

# استفاده از اسیدهای آلی در بسته‌بندی مواد غذایی

سجاد قادری<sup>۱\*</sup>، یحیی مقصدلو<sup>۲</sup>، مرتضی خمیری<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله: دی ماه ۱۳۹۱

تاریخ پذیرش مقاله: اردیبهشت ماه ۱۳۹۲

## چکیده

از جمله کاربردهای رایج اسیدهای آلی در بسته‌بندی مواد غذایی می‌توان استفاده از آن‌ها در بسته‌بندی‌های ضد میکروبی، فیلم‌های خوراکی<sup>۷</sup>، بسته‌بندی‌های فعال<sup>۸</sup> و بسته‌بندی اصلاح شده اتمسفری<sup>۹</sup> را نام برد. در بسته‌بندی فعال و فیلم‌های خوراکی اسیدهای آلی می‌توانند به تدریج از بسته‌بندی به روی سطح مواد غذایی منتشر شده و موجب حفظ کیفیت ماده غذایی گردند. جهت فعالیت ضد میکروبی اسیدهای آلی در بسته‌بندی مواد غذایی عموماً از اسیدهایی مانند سوربیک<sup>۱۰</sup>، بنزوئیک<sup>۱۱</sup>، پروپیونیک<sup>۱۲</sup> و آنهیدرات‌ها<sup>۱۳</sup> به کار رفته و همچنین در ممانعت از بی‌رنگ کردن محصولات گوشتی در بسته‌بندی اصلاح شده اتمسفری، اسید اسکوربیک<sup>۱۴</sup> و اسید سیتریک<sup>۱۵</sup> بسیار مؤثر می‌باشند.

تمایل به حداقل کردن فرآیند مواد غذایی، حفظ کیفیت آن و همچنین ممانعت از شیوع بیماری‌ها و فسادهای ناشی از مواد غذایی، باعث گردیده است که راه‌های جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و استفاده از مواد ضد میکروبی در بسته‌بندی محصولات غذایی توسعه زیادی پیدا کند. مواد ضد میکروبی فراوانی در بسته‌بندی‌های مواد غذایی استفاده می‌شوند که هر یک از این مواد، برحسب عواملی چون نوع ماده غذایی و میکروارگانیسم‌های<sup>۴</sup> موجود و سرعت رشد آن‌ها، فعالیت و گستردگی اثر ضد میکروبی، ترکیب شیمیایی ماده ضد میکروبی و عوامل دیگر انتخاب شده به کار می‌روند. از مؤثرترین این مواد، اسیدهای آلی هستند که توسط یکسری از مکانیسم‌های<sup>۵</sup> به هم مرتبط سبب بازدارندگی میکروبی می‌گردند. از جمله این مکانیسم‌های می‌توان ورود آسان اسیدهای آلی به درون سلول باکتری، کاهش pH اجزای سازنده غشاء سلولی، از بین بردن غشاء سلول باکتری، تراکم آنیون‌های<sup>۶</sup> سمی و جلوگیری از واکنش‌های سوخت‌وساز ضروری را نام برد.

## 7- Edible film

۸- منظور از بسته‌بندی فعال، بسته‌بندی‌هایی است که در طول زمان نگهداری محصول، فعال بوده و با توجه به وضعیت محصول، با ایجاد تغییرات و با وارد کردن یا حذف موادی از فضای بسته، موجب حفظ، بهبود کیفیت و یا افزایش عمر ماندگاری محصول (مثلاً فرآورده‌های گوشتی) می‌شوند.

## 9- Modified atmosphere packaging

### 10- Sorbic

### 11- Benzoic

### 12- Propionic

### 13- Anhydrates

### 14- Ascorbic acid

### 15- Citric

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

(\* نویسنده مسئول: Sajadghaderi1985@gmail.com)

۲- دانشیار دانشکده صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۳- دانشیار دانشکده صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

## 4- Microorganisms

## 5- Mechanism

## 6- Anion

## واژه‌های کلیدی

بسته‌بندی، اسیدهای آلی و ضد میکروبی.

### ۱- مقدمه

آلودگی میکروبی و به دنبال آن رشد میکروب‌ها، زمان ماندگاری ماده غذایی را کاهش داده و ریسک بیماری‌های ناشی از غذا را افزایش می‌دهند. فرآوری حرارتی، خشک کردن، منجمد کردن، سرد کردن، اشعه دادن، اضافه کردن مواد ضد میکروبی و نمک از روش‌های سنتی محافظت مواد غذایی محسوب می‌شوند. بسته‌بندی‌های ضد میکروبی شیوه جدید نگه‌داری مواد غذایی است که روشی نوید بخش در بسته‌بندی برخی از مواد غذایی خصوصاً گوشت و محصولات گوشتی بوده است.

امروزه تمایل به حداقل کردن فرآیند مواد غذایی، نگه‌داری طولانی مدت مواد غذایی و همچنین ممانعت از شیوع بیماری‌های ناشی از غذا، باعث گردیده است که راه‌های جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و استفاده از مواد ضد میکروبی مانند اسیدهای آلی در بسته‌بندی محصولات غذایی توسعه زیادی پیدا کند. البته از مواد ضد میکروبی برای مواد غذایی که حتی تحت تأثیر حرارت استریل<sup>۱</sup> می‌شوند و یا سامانه ایمنی خود کنترلی دارند، برای جلوگیری از فساد آن‌ها در اثر آلودگی‌های ثانویه در طی بسته‌بندی، توزیع و یا بعد از باز کردن بسته‌بندی استفاده می‌شود. بدین ترتیب مدت زمان فاز تأخیری رشد میکروارگانیسم‌ها افزایش می‌یابد و از رشد و تکثیر آن‌ها جلوگیری می‌شود. مواد ضد میکروبی باید حتی‌الامکان اثر گسترده‌ای روی میکروارگانیسم‌ها داشته باشند و در اندازه و مقدار معینی استفاده شوند که هم می‌توانند به عمق ماده غذایی برسند و اثر کنند و هم اینکه اثرات منفی روی مصرف‌کننده نداشته باشند.

مواد ضد میکروبی فراوانی در بسته‌بندی‌های مواد غذایی استفاده می‌شوند که هر یک از این مواد، ویژگی‌ها و مکانیسم

اثر خاص خود را دارند. این مواد برحسب عواملی چون نوع ماده غذایی، نوع میکروارگانیسم‌های موجود و سرعت رشد آن‌ها، فعالیت و گستردگی اثر ضد میکروبی، ترکیب شیمیایی ماده ضد میکروبی و عوامل دیگر انتخاب شده به کار می‌روند. البته باید توجه داشت که بهتر است در صورت امکان برای مبارزه با میکروارگانیسم‌ها، شرایط رشد آن‌ها را در ماده غذایی محدود کرد و یا حداقل از مواد ضد میکروبی طبیعی استفاده نماییم. استفاده از مواد ضد میکروبی در بسته‌بندی محصولات گوشتی، بسیار مهم و مؤثرتر از روش اسپری کردن این مواد روی سطح گوشت و یا غوطه‌ور کردن گوشت در این مواد می‌باشد. چون مواد ضد میکروبی به تدریج در بسته‌بندی آزاد شده و به قسمت‌های مختلف گوشت از جمله عمق آن رفته و اثر خودش را می‌گذارد ولی در روش‌های قبل عمدتاً فقط سطح گوشت ضد عفونی می‌شود. [۱، ۲]

### ۲- اسیدهای آلی در نقش نگه‌دارنده

در سال‌های اخیر به طور مکرر نشان داده شده است که روش‌های حاضر تولید مواد غذایی، در مجموع برای رفع آلودگی مواد غذایی، مناسب و کافی نیستند. علاوه بر این، پیچیدگی فرایندهای تولید، انبارداری و حمل‌ونقل مواد غذایی فرصت کافی را برای آلودگی مواد غذایی به همراه بقا و رشد میکروارگانیسم‌های پاتوژن<sup>۲</sup> فراهم می‌آورد. به دلیل اینکه تعداد زیادی از پاتوژن‌ها، قسمتی از فلور<sup>۳</sup> طبیعی محیط هستند و سلامتی عمومی انسان‌های سراسر جهان را با جدیدترین بیماری‌های مسمومیت غذایی روبرو می‌سازند، نمی‌توان تولید محصولات غذایی را بدون آلودگی از مواد غذایی پیش‌بینی کرد. لذا ناچار به استفاده از فرایندهای نگه‌داری و افزودنی‌های مواد غذایی به خصوص اسیدهای آلی باید بود. اسیدهای آلی، تاریخی طولانی در استفاده به عنوان افزودنی و

2- Pathogen

3- Fluor

1- Sterill

نگه‌دارنده در ممانعت از فساد و افزایش ماندگاری ترکیبات مواد غذایی دارند. اسیدهای آلی که با اهداف گوناگون و به عنوان یک افزودنی در لیست<sup>۱</sup> FDA قرار دارند، قبل و بعد از تولید و فرایند مواد غذایی استفاده می‌شوند. اسیدهای آلی به عنوان اسیدی‌کننده، آنتی‌اکسیدان<sup>۲</sup>، عامل طعم‌دهنده، تنظیم‌کننده<sup>۳</sup> pH و حتی ماده‌ی مغذی کاربرد دارند. این اسیدها همچنین فعالیت ضدباکتریایی داشته و در لیست غذاهای بی‌ضرر<sup>۴</sup> قرار دارند. اغلب اسیدهای آلی شامل اسیدهای چرب، اسیدهای چرب فرار، اسیدهای ضعیف یا کربوکسیلیک<sup>۵</sup> اسیدها می‌باشند. [۳]

اسیدهای آلی توسط یکسری از مکانیسم‌های به هم مرتبط، سبب بازداری میکروبی می‌گردند. از مهم‌ترین مکانیسم‌های رایج برای انجام این اهداف، می‌توان ورود پیوسته اسیدهای آلی به درون سلول باکتری، اسیدی کردن اجزای سازنده غشاء سلولی، از بین بردن غشاء سلول باکتری، کاهش فعالیت آبی، تراکم آنیون‌های<sup>۶</sup> سمی و جلوگیری از واکنش‌های سوخت و ساز ضروری را نام برد. اسیدها می‌توانند در داخل سلول روی هم انباشته شده و در این حالت میزان pH داخل سلول را کاهش دهند که این کاهش pH سپس پروتئین‌های سلولی را تخریب کرده و سبب نابودی پاتوژن‌ها می‌شود. از عوامل تأثیرگذار بر فعالیت اسیدهای آلی می‌توان تعداد اسیدهای آلی تفکیک نشده‌ای که وارد سلول باکتری می‌شوند، ثابت اسیدی، فعالیت آبی، pH و دما را نام برد.

### ۳- اسیدهای آلی در بسته‌بندی ضد میکروبی

تثبیت مواد ضد میکروبی در ساختار محلول‌ها از مزیت‌های فناوری نگاه‌داری غذا است. مشاهده شده است که فیلم‌ها و پوشش‌های ضد میکروبی نسبت به اضافه کردن عوامل ضد میکروبی مستقیم به مواد غذایی، تأثیرگذارتر هستند، زیرا این عوامل می‌توانند به تدریج از بسته‌بندی به روی سطح مواد غذایی منتشر شوند و حفاظت متمرکزی در مواقع نیاز فراهم کنند. [۱]

#### ۳-۱- فیلم‌های ضد میکروبی

آلودگی میکروبی سطوح مواد غذایی یکی از عوامل اصلی فساد غذایی است. [۲] بنابراین، ترکیب اسیدهای آلی یا دیگر نگاه‌دارنده‌ها به صورت فیلم، یک روش مؤثر اقتصادی است که در ساخت بسته‌بندی ضد میکروبی به کار می‌رود. برای مثال، اسید سوربیک و اسید بنزوئیک در فیلم‌های متیل سلولز<sup>۷</sup>، هیدروکسیل پروپیل<sup>۸</sup> سلولز یا چیتوسان<sup>۹</sup> مورد استفاده قرار می‌گیرند. [۳] با این حال، تعامل بین اسید آلی و ماده تشکیل‌دهنده فیلم می‌تواند بر روی ریخته‌گری فیلم و نیز بر روی ترشح اسیدها تأثیرگذار باشد. [۴] مشاهده شده است که ضخامت و چگالی<sup>۱۰</sup> فیلم همبستگی مناسبی با حجم مولکولی آنیون و اندروالسی<sup>۱۱</sup> برقرار می‌کند. هنگامی که محلول‌ها خشک می‌شوند، غلظت پلی‌مر<sup>۱۲</sup> افزایش می‌یابد و قالب تشکیل می‌شود و به دنبال آن قالب‌بندی فیلم شکل می‌گیرد. در همین حال، قدرت یونی افزایش می‌یابد که باعث ارتباط قوی‌تری بین پلی‌الکترولیت<sup>۱۳</sup> و یون‌های مخالف می‌گردد. به

1- U.S.Food and Drug Administration

2- Anty oxidant

۳- یک کمیت لگاریتمی که میزان اسیدی یا بازی بودن مواد را مشخص می‌کند.

4- Gras

5- Dicarboxylic

6- Anion

7- Methyl Cellulose  
8- Hydroxyl propyle  
9- Chitosan  
10- Density  
11- Wanderwalles  
12- Polymer  
13- Polyelectrolyte

علاوه، ساختار یون مخالف می‌تواند بر روی تعاملات

بین سلولی و درون سلولی تأثیرگذار باشد. [۳]

اسید لاکتیک<sup>۱</sup> یک مونوکربوکسیلیک اسید<sup>۲</sup> است و نمی‌تواند در نقش یک عامل شبکه‌ساز عمل کند. هنگام بررسی افزایش طول فیلم‌ها با توجه به حجم آنیون، به دو گروه، گروهی با حجم کوچک (مانند: اسید هیدروکلراید<sup>۳</sup>، اسیدهای فرمیک<sup>۴</sup> و استیک<sup>۵</sup>) و گروهی با حجم بزرگ‌تر (اسیدهای لاکتیک<sup>۶</sup> و سیتریک<sup>۷</sup>) مربوط می‌شوند. در طول فرآیند خشک‌سازی، اسید سیتریک و اسید لاکتیک، قالب‌بندی ژل را در غلظت‌های پایین‌تر پلی‌ساکارید<sup>۸</sup> تقویت می‌کنند که باعث ایجاد فیلم‌های ضخیم‌تر می‌شود که عملاً ضعیف‌تر هستند، اما فیلم‌های محتوی اسید کلریدریک<sup>۹</sup> و اسید فرمیک، قوی‌تر، شکننده و دارای قدرت مشابهی هستند. اسید سیتریک توانایی تشکیل پیوند چندگانه را دارد، هر چند این کار باعث بهبود قدرت نمی‌شود. هنگامی که از عوامل ضد میکروبی با حجم مولکولی بزرگ‌تر از اسید استیک استفاده می‌شود، فیلم‌های نرم تولید می‌شوند که تنها برای استفاده در فیلم‌های چند لایه‌ای یا به عنوان پوشش استفاده می‌شود. فیلم‌های محتوی کلراید یا فرومات<sup>۱۰</sup> می‌توانند در نقش حامی فیلم‌های محتوی عوامل ضد میکروبی یا در نقش بسته‌بندی زیست تجزیه‌پذیر به کار روند. یک نمونه از فیلم ضد میکروبی، PEMA<sup>۱۱</sup> است که بر اساس تعامل اسید سوربیک و اسید بنزوئیک ساخته شده است. [۳]

### ۳-۲- اسیدهای آلی در بسته‌بندی فعال

"بسته‌بندی فعال" به معنی بسته‌بندی است که زمان ماندگاری را افزایش می‌دهد و در همان حالی که کیفیت مواد غذایی را حفظ می‌کند، ویژگی‌های سلامتی یا طعم را نیز بهبود می‌بخشد. بسته‌بندی ضد میکروبی شکل رایج بسته‌بندی فعال مواد غذایی به خصوص در تولیدات گوشتی است. بسته‌بندی فعال یک فناوری چالش برانگیز است که مخصوصاً برای تأثیر بر افزایش زمان ماندگاری تولیدات مختلف گوشتی طراحی شده است. انتظار می‌رود که یک ماده ضد میکروبی در طول یک دوره طولانی، حتی با ورود به فازهای حمل و نقل، ذخیره‌سازی و توزیع مواد غذایی، از بسته منتشر شود. ترکیبات ضد میکروبی که در فیلم‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند (پلی‌مرها و خوراکی‌ها) شامل اسیدهای آلی، نمک‌های اسید آلی، آنزیم‌ها، باکتریوسین<sup>۱۲</sup> و دیگر ترکیبات از قبیل تریکلوسان<sup>۱۳</sup>، زئولیت‌های<sup>۱۴</sup> نقره و مواد ضد قارچ می‌باشند. [۵] نمونه‌های سامانه‌های مواد غذایی یا بسته‌بندی فعال به طور منفرد تولیدات گوشتی آماده مصرف را یا تولیدات اغذیه‌فروشی‌ها را بسته‌بندی می‌کنند. در این بسته‌بندی‌ها عوامل ضد میکروبی می‌توانند در همان شروع کار، در بسته‌بندی ترکیب شوند و از طریق نفوذ یا جداسازی، وارد مواد غذایی شوند. روش‌های متعددی وجود دارد تا ترکیبات ضد میکروبی را درون فیلم‌ها وارد کنیم که عبارتند از: [۵]

۱. ماده ضد میکروبی به وسیله اضافه کردن آن به اکسترودر<sup>۱۵</sup> هنگامی که فیلم تولید می‌شود، به فیلم اضافه می‌گردد. معایب این روش اینست که از نظر اقتصادی با صرفه نیست و سطح فیلم در این فعالیت وارد نمی‌شود.

12- Bactiocin

13- Triclosan

14- Zeolite

15- Extruded

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون

**بسته‌بندی**

1- Actic acid

2- Acid Monocarboxylic

3- Hydrochloride

4- Formic

5- Acetic

6- Lactic

7- Citric

8- Polysaccharide

9- Chlorodric acid

10- Fromat

11- Polyethylene-co-methacrylic acid

۲. ماده ضد میکروبی اضافه شده می‌تواند با روشی کنترل شده به کار رود به طوری که ماده از دست نرود، مانند ترکیب شدن با لایه تماس ماده غذایی یک ماده بسته‌بندی شده چند لایه.

اسیدهای آلی، ترکیبات بسیار مؤثری برای اعمال تأثیرات میکروبی در بسته‌بندی‌ها می‌باشند. این اسیدها همچنین می‌توانند از طریق روش بیان شده در بالا تأثیرات خود را اعمال کنند.

### ۳-۳- اسیدهای آلی در فیلم‌های خوراکی

فیلم‌ها و پوشش‌ها در نگهداری خصوصیات مورد نظر ماده غذایی مثل رنگ، طعم، خوشمزه‌گی، قدرت اسیدی، شیرینی و شوری مورد استفاده قرار می‌گیرند و تنها به مقدار بسیار کمی افزودنی‌ها نیاز می‌شوند. به علاوه، پوشش‌های خوراکی باعث استفاده از مواد ضد میکروبی و نیز ضد اکسیدان‌ها<sup>۱</sup> می‌شوند، در حالی که این ترکیبات در سطح محصول (که به محافظت احتیاج دارد)، جمع می‌شوند. فیلم‌های خوراکی محتوی پکتینات<sup>۲</sup>، پکتیک<sup>۳</sup> یا زئین و اسید سیتریک هستند که نشان داده شده است در پیشگیری از ترشیدگی مفید بوده و برای مثال بافت ظاهری آجیل را حفظ می‌کنند.[۶]

پوشش‌ها و فیلم‌های ضد میکروبی خوراکی همچنین به طور مؤثری در کنترل ضد عفونی کردن مواد غذایی به کار می‌روند.[۷] رایج‌ترین اسیدهای آلی مورد استفاده در پوشش‌های خوراکی شامل اسیدهای سوربیک، پروپیونیک، سوربات پتاسیم، اسید بنزوئیک، سدیم بنزوات و اسید سیتریک می‌باشند.[۱] دیگر مواد مورد استفاده شامل این موارد می‌شوند: باکتریوسین‌ها (نیسین<sup>۴</sup> و پدیوسین<sup>۵</sup>)، آنزیم‌ها (پروکسیداز<sup>۶</sup> و لیزوزیم<sup>۷</sup>) و

پلی‌ساکاریدهایی که خصوصیات ذاتی ضد میکروبی دارند (کیتوزان). [۷]

جهت فعالیت ضد میکروبی در فیلم‌های خوراکی اسیدهای آلی مانند سوربیک، بنزوئیک، پروپیونیک و آنهیدرات‌ها پیشنهاد شده‌اند. اسیدهای آلی نیز به عنوان یک فیلم خوراکی همراه با روغن‌های ضروری، درون یک ماتریکس<sup>۸</sup> چیتوسان به کار می‌روند.[۹] آن‌ها از همین ناحیه به سرعت، اما آهسته‌تر از میزان انتشار اسیدها منتشر می‌شوند (با گرادیان بالای غلظت یونی درون یک ماتریکس پلی‌مر و محیط). مؤثرترین بازدارندگی در سطوحی با فعالیت آبی پایین شناخته شده است که درون آن اسید به آهستگی منتشر می‌شود.[۵] ترکیب اسید اسکوربیک با گوشت قطعه شده گاو و ترکیب ادویه‌جات به فیلم پوششی، نشان داده است که اکسیداسیون<sup>۹</sup>، لیپید<sup>۱۰</sup> را با ثبات‌تر می‌کند و در طول ذخیره‌سازی پس از پرتودهی موجب تولید رادیکال‌های SH<sup>۱۱</sup> می‌شود.[۹]

فیلم‌های خوراکی می‌توانند نفوذپذیری بسیار کمی نسبت به اکسیژن داشته باشند و بر روی سطح غذا شرایط غیرهوازی به وجود آورند که در مقابل، می‌تواند منجر به خطر آلودگی به وسیله پاتوژن‌های غیرهوازی مثل کلاستریدیوم بوتولینوم<sup>۱۲</sup> شود. گنجایش یک ماده ضد میکروبی مثل اسید سوربیک اساساً توصیه می‌شود تا این پاتوژن را کنترل کند. همچنین شناخت توانایی فیلم‌ها در اصلاح انتقال گاز به منظور تنظیم فیلم‌ها برای کاربردهای ویژه مهم است. برای مثال، پوشش‌ها یا فیلم‌های به کار گرفته شده بر روی میوه‌ها یا سبزیجات تازه‌ای که با یک متابولیسیم<sup>۱۳</sup> فعال مشخص می‌شوند، حتی

7- Lysosome

8- Matrix

9- Oxidation

10- Lipid oxidation

11- Radical

12- Clostridium botulinum

13- Metabolical

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون

**بسته‌بندی**

1- Antioxidant

2- Pectinat

3- Pectic

4- Nisin

5- Pediocin

6- Peroxidase

در طول ذخیره‌سازی در فریزر<sup>۱</sup>، باید تغییرات دقیقی در محیط‌گازی درون بسته‌بندی ایجاد کنند. این عمل می‌تواند موجب نفوذ اکسیژن درون بسته‌بندی شود و دی‌اکسیدکربن<sup>۲</sup> غیرضروری از درون آن خارج شود. [۶]

### ۳-۴- بسته‌بندی اصلاح شده اتمسفری

اخیراً صنعت گوشت به سمت تولید گوشت‌های قطعه شده آماده بسته‌بندی در یک اتمسفر اصلاح شده حرکت می‌کند. بنابراین، رنگ‌زدایی استخوان افزایش یافته است، به ویژه آن قطعاتی که در بسته‌بندی اصلاح شده اتمسفری اکسیژن بالا بسته‌بندی شده‌اند. هموگلوبین<sup>۳</sup> مسئول رنگ مغز استخوان در گوشت گاو است و مشاهده شده است که مهره‌های ستون فقراتی که بدون مواد نگه‌دارنده هستند، طی شش ساعت پس از بسته‌بندی به طور قابل توجهی بی‌رنگ می‌شوند. با این حال، از این رنگ‌زدایی سریعاً به وسیله اسیدهای آلی مثل اسید اسکوربیک جلوگیری می‌شود. غلظت اسید اسکوربیک اهمیتی ندارد. در مقایسه، افزودن اسید سیتریک با غلظت بین ۳-۱۰ درصد سریعاً باعث بهبود رنگ می‌شود در حالی که غلظت ۱۰ درصد اسید سیتریک دارای تأثیر رنگ‌زدایی قابل توجهی است. با این حال، اسید اسکوربیک می‌تواند تأثیرات اکسیداسیون ۱۰ درصد اسید سیتریک را برگشت دهد، اما تیمار مهره‌های ستون فقرات به وسیله ترکیبات اسید اسکوربیک و ۱۰ درصد اسید سیتریک توصیه نمی‌شود. [۱۰]

### ۴- روش‌های استفاده از مواد ضد میکروبی در بسته‌بندی مواد غذایی

- مواد ضد میکروبی در کیسه یا لفاف قرار گرفته و در بسته‌بندی غذا قرار داده می‌شوند مانند کیسه انول؛

- 1- Freezer
- 2- Carbon dioxide
- 3- Hemoglobin
- 4- Enol

- قرار دادن مواد ضد میکروبی و پوشش آن‌ها بر سطح پلی‌مر پوشش بسته‌بندی مانند استفاده از مواد ضدقارچ در موم که به صورت یک لایه اطراف میوه و سبزی در بسته‌بندی قرار می‌گیرد و یا پوشش مومی کاغذی حاوی اسید سوربیک که برای بسته‌بندی سوسیس<sup>۵</sup> و پنیر و غیره به کار می‌رود و یا متیل سلولز<sup>۶</sup> حاوی نایسین<sup>۷</sup> که به صورت پوشش روی فیلم پلی‌اتیلن قرار می‌گیرد؛

- ثابت شدن مواد ضد میکروبی در پلی‌مر به وسیله پیوند یونی و یا کووالانسی<sup>۸</sup>؛ برای ایجاد این پیوند باید گروه‌ها و یا شاخه‌های مؤثر وجود داشته باشند و یا از مولکول‌هایی به نام اسپاسر<sup>۹</sup> که به سطح پلی‌مر متصل می‌شوند، کمک گرفت تا این اتصال برقرار شود. پلی‌اتیلن گلیکول<sup>۱۰</sup> و دکستران<sup>۱۱</sup> جزء اسپاسرهایی<sup>۱۲</sup> هستند که می‌توانند در مواد غذایی به کار روند. مواد ضد میکروبی که در این روش استفاده می‌شوند، اغلب اسیدهای آلی، آنزیم‌ها<sup>۱۳</sup> و پپتیدها<sup>۱۴</sup> هستند که معمولاً آنزیم‌ها (مانند لاکتوفرین<sup>۱۵</sup>) با پیوند کووالانسی ثابت می‌شوند و لیزوزیم و کیتیناز<sup>۱۶</sup> هم که روی باکتری‌های گرم مثبت، مؤثرند به وسیله پیوند کووالانسی در پوشش بسته‌بندی قرار می‌گیرند. البته باید توجه داشت که در اثر ثابت شدن مواد ضد میکروبی در پوشش بسته‌بندی مواد غذایی، مقدار فعالیت ضد میکروبی این مواد کاهش می‌یابد؛

- 5- Sausage
- 6- Methyl Cellulose
- 7- Nisin
- 8- Covalent
- 9- Spacer
- 10- Polyethylene glycol
- 11- Dkstrns
- 12- Aspar
- 13- Enzyme
- 14- Peptid
- 15- Lactofrin
- 16- Chitinase

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون  
**بسته‌بندی**

- استفاده از مواد ضد میکروبی مانند ترکیبات نقره و یا آنزیم‌های ضد میکروبی مثل لاکتوپروکسیداز<sup>۱</sup> در ترکیب مستقیم با پلی‌مر و استفاده از پلی‌مرهایی که به طور طبیعی خاصیت ضد میکروبی دارند مانند پلی‌مر کاتیونی<sup>۲</sup> کیتوزان<sup>۳</sup> که برای محافظت میوه و سبزی از آلودگی قارچی استفاده می‌شود و در عین حال به صورت مانعی بین میکروارگانیسم‌ها و ماده غذایی عمل می‌کند. این ماده می‌تواند برخی از اسیدهای آلی را با خود حمل کند. [۸، ۱۰]

## ۵- نتیجه گیری

مواد ضد میکروبی فراوانی در بسته‌بندی‌های مواد غذایی استفاده می‌شوند که هر یک از این مواد ویژگی‌ها و مکانیسم اثر خاص خود را دارند. این مواد برحسب عواملی چون نوع ماده غذایی، نوع میکروارگانیسم‌های موجود و سرعت رشد آن‌ها، فعالیت و گستردگی اثر ضد میکروبی، ترکیب شیمیایی ماده ضد میکروبی و عوامل دیگر انتخاب شده به کار می‌روند. هدف از استفاده از مواد ضد میکروبی مانند اسیدهای آلی عمدتاً از بین بردن میکروارگانیسم‌های پاتوژن و مولد فساد می‌باشد. به هر حال مواد ضد میکروبی باید در مقدار دزی به کار روند که بتوانند روی تمام میکروارگانیسم‌های موجود اثر بگذارند و در عین حال برای مصرف توسط انسان ایمن باشد. از طرف دیگر باید بتوانند در داخل پوشش بسته‌بندی و یا در کنار مواد غذایی پایدار مانده و با سرعت مناسبی در محیط بسته‌بندی مواد غذایی آزاد و منتشر شوند. اسیدهای آلی به عنوان اسیدی‌کننده، آنتی‌اکسیدان، عامل طعم‌دهنده، تنظیم‌کننده pH، ماده‌ی مغذی و دارای خواص ضد میکروبی ترکیباتی مفید در این راستا می‌باشند. از عوامل تأثیرگذار بر فعالیت اسیدهای آلی می‌توان تعداد اسیدهای آلی تفکیک شده‌ای که وارد سلول باکتری می‌شوند، ثابت

اسیدی، فعالیت آبی، pH و دما را نام برد. ترکیب اسیدهای آلی یا دیگر نگه‌دارنده‌ها به صورت فیلم، یک روش مؤثر اقتصادی است که در ساخت بسته‌بندی ضد میکروبی به کار می‌رود. برای مثال، اسید سوربیک و اسید بنزوئیک در فیلم‌های متیل سلولوز، هیدروکسیل پروپیل سلولوز<sup>۴</sup> یا چیتوسان مورد استفاده قرار می‌گیرند. تحقیقات انجام گرفته در این پژوهش نشان داد که پرکاربردترین اسیدهای آلی مفید مورد استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی شامل اسید سیتریک، اسید سوربیک، اسید بنزوئیک، اسید پروپیونیک، سوربات پتاسیم و بنزوات سدیم می‌باشند. این اسیدها می‌توانند به طور کاربردی در فیلم‌های خوراکی، بسته‌بندی‌های فعال، بسته‌بندی‌های اصلاح شده اتمسفری و بسته‌بندی‌های ضد میکروبی به کار برده شده و ماندگاری و کیفیت فرآورده‌های غذایی بسته‌بندی شده را افزایش دهند. با توجه به مزایای بیان شده برای بسته‌بندی‌هایی با خواص ضد میکروبی امید است انجام پژوهش‌های بیشتر در این زمینه در کشور افزایش یابد.

## ۶- منابع

1. Durango, A.M., Soares, N.F.F., and Andrade, N.J. "Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots". Food Control 17:336-341, 2006.
2. Weng, Y.M., Chen, M.J., and Chen, W. "Antimicrobial food packaging materials from poly (ethylene-co-methacrylic acid)". Lebensmittel -wissenschaft und technologie 32:191-195, 1999.
3. Begin, A. and Van Calsteren, M.R. "Antimicrobial films produced from chitosan". International journal

4- Hydroxy propyl cellulose

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون  
**بسته‌بندی**

1- Lactoperoxidase

2- Cation

3- Chitosan



biological macromolecules. 26:63–67, 1999.

4. Chen, Q-C. and Wang, J. "Simultaneous determination of artificial sweeteners, preservatives, caffeine, theobromine and theophylline in food and pharmaceutical preparations by ion chromatography". *Journal of Chromatography A* 937:57–64, 2001.

5. Quintavalla, S. and Vicini, L. "Antimicrobial food packaging in meat industry". *Meat Science* 62:373–380, 2002.

6. Guilbert, S., Gontard, N., and Gorris, L.G.M. "Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings". *Lebensmittel-wissenschaft und-technologie* 29:10–17, 1996.

7. Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.A., and Volley, A. "Edible films and coatings: Tomorrow packaging: A review". *Critical reviews in food science* 38:299–313, 1998.

8. Sebti, I. and Coma, V. "Active edible polysaccharide coating and interactions between solution coating compounds". *Carbohydrate Polymers* 49:139–144, 2002.

9. Ouattara, B., Giroux, M., Yefsah, R., "Microbiological and biochemical characteristics of ground beef as affected by gamma irradiation, food additives and edible coating film". *Radiation Physics and Chemistry* 63:299–304, et al. 2002.

10. Mancini, R.A., Hunt, M.C., Seyfert, M., "Effects of ascorbic and citric acid on beef lumbar vertebrae marrow colour". *Meat science* 76:568–573, et al. 2007.

### آدرس نویسنده

گرگان- شهرک بهزیستی- بین دانشگاه ۳ و ۵-  
ساختمان سدره- واحد ۳.