی گوشت کمک می‌کند و برای محصولاتی مناسب است که باید طولانی مدت نگهداری شوند. بسته‌بندی تحت اتمسفر کنترل شده همراه با کنترل مداوم ترکیب گاز است تا درصد ترکیب گاز از پیش تعیین شده تضمین می‌شود. بسته‌بندی تحت خلاء یک روش نگهداری است که در آن هوا حذف می‌شود. مراحل فرآوری شامل قرار دادن محصول داخل کیسه‌هایی خاص در اتاقک خلاء مجهز به یک پمپ خلاء برای استخراج هوا می‌باشد. در واقع، تجهیزات مربوطه قادر به حذف صد درصدی هوا نیست اما تا حدود ۷۵ تا ۸۵ درصد و یا نهایتاً ۹۰ درصد قادر به حذف و کاهش هوا می‌باشند. مهمترین مزایای این روش، افزایش طول عمر محصول، حفظ محصول از خطرات برونی و سهولت در حمل و نقل می‌باشد. در مورد گوشت تازه، نبود اکسیژن باعث ایجاد متمیوگلوبین و تیره شدن محصول به حدی می‌شود که می‌تواند تاثیر منفی بر انتخاب مشتری داشته باشد [۱۰].

یک روش دیگر بسته‌بندی پوستی تحت خلاء^۳ است که در بسته‌های کرایوواک^۴ انجام می‌شود. این روش به‌صورت چسبیدن کامل پلاستیک روی محصول می‌باشد. این بسته‌ها از پلاستیک‌های قابل جمع شدن^۵ ساخته شده‌اند که برای چند ثانیه در آب داغ با دمای ۹۰ درجه سلسیوس غوطه‌ور شده و بعد روی محصول می‌چسبند. انواع محصولات غذایی از فرآورده‌های گوشتی آماده پخت تا گوشت خام قابل بسته‌بندی تحت خلاء می‌باشند. در صورتی که بسته‌های کرایو عمدتاً برای سوسیس‌های وین^۶ و همبرگرهای پخته به‌کار می‌روند. بسته‌بندی وکیوم پوستی (اکسین^۷) پیشرفته به‌صورت حرارت‌دهی سطح

^۱ Proteolytic

^۲ Lipolytic

^۳ Vacuum skin

^۴ Cryovac

^۵ Shrinkable plastic

^۶ Vienna

^۷ Oxin

^۸ RFID

^۹ Chitosan

سودوموناس به میزان 10^7 CFU g⁻¹ روی گوشت، به معنی فاسد شدن و تغییر رنگ محصول می‌باشد، یعنی زمانی که متابولیسم ترکیبات نیتروژنی طی تخمیر کربوهیدرات‌ها رخ می‌دهد. شیوانلا^۴ باکتری مشابه و مرتبط با سودوموناس است. هر نوع گوشتی قابل بسته‌بندی به روش خلاء می‌باشد. به لحاظ میکرو بیولوژیکی، تأثیرات میکروبی، بستگی به نوع مواد بسته‌بندی و محیط پیرامون محصول دارد. شرایط غیر هوازی از رشد هر کدام از گونه‌های ذکر شده در بالا جلوگیری می‌کند و مانع اکسیداسیون لیپیدها می‌شود که با اکسیژن کاتالیز شده و سرعت می‌یابد و باعث تغییر رنگ و بو می‌شود. از سوی دیگر، بسته‌بندی تحت خلاء، گسترش جمعیت میکروبی (پاتوژن‌هایی مثل کلستریدیوم پرفرینژنز^۵ و کلستریدیوم بوتولینیوم^۶ و گونه‌های غیر پاتوژنی مثل باکتری اسید لاکتیک) روی محصول را به صورت انتخابی تحت کنترل قرار می‌دهد. باکتری‌های اسید لاکتیک (مثل گونه کارنوباکتریوم^۷، لاکتوباسیلوس^۸ و لوکونوستوک^۹) بر روی بسته‌بندی تحت خلاء مؤثر است. در بسته‌بندی گوشت به روش خلاء یا اتمسفر اصلاح شده، دی‌اکسیدکربن باعث افزایش طول عمر محصول در مقایسه با روش‌های قبلی بسته‌بندی می‌شود. استفاده از دی‌اکسیدکربن و نیتروژن مرحله رشد تأخیری میکرو ارگانیسم‌های هوازی را طولانی کرده و رشد گونه‌های غیر هوازی و مطلوب را ارتقاء می‌دهد. این تغییر در شرایط بسته‌بندی باعث تغییر جمعیت باکتری‌های هوازی مثل سودوموناس به گونه‌های غیر هوازی مثل بروکوتریکس ترموسفاکتا^{۱۰} و باکتری اسید لاکتیک می‌شود. باکتری‌های اسید لاکتیک رایج‌ترین فلور میکروبی در محصولات بسته‌بندی شده به روش خلاء یا اتمسفر اصلاح شده دی‌اکسیدکربن می‌باشد. در واقع ترکیب شرایط میکروآنروفل^{۱۱} (۸ درصد اکسیژن) و کاهش فعالیت آبی می‌تواند از رشد میکروبی‌های گرم منفی جلوگیری کند و به رشد و تکثیر باکتری‌های اسید لاکتیک کمک کند. گونه‌های هوازی مثل سودوموناس و باکتری‌های گرم منفی و کپک‌ها به راحتی تضعیف می‌شوند، در حالی که گونه‌های غیر هوازی مثل کلستریدیوم، لیستریا، باکتری اسید لاکتیک می‌توانند به راحتی دوام بیاورند [۱۳].

⁴ Shewanella

⁵ Cl. perfringens

⁶ Cl. Botulinum

⁷ Carnobacterium

⁸ Lactobacillus

⁹ Leuconostoc

¹⁰ Brochotrix thermosphacta

¹¹ Micro-aerophilic

اتانول آزاد می‌کنند. مواد جاذبی که به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند به شرح زیر می‌باشند:

- جذب‌کننده‌های اکسیژن، با جذب اکسیژن داخل بسته، جلوگیری از رشد میکرو ارگانیسم‌ها (مثل کپک‌ها) و کاهش فرآیند اکسیداسیون ماده غذایی را ممکن می‌کنند.
- جذب‌کننده‌های اتیلن: اتیلن ماده‌ای است که به صورت طبیعی در گیاهان وجود دارد و باعث رسیدگی و نهایتاً خراب شدن آنها می‌شود و این جاذب‌ها به حفظ تازگی محصول کمک می‌کنند.
- جذب‌کننده‌های رطوبت: این مواد، مواد فوق جاذب هستند که اغلب کف ظروف بسته‌بندی گوشت و ماهی قرار می‌گیرند. وجود موادی با خواص ضد باکتریایی مثل کیتوزان، روغن درخت چای، آلژینات (استخراج شده از جلبک دریایی)، روغن دارچین و آویشن و اتانول می‌توانند رطوبت آزاد شده از غذا را به دام انداخته و بنابراین از تکثیر میکرو ارگانیسم‌ها جلوگیری نمایند [۱۲].

۴- بسته‌بندی و میکروبیولوژی

سلامت و پایداری مواد غذایی بستگی به میکرو ارگانیسم‌های موجود در مرحله بسته‌بندی غذا دارد. فاکتورهای مهمی بر رشد میکرو ارگانیسم‌ها در مواد غذایی تأثیر دارند. مهمترین فاکتورها عبارتند از برخی گونه‌های باکتریایی که بر طول عمر فرآورده‌های گوشتی تأثیر می‌گذارند، اتمسفر بسته‌بندی، ترکیبات محصولات (وجود چربی، pH، مقدار نمک، فعالیت آبی)، دمای نگهداری و فاکتورهای دیگری مانند برخی مواد ضد باکتریایی و یا نگهدارنده‌ها. جمعیت میکروبی غالب روی گوشت می‌تواند تحت تأثیر شرایط بسته‌بندی و ترکیب گازی اتمسفر پیرامون محصول قرار گیرد [۱۳].

شرایط هوازی طی مدت نگهداری، رشد گونه‌های هوازی را افزایش می‌دهد. سودوموناس رایج‌ترین گونه‌ای است که شرایط مطلوب برای رشد را پیدا می‌کند. (مثلاً در دمای ۱- تا ۲۵ درجه سلسیوس). گونه‌های سودوموناس مثل سودوموناس فلورسانس^۱ و سودوموناس لودنسیس^۲، سودوموناس پوتیدا^۳ رایج‌ترین گونه‌های استخراج شده از گوشت‌های بسته‌بندی شده فاسد بوده‌اند. رشد

¹ P. fluorescens

² P. ludensis

³ P. putida

طی دوره نگهداری به مرور تغییر می‌کنند که پدیده‌های اجتناب‌ناپذیر است، اما بسته‌بندی می‌تواند این فرآیند را کنترل کند. تغییرات شیمیایی که روی کیفیت غذا تاثیر می‌گذارند شامل تغییر رنگ آنزیمی و هیدرولیز غیر آنزیمی، اکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌ها، هیدرولیز مونو و پلی‌ساکاریدها و تجزیه رنگدانه‌ها است. همچنین بسته‌بندی با کنترل نفوذپذیری نسبت به بخار آب و تغییرات فعالیت آبی و pH علاوه بر کاهش فساد شیمیایی موجب کاهش و کنترل فساد میکروبی هم می‌شود. چرا که تغییرات شیمیایی و فیزیکی به‌طور مستقل از هم رخ نمی‌دهند و با کنترل واکنش‌های شیمیایی و رشد میکروبی، پایداری فیزیکی ارتقاء می‌یابد. بسته‌بندی ضد میکروبی می‌تواند نقش مهمی در افزایش ماندگاری گوشت و کاهش احتمال آلودگی داشته باشد اما نباید هرگز شروط لازم مانند مواد خام با کیفیت، محصولات خوب فرآوری شده و اقدامات مربوط به تولید را نادیده گرفت. بسته‌بندی می‌تواند به‌صورت تکنولوژی تلفیقی کیفیت و ماندگاری را به‌طور مؤثری ارتقا دهد. مصرف‌کنندگان به‌دنبال محصولاتی هستند که کمتر فرآوری شده و تازگی خود را حفظ کرده باشند در حالی که سامانه توزیع مدرن نیاز به طول عمر کافی دارد. انواع بسته‌بندی غذایی با رویکردهای متفاوت به منظور ارتقاء کیفیت محصول و بهبود کارآمدی زنجیره حفظ غذا معرفی شده است.

۷- مراجع

- [1] T. Janjarasskul and J. M. Krochta, "Edible Packaging Materials," *Annu. Rev. Food Sci. Technol.*, vol. 1, pp. 415–448, 2010.
- [2] B. T. Cenci-Goga, M. Karama, C. Hadjichalambous, P. Sechi, and L. Grispoli, "Is EU regulation on the use of antioxidants in meat preparation and in meat products still cutting edge," *Eur. Food Res. Technol.*, pp. 661–668, 2020.
- [3] K. W. McMillin, "Advancements in meat packaging," *Meat Sci.*, vol. 132, pp. 153–162.
- [4] FAO "Global Food Losses and Food Waste—Extent," Causes and Prevention; FAO: Rome, Italy, 2011.
- [5] F. Place and A. Meybeck, "Food security and Sustainable Resource Use — What are the Resource Challenges to Food Security? In Proceedings of the Food Security Futures: Research Priorities for the 21st Century," Dublin, Ireland, pp. 11–12.
- [6] C. Rossi, A. Serio, C. Chaves-López, F. Anniballi, B. Auricchio, E. Go_redoGoga, F. Lista, S. Fillo, and A. Paparella, "Biofilm formation, pigment production and motility in *Pseudomonas* spp. isolated from the dairy industry," *Food Control*, no. 86, pp. 241–248, 2018.
- [7] D. A. Russell, "Sustainable packaging—An overview," *Food Addit. Contam. Part A*, no. 31, pp. 396–401.
- [8] M. G. Sullivan, "Sensory and quality properties of packaged fresh and processed meats," *Advances in meat, poultry and seafood packaging*, Wood head Publishing Limited, pp. 86–111, 2012.

۵- کیفیت و رنگ گوشت

با توجه به مؤلفه‌های کیفی، رایج‌ترین سامانه ارزیابی رنگ، می‌باشد که در این سامانه L* نشانگر شدت روشنایی از صفر (مشکی) تا ۱۰۰ (سفید)، a* نشان دهنده طیف رنگی قرمز تا سبز و b* نشان‌گر طیف رنگ آبی تا زرد است [۱۴]. در بسته‌بندی اتمسفر معمولی، گوشت چرخ شده گوساله، مقدار L* بالاتری نسبت به روز اول نشان می‌دهد که طی روزهای آتی، به مرور کاهش می‌یابد. در مورد گوشت اسب مقدار L* طی دوره نگهداری افزایش می‌یابد که آن هم طی روزهای بعدی کاهش می‌یابد. مقدار L* در گوشت خوک افزایش نشان می‌دهد. مقدار b* نسبت به روز چهارم افزایش داشته است و a* به مرور کاهش می‌یابد در حالیکه pH محیط ثابت و حدود 5.45 ± 0.08 است. اکسیداسیون چربی، دلیل فساد گوشت است و از طریق مواد واکنش دهنده اسید تیوبار بیتوریک^۱ محاسبه می‌شود که به مرور افزایش می‌یابد. در بسته‌بندی MAP، اکسیژن باعث اتصال میوگلوبین روی سطح محصول می‌شود و اکسی میوگلوبین تولید می‌شود که باعث ایجاد رنگ قرمز روشن در گوشت می‌شود. کاهش غلظت اکسیژن باعث افزایش مقدار a* در انواع گوشت می‌شود. وقتی اکسیژن کمتر از ۵ درصد مجموع گازها باشد، رنگ گوشت به قهوه‌ای تبدیل می‌شود که به‌دلیل شکل‌گیری مت میوگلوبین در بسته‌بندی تحت خلاء است. در بسته‌بندی تحت خلاء، TBARS طی مدت نگهداری در گوشت گوساله و گوشت گردن خوک افزایش می‌یابد. امروزه استفاده از خلاء جایگزین مناسبی برای بسته‌بندی تکه‌های گوشت تازه در بازار مواد غذایی است. برخی محصولات بعد از بسته‌بندی، طبق دو روش پخته می‌شوند: پخت تحت شرایط خلاء بعد از باز کردن بسته برای از بین بردن آب تولید شده و انتقال به بسته نهایی یا بعد از پخت، بسته‌بندی تحت خلاء به‌صورت مستقیم انجام می‌شود. در این روش آب به دمای ۱۰۰ درجه نمی‌رسد و ترکیبات مغذی و حساس حفظ می‌شوند، بدون اینکه تغییری در آنها ایجاد شود. در مورد گوشت و فرآورده‌های گوشتی، این روش هیچ‌گونه آسیبی از جمله خلل و فرج روی محصول ایجاد نمی‌کند. تکه‌های محصول در مقایسه با روش‌های بسته‌بندی قدیمی، در این روش به خوبی به‌صورت منسجم باقی مانده و پخته شده‌اند. پخت در دمای بین ۷۰ تا ۱۰۰ درجه سلسیوس انجام می‌شود [۱۴].

۶- نتیجه گیری

خصوصیات و ویژگی‌های شیمیایی، ظاهری و میکروبی گوشت

^۱ TBARS

- conditions on biofilm formation by *Pseudomonas fluorescens* isolated from dairy products and dairy manufacturing plants,” vol. 5, pp. 5793, 2016.
- [13] M. A. Principato, S. Cascone, B. T. C. Goga, I. Moretta, S. Principato, and T. M. Alistag, “a new coating agent for aging cheese and hams,” *Ital. J. Food Saf*, vol. 7, pp. 76–78.
- [14] S. Quintavalla, and L. Vicini, “Antimicrobial food packaging in meat industry,” *Meat Sci.*, vol. 62, pp. 373–380, 2002.
- [9] P. Umaraw and A. K. Verma, “Comprehensive review on application of edible film on meat and meat products: An eco-friendly approach,” *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, no. 57, pp. 1270–1279, 2017.
- [10] B. H. Salueña, C. Sáenz, J. M. D. Rubial, and C. A. Odriozola, “CIELAB color paths during meat shelf life,” *Meat Sci.*, no. 157, pp. 107–889, 2019.
- [11] A. H. Dar, “Novel Technological Interventions in Meat Packaging: a Review,” *Annals. Food Science Technology*, vol. 19, no. 3, 2018.
- [12] C. Rossi, C. Chaves-López, A. Serio, E. Go_redo, B. T. C. Goga, and A. m. Paparella, “Influence of incubation

Novel Trends in the Packaging of Meat and Meat Products

S. Pourhamzeh*

Master Student, Department of Food Science and Technology, Safadasht Branch, Islamic Azad University,
Tehran, Iran

(Received: 18/10/2021; Accepted: 30 /03/2021)

Abstract

Packaging is one of the most important technological aspects in food production. It is a technological intervention to protect food products against various factors which provoke product deterioration, in order to preserve the product quality and guarantee the observation of relevant standards. This paper aims at the evaluation of the properties of packaging that are currently used in the meat industry and their advantages and disadvantages. Packaging is a coordinated system, which prepares the products for transportation, distribution, storage, marketing and consumption. Although packaging serves different purposes, the common purpose is to guarantee high standards and safety as long as possible. Meat is a dynamic biosystem with an appropriate condition for microbial growth, and microbial spoilage limits its shelf-life and deteriorates its nutritional, physical or chemical food properties during storage, causing off-odor, off-flavor, discoloration, gas, and slime. With the recent innovative developments in food packaging, the novel packaging can prolong shelf life and preserve the quality and safety of meat and its related products. Novel methods obtain their efficiency by changing the atmosphere or matrix of the closure, or adding some releasing/absorbing compounds in the closure of the product pack. Intelligent packaging delivers the desired quality experience to the consumers by providing the opportunity to interact with the product.

Keywords: Novel Packaging, Meat, Meat Products

* Corresponding author E-mail: samirapourhamzeh@gmail.com