کاربردهای نوین بسته‌بندی‌های خوراکی برای میوه‌ها و سبزی‌های تازه و قابلیت‌های آنها به عنوان حامل مواد فعال

غلامرضا مصباحی [1×]

تاریخ دریافت مقاله: مرداد ماه ۱۳۹۶
تاریخ پذیرش مقاله:شهریور ماه ۱۳۹۶

چکیده

میوه‌ها و سبزی‌های تازه، قسمت اصلی یک رژیم غذایی سالم را تشکیل می‌دهند. نگهداری میوه‌ها و سبزی‌های تازه با کیفیت بالا برای مدّت طولانی کار پیچیده‌ای است. در سال‌های اخیر، گروه‌های پژوهشی، بسته‌بندی خوراکی را به عنوان جایگزین مناسبی برای روش‌های بسته‌بندی سنتی مورد تأیید قرار داده‌اند. در این مقاله مروری، فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی و کاربردهای جدید آنها به عنوان بسته‌بندی‌های خوراکی برای میوه‌ها و سبزی‌های تازه بررسی می‌شود. همچنین، این مقاله، قابلیت فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی را به عنوان حامل مواد فعال، مورد بحث قرار می‌دهد. اضافه نمودن برخی از مواد افزودنی یا ترکیبات فعال مانند: مواد ضدمیکروبی، بهبوددهنده‌های بافت، مواد ضدقهوه‌ای شدن، مواد رنگ دهنده، بهبوددهنده‌های عطر و طعم، مواد ضد اکسیدان و مواد مغذّی به فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی می‌تواند موجب ثبات در برابر میکروب‌ها ، حفظ کیفیت حسی و ارزش تغذیه‌ای میوه‌ها و سبزی‌های پوشش داده شده گردد.

واژه‌های کلیدی

بسته‌بندی خوراکی، حامل، مواد ضدمیکروبی، ضداکسیدان‌ها، ارزش تغذیه‌ای

۱- مقدمه

مصرف میوه‌ها و سبزی‌ها به منظور حفظ جنبه‌های مختلف سلامتی و مبارزه با بیماری‌ها در سال‌های اخیر افزایش زیادی داشته است. سازمان بهداشت جهانی[2] (WHO) گزارش داده است که دلیل حدود ۲/۸ درصد از مرگ و میر انسان‌ها در جهان، به ناکافی بودن مصرف میوه‌ها و سبزی‌ها مربوط می‌شود. همچنین، در گزارش مشترک از طرف این سازمان و سازمان غذا و کشاورزی[3] (FAO) آمده است که برای جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی، سرطان، دیابت و چاقی،

۱- عضو هیأت علمی (استادیار، کارشناس ارشد) بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
(× نویسنده مسئول: mesbahi@shirazu.ac.ir)

2- World Health Organization (WHO)
3- Food and Agriculture Organization (FAO)

حداقل مصرف ۴۰۰ گرم در روز از انواع میوه‌ها و سبزی‌های مختلف (به استثنای سیب زمینی و محصولات نشاسته‌ای مشابه) توصیه می‌شود[۱] .

پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها به دلیل ادامه برخی از فعالیت‌های بیولوژیک مانند تنفس، ویژگی‌های کیفی محصول در معرض تغییرات هستند، لذا نگهداری طولانی مدّت میوه‌ها و سبزی‌های تازه با کیفیت مناسب، کار پیچیده و دشواری است. در دهه‌های اخیر، استفاده از بسته‌بندی‌های خوراکی[۱] به عنوان روشی نوین در حفظ و نگهداری و افزایش ماندگاری غذاها، میوه‌ها، سبزی‌ها و کاهش پسماندها مطرح شده است. لایه‌های نازک (فیلم‌ها) و پوشش‌های خوراکی[۲]، که ضمن حفاظت از غذا به همراه غذا قابل خوردن می‌باشند، به عنوان بسته‌بندی‌های خوراکی شناخته می‌شوند. از امتیازات ویژه بسته‌بندی‌های خوراکی آن است که موجب آلودگی محیط زیست نشده و به اصطلاح زیست تخریب‌پذیر[۳] هستند. انواع مختلفی از پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها، لیپیدها، رزین‌ها و یا مخلوطی از آنها برای این منظور مورد بررسی و استفاده قرار گرفته‌اند و گاهی مواد نرم‌کننده[۴] نیز برای افزایش انعطاف‌پذیری به آنها افزوده می‌شود. همچنین ممکن است که افزودنی‌های دیگری نیز با پوشش‌ها و فیلم‌های مذکور، همراه شوند، به عبارت دیگر، این امکان وجود دارد که بسته‌بندی خوراکی نقش حامل[۵] افزودنی‌ها به سطح غذا را ایفا نماید. این افزودنی‌ها می‌توانند گذشته از بهبود خصوصیات فیزیکی فیلم‌ها و پوشش‌ها (مثلاً بهبود مقاومت در برابر عبور اکسیژن یا رطوبت) دارای فعالیت‌های عملکردی[۶] بوده و به عنوان ترکیبات فعال[۷] عمل کنند. برای مثال، دارای خواص ضدمیکروبی، بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای، رنگ ، عطر و طعم باشند. در تولید فیلم‌ها و پوشش‌های پروتئینی از زئین ذرّت، گلوتن گندم، پروتئین سویا، کلاژن[۸]، ژلاتین، کازئین و پروتئین‌های آب پنیر[۹] می‌توان استفاده نمود. فیلم‌ها و پوشش‌های پلی‌ساکاریدی نیز می‌توانند از جنس سلولز و مشتقات آن (مانند کربوکسی متیل سلولز)، نشاسته و مشتقات آن، عصاره برخی از جلبک‌های دریایی (مانند آلژینات)، پکتین، صمغ‌ها و کیتوزان[۱۰] باشند[۱] . از گروه لیپیدها و رزین‌ها نیز می‌توان به واکس کارنوبا[۱۱]، واکس کندلیلا[۱۲]، واکس یا موم زنبور عسل، تری‌گلیسیریدها (مثلاً چربی شیر)، اسیدهای چرب و الکل‌های چرب[۱۳] اشاره کرد[۲] .

گرچه واژه‌های فیلم‌ها (لایه‌های نازک) و پوشش‌های[۱۴] خوراکی معمولاً به جای هم استفاده می‌شوند و منظور، پوشش‌هایی هستند که به صورت لایه‌ای نازک سطح مواد غذایی را می‌پوشانند، اما اگر بخواهیم تعریف‌های جداگانه‌ای برای آنها داشته باشیم، می‌توان گفت که فیلم‌های خوراکی معمولاً ساختارهای مستقل و جدا از غذا هستند که بر روی غذا قرار می‌گیرند و یا به صورت پاکت یا کیسه‌ای غذا را در برگرفته و دربندی می‌شوند، در حالی که پوشش‌های خوراکی، معمولاً به صورت محلول‌هایی تهیه می‌شوند و سپس مستقیماً به صورت لایه‌ای با عملیات پاشیدن، غوطه‌وری و یا برس زدن روی سطح غذا قرار می‌گیرند[۱] .

از اهداف این مقاله که با مرور تحقیقات سال‌های اخیر در کشورهای مختلف تهیه شده، موارد ذیل است:

1- Edible Packaging
2- Edible Films and Coatings
3- Biodegradable
4- Plasticizer
5- Carrier
6- Functionality
7- Active Agents
8- Antimicrobial Agents
9- Whey
10- Chitosan
11- Carnauba Wax
12- Candelilla Wax
13- Fatty Alcohols
14- Coatings

۱- بررسی تأثیر بسته‌بندی‌های خوراکی جدید بر افزایش عمر ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌های تازه.
۲- بیان نقش آنها در انتقال برخی از مواد فعال و ترکیبات عملکردی به سطح میوه‌ها و سبزی‌ها و بررسی وظایف این مواد افزودنی.
۳- بیان نمونه‌هایی از کاربردهای این فنّاوری برای میوه‌ها و سبزی‌های خاص.

۲- نقش بسته‌بندی‌های خوراکی به عنوان حامل ترکیبات فعال به میوه‌ها و سبزی‌های تازه

بسته‌بندی‌های خوراکی، گذشته از نقش حفاظتی که خودشان بر محصول دارند، ممکن است که نقش حامل برخی مواد فعال و یا دارای ویژگی‌های عملکردی را نیز داشته باشند. مواد فعال مذکور معمولاً به دو صورت استفاده می‌شوند در حالت اول یا به عنوان مواد افزودنی در فرمولاسیون اولیه پوشش‌ها و فیلم‌ها بکار می‌روند قبل از آنکه پوشش‌ها و فیلم‌ها روی سطح غذا قرار گیرند و در حالت دوم، ابتدا پوشش‌ها و فیلم‌ها روی غذا قرار می‌گیرند و سپس مواد فعال به آنها افزوده می‌شوند. این مواد افزودنی، برحسب نیاز محصول، ممکن است نقش‌های مختلفی را بر عهده داشته باشند از جمله: به عنوان مواد ضدمیکروبی، بهبوددهنده بافت[1]، مواد ضدقهوه‌ای شدن[2]، مواد ضد اکسیداسیون، مواد دارای ارزش تغذیه‌ای یا مواد زیست فعال مؤثر در سلامتی انسان[3] و مواد بهبوددهنده عطر و طعم[4] [۱].

در اینجا به برخی از این مواد افزودنی که همراه با فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در بسته‌بندی میوه و سبزی‌های تازه قابل استفاده هستند و نقش آنها اشاره می‌شود.

۲-۱- افزودنی‌های ضدمیکروبی

فعالیت میکروبی در میوه‌ها و سبزی‌های تازه هم از جنبه ماندگاری و کیفیت محصول و هم از نظر تأثیر بر سلامتی مصرف‌کنندگان اهمیت دارد. اهمیت این مسئله وقتی بیشتر می‌شود که به این نکته توجّه شود که بخش زیادی از میوه‌ها و سبزی‌های تازه معمولاً با حداقل فرآیند، آماده مصرف می‌شوند و اغلب بدون پشت سر گذاشتن عملیات پختن که می‌تواند از بین برنده میکروارگانیسم‌ها باشد، به مرحله مصرف می رسند. میوه‌ها به دلیل pH پایین، بیشتر در معرض فعالیت قارچ‌ها بوده و سبزی‌ها به دلیل pH بالاتر، اغلب در معرض فعالیت باکتری‌ها هستند. از جمله مواد ضد میکروبی که در ساختار فیلم‌هایی که به عنوان بسته‌بندی خوراکی بکار می‌روند، استفاده می‌شوند می‌توان به اسیدهای آلی طبیعی، سنتزی و نمک‌های آنها برای مثال پتاسیم سوربات[5]، سدیم بنزوات[6]، سوربیک اسید[7]، بنزوئیک اسید[8] و پروپیونیک اسید[9] اشاره کرد[۱] .

از دیگر مواد ضدمیکروبی، اسانس‌های روغنی[10] هستند که از گیاهان استخراج می‌شوند و در آنها ترکیبات مختلف دارای تأثیر نگهدارنده و ضدمیکروبی از جمله ترکیبات معطر فنولیک[11] وجود دارند. از جمله این مواد می‌توان به موادی مانند تیمول[12]، یوجنول[13] کارواکرول[14] و

1- Texture Enhancers
2- Antibrowning Agents
3- Nutrients or Bioactive Nutraceuticals
4- Flavor Enhancer

5- Potassium Sorbate
6- Sodium Bnzoate
7- Sorbic Acid
8- Benzoic Acid
9- Propionic Acid
10- Essential Oils
11- Phenolic Aroma Compounds
12- Thymol
13- Eugenol
14- Carvacrol

سینامالدئید[1] اشاره نمود[۳] . این مواد، اغلب از طریق برهم کنش با دیواره سلولی میکروارگانیسم‌ها و یا تجمع در این دیواره‌ها، سبب مرگ آنان می‌شوند.

ترکیبات ضدمیکروبی دیگر، کیتوزان[2] می‌باشد که از ضایعات و پسماندهای آبزیان و سخت پوستان استخراج می‌شود. این ماده به عنوان پوشش طبیعی و بسته‌بندی خوراکی در افزایش عمر ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌های تازه مؤثر بوده است، زیرا هم عبورپذیری نسبتاً کم داشته و هم اثر ضدمیکروبی بر کپک‌ها، مخمرها و باکتری‌ها نشان می‌دهد. گروه‌های آمینی در مولکول‌های کیتوزان، دارای بار مثبت بوده که با مواد دارای بار منفی مانند کلسترول، یون‌های بازی، پروتئین‌های موجود در ساختار میکروارگانیسم‌ها و دیواره سلولی میکروارگانیسم‌ها برهم کنش داده و سبب مرگ سلولی میکروارگانیسم‌ها می‌شوند[۴] .

۲-۲- مواد افزودنی مؤثر بر ویژگی‌های حسی و ظاهری(رنگ) محصول

رنگ و ظاهر مناسب میوه‌ها و سبزی‌های تازه از عمده‌ترین خصوصیات حسی هستند که در بازارپسندی و فروش تأثیر تعیین‌کننده دارند. وضعیت ظاهری و رنگ میوه‌ها و سبزی‌های تازه، قبل از فساد میکروبی یا کاهش ارزش تغذیه‌ای از طرف مصرف‌کنندگان برای قضاوت در مورد کیفیت و قابل خرید بودن این محصولات مدنظر قرار می‌گیرد[۱].

میوه‌ها و سبزی‌های تازه، به ویژه که به صورت پوست‌گیری شده یا برش داده شده[3] عرضه می‌شوند با پدیده نامطلوب قهوه‌ای شدن آنزیمی[4] مواجه می‌شوند. این پدیده غالباً مصرف‌کننده را چنان تحت تأثیر قرار می‌دهد که منجر به عدم پذیرش محصول می‌شود. بروز این پدیده نامطلوب در میوه‌هایی مانند سیب، گلابی، موز و هلو و همچنین سبزی‌هایی مانند سیب زمینی و بادمجان بیشتر دیده می‌شود. بسته‌بندی‌های خوراکی که قادر باشند ترکیبات فنولیک را از دسترس اکسیژن خارج سازند، از پدیده قهوه‌ای شدن آنزیمی جلوگیری می‌کنند. همچنین در صورتی که پوشش‌های خوراکی، حامل مواد ضداکسیدان و افزودنی‌هایی باشند که یکی از عوامل مؤثر در تغییر رنگ را تحت تأثیر قرار می‌دهند، از وقوع پدیده مذکور ممانعت می‌کنند. از مهم‌ترین و پرکاربردترین ضداکسیدان که می‌تواند به عنوان افزودنی، به این منظور استفاده شود، اسکوربیک اسید[5] است. گرچه مواد دیگری مانند سیستئین[6] و سیتریک اسید[7] نیز در این مورد مطرح هستند [۱].

زرد شدن و رنگ سبز در برخی میوه‌ها و سبزی‌ها نیز پدیده دیگری است که در اثر فعالیت آنزیم کلروفیلاز[8] و کلروفیل دگردینگ پراکسیداز[9] رخ داده و سبب می‌شود که رنگ سبز کلروفیل کاهش یافته و رنگ‌های زرد مربوط به رنگیزه‌هایی مانند کاروتن‌ها، قابل رؤیت شوند. پوشش خوراکی نیمه نفوذپذیر نسبت به گازها [10] معمولاً قادر است که این پدیده را متوقّف سازد[۵] . حضور استر اسید چرب سوکروز[11] در پوشش‌ها نیز قادر است که کلروفیل و رنگ سبز را در برخی محصولات مانند فلفل حفظ کند[۱] .

نحوه دیگری از تغییر رنگ در میوه‌ها و سبزی‌های تازه، از بین رفتن رنگ قرمز آنتوسیانین[12] در اثر فعالیت آنزیم پراکسیداز است. گزارش شده

1- Cinnamaldehyde
2- Chitosan
3- Fresh-cut
4- Enzymic Browning

5- Ascorbic Acid
6- Cysteine
7- Citric Acid
8- Chlorophyllase
9- Chlorophylldegrading Peroxidase
10- Semipermeable
11- Sucrose Fatty Acid Ester
12- Anthocyanin

که حضور ماده افزودنی سیتریک اسید به همراه پوشش کیتوزان در حفظ رنگ آنتوسیانین در برخی میوه‌ها مؤثر است[۶] .

داشتن ظاهر براق[1] و درخشنده در محصولاتی مانند سیب و پرتقال در بازارپسندی آنها و پذیرش مصرف‌کننده بسیار مؤثر است. معمولاً پوشش‌های طبیعی محصولات، درخشندگی کمی دارند و اغلب حین نگهداری در سردخانه نیز موجب از دست رفتن جلای ظاهری محصول می‌شوند. پوشش‌های خوراکی و واکس‌ها برای محصولات، اغلب به صورتی تهیه می‌شوند که وقتی جایگزین پوشش طبیعی محصول می‌شوند، گذشته از کاهش خروج رطوبت و میزان چروکیدگی محصول، موجب درخشندگی و جلای سطحی نیز بشوند[۱] . در فرمولاسیون برخی از این پوشش‌ها از لاک و کارنوبا[2] استفاده می‌شود و در فرمولاسیون برخی دیگر از پوشش‌ها و افزودنی‌های دیگری مانند روغن‌های گیاهی و رزین‌های طبیعی گیاهی به منظور ایجاد حالت جلا و درخشندگی بکار می‌روند[۷] .

۲-۳- افزودنی‌های مؤثر در عطر و طعم

گرچه ظاهر زیبا و مناسب از عمده‌ترین عوامل مؤثر در بازارپسندی و تمایل مصرف‌کنندگان برای خرید میوه‌ها و سبزی‌های تازه به حساب می‌آید، اما برای تکرار خرید یک محصول، داشتن عطر و طعم مناسب در آن محصول بسیار اهمیت دارد. عواملی مانند درجه رسیدگی، رسیدگی محصولات کشاورزی در میزان و نوع ترکیبات شیمیایی عطر و طعم‌دار موجود در آنها مؤثرند. ترکیبات شیمیایی فرار مؤثر در عطر و طعم میوه‌ها، غلظت کمی دارند و تنها حدود ۰/۰۰۱-۰/۰۱ درصد از وزن میوه را شامل می‌شوند[۱] .

یکی از راه‌های بهبود عطر و طعم میوه‌ها پس از برداشت، آن است که پوشش‌های خوراکی مورد استفاده، حامل مواد فعالی باشند که سبب تولید موادی در محصول می‌شوند که در واقع مقدمه‌ای برای تولید ترکیبات معطر باشند[۸] . برای مثال پوشش آلژینات که حامل کره و مونوگلیسرید استیله شده[3] باشد، وقتی برای سیب استفاده شود، موجب تولید مقدار بیشتری هگزانول و ترانس ۲- هگزنال[4] در سیب می‌شوند که در کنترل ایجاد مواد عطری در میوه نقش دارند و مقدمه‌ای برای تولید مواد معطر هستند. همچنین بسته‌بندی‌های خوراکی می‌توانند به اسانس‌ها و مواد معطر آغشته شوند تا سبب بهبود کیفی برش‌های میوه تازه از لحاظ عطر شوند[۱] .

۲-٤- افزودنی‌های مؤثر در بافت

از عوامل مؤثر در بروز تغییرات نامطلوب در بافت میوه‌ها و سبزی‌های تازه، خروج آب می‌باشد که موجب کاهش تردی و شادابی، کاهش وزن، پلاسیده شدن و کاهش ماندگاری محصول می‌شود. میوه و سبزی پوست‌گیری شده و برش داده شده، بیشتر در معرض این مشکلات هستند. همچنین با افزایش درجه رسیدگی و فعالیت آنزیم‌هایی مانند پلی گالاکترونناز[5] و پکتین متیل استراز[6]، بافت محصول نرم‌تر می‌شود[۱] .

پوشش‌های خوراکی چنانچه بتوانند سرعت خروج آب از محصول را کاهش دهند، در حفظ بافت، محصول نیز مؤثر خواهند بود. یکی از تیمارهای بسیار پرکاربرد برای کنترل پدیده نرم شدن بافت آن است که قطعات و برش‌های میوه در محلول حاوی نمک‌های کلسیم (مانند کلسیم کلرید) فرو برده شوند. البته باید توجّه داشت که استفاده از

1- Gloss
2- Shellac and Carnauba Coatings

3- Acetylated Monoglyceride
4- Hexanol and Trans-2-Hexenal
5- Polygalacturonanse
6- Pectin Methylesterase

این گونه ترکیبات برای ممانعت از نرم شدن بافت، تا حدّی سبب ایجاد تلخی در محصول می‌شود. همچنین بسته‌بندی‌های خوراکی می‌توانند نقش تأمین‌کننده و حامل مواد بهبوددهنده بافت به میوه‌ها و سبزی‌های تازه را داشته باشند[۹].

چنانچه پوشش خوراکی با یون کلسیم همراه باشد، از طریق ایجاد اتصالات عرضی با مولکول‌های پکتین سطحی در محصول، سبب بهبود سفتی بافت می‌شود. برخی از پلی‌ساکاریدها مانند آلژینات، ژلان و پکتین، وقتی به عنوان پوشش خوراکی بکار می‌روند، این قابلیت را دارند که با یون‌های دو ظرفیتی مانند کلسیم ایجاد اتصال کنند که این پدیده عبورپذیری گازها از سطح محصول را نیز کاهش می‌دهد[۱۰].

برخی از محققین اظهار می‌کنند که استفاده از پوشش خوراکی آلژینات به همراه افزودنی کلسیم کلرید در محصولاتی مانند برش‌های سیب، سفتی بافت را به خوبی حفظ می‌کند[۱].

۲-۵- افزودنی‌های بهبوددهنده ارزش تغذیه‌ای محصول

ارزش تغذیه‌ای میوه‌ها و سبزی‌های تازه که حداقل فرآیند را پشت سر گذاشته‌اند، بسیار اهمیت دارد و مصرف آنها در تأمین نیاز تغذیه‌ای روزانه انسان به ویتامین‌ها (به ویژه ویتامین‌های A، B_3، B_6، B_9، E و C)، مواد معدنی و فیبرهای رژیمی نقش عمده دارد. در مرتبه بعدی این محصولات در تأمین آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد شیمیایی گیاهی مفید[1] و سلامت بخش مانند ترکیبات فنولیک و کاروتنوئیدها[2] و فلاوونوئیدها[3] برای انسان اهمیت دارند[۱].

در طول دوره نگهداری میوه‌ها و سبزی‌های تازه، معمولاً میزان مواد معدنی، ترکیبات فنولیک و قابلیت ضداکسیدانی تا حد زیادی پایدار باقی می‌مانند. گرچه موادی مانند ویتامین C (اسکوربیک اسید) و فیبرهای رژیمی در دوره انبارمانی کاهش می‌یابند[۱].

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در صورتی که بتوانند عبورپذیری گازها را در حد مناسب کنترل کنند، موجب حفظ کیفیت تغذیه‌ای میوه‌ها و سبزی‌های تازه در حد مطلوب می‌شوند. از طرف دیگر، بسته‌بندی‌های خوراکی می‌توانند به عنوان حامل و انتقال‌دهنده مناسبی برای مواد ارزشمند تغذیه‌ای به سطح میوه‌ها و سبزی‌های تازه عمل کنند. افزودنی‌های بکار رفته ممکن است که از انواعی باشند که در میوه و سبزی تیمار شده وجود داشته و پس از انتقال، مقدار آنها در محصول افزایش می‌یابد (مانند ویتامین C) و یا آنکه از موادی باشند که نقش مکمّل تغذیه‌ای را بازی کنند[۱۱]. همچنین، برخی از پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی این قابلیت را دارند که در افزایش تولید مواد مغذّی زیست فعال در میوه‌ها و سبزی‌های تازه تأثیرگذار باشند[۱].

۳- مروری بر برخی از تحقیقات و کاربردهای جدید پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی برای میوه‌ها و سبزی‌های تازه

۳-۱- نمونه‌هایی از کاربرد بسته‌بندی‌های خوراکی برای میوه‌ها

۳-۱-۱- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای سیب

پژوهشگران، برای قطعات مستطیل شکل سیب رقم گلدن دلیشز[4]، پوشش‌های خوراکی مختلف از جنس پروتئین آب پنیر، هیدروکسی متیل سلولز[5]، موم زنبور عسل و موم کارنوبا استفاده کردند. نتایج

1- Phytochemicals
2- Carotenoids
3- Flavonoids

4- Golden Delicious
5- Hydroxyl Methyl Cellulose

نشان دادند که پوشش پروتئین آب پنیر، تأثیر بازدارنده بر واکنش‌های قهوه‌ای شدن را دارد و محصول پوشش داده شده با آن، در مدّت یک روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و ۷ روز در دمای ۵ درجه سلسیوس با کاهش وزن مواجه نشد[۱].

در تحقیق دیگری، برش‌های استوانه‌ای شکل نوعی سیب[1] و میوه پاپایا (خربزه درختی) توسط لایه‌ای از آلژینات و ژلان پوشانده شدند. پوشش‌های مذکور حامل ترکیبات ضد اکسیدان و مغذّی اسکوربیک اسید، ترکیبات کلسیم کلرید برای انسجام بافت و سیتریک اسید به عنوان نگهدارنده و روغن آفتابگردان برای بهبود خاصیت حفظ رطوبت محصول بودند و همچنین میکروارگانیسم مفید پروبیوتیک[2] نیز به پوشش‌ها افزوده شده بود. نتایج به دست آمده مشخص کردند که پوشش ژلان در مقایسه با آلژینات از کارایی بالاتری در حفظ رطوبت محصول برخوردار بود. گرچه افزودن روغن آفتابگردان به فیلم‌های آلژینات، عبورپذیری آنها را به رطوبت کاهش می‌دهد. همچنین، مشخص گردید که پوشش‌های مورد استفاده در این پژوهش، باکتری پروبیوتیک را به مدّت ۱۰ روز در دمای ۲ درجه سلسیوس بر روی قطعات میوه زنده و فعال نگه می‌دارند[۱].

تحقیق مشابهی نیز با پوشش دادن قطعات نوع دیگری سیب[3] توسط آلژینات صورت گرفت. مواد افزودنی به این پوشش شامل کلسیم کلرید برای بهبود بافت، پتاسیم سوربات به عنوان ماده ضدمیکروب و مونوگلیسیرید استیله شده، لینولئیک اسید و کره برای ارزش تغذیه‌ای و بهبود خواص ممانعت‌کنندگی در برابر عبور رطوبت، بودند. این پوشش‌ها کاهش رطوبت محصول را به حداقل رسانده و سفتی بافت را حفظ کرده و بروز واکنش‌های قهوه‌ای شدن را به تأخیر انداختند. در سیب‌های پوشش داده شده‌ای که در پوشش آنها کره و مونوگلیسیرید استیله شده وجود داشت، طول دوره انبارمانی در دمای ۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۸۵ درصد در مدّت ۹ روز، تولید مواد ضدمیکروب طبیعی مانند هگزانول[4] بیشتر بود. این ماده در بهبود عطر و رایحه محصول نیز مؤثر است[۱].

۳-۱-۲- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای گلابی

در پژوهشی، تکه‌های نوعی گلابی[5] را با پوششی خوراکی از جنس متیل سلولز همراه با استئاریک اسید بسته‌بندی کردند و اسکوربیک اسید به عنوان ضداکسیدان و ماده مغذّی و کلسیم کلرید برای بهبود بافت و سوربیک اسید نیز به عنوان ماده نگهدارنده به پوشش افزوده شد. نتایج نشان دادند که پوشش مذکور، کاهش وزن و تخریب بافت و واکنش‌های قهوه‌ای شدن محصول طول دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۸ درصد به مدّت ۱۲ روز را به تأخیر می‌اندازد[۱۲].

محققان دیگری، برش‌های نوعی گلابی[6] را که توسط کیتوزان حاوی عصاره رزماری در آن وجود داشت، پوشش دادند. مشاهده شد که اگر پوشش مذکور به همراه تیمار مقدماتی اکسیژن خالص[7](منظور قرار دادن میوه در معرض اکسیژن با فشار بالا به مدّت چند روز، قبل از پوشش دادن است که سبب جلوگیری از فعالیت‌های میکروبی و ممانعت از تغییر رنگ آنزیمی می‌شود) برای محصول بکار رود، از فعالیت آنزیم مؤثر در واکنش‌های قهوه‌ای شدن یعنی پلی‌فنل اکسیداز جلوگیری کرده و از نرم شدن بافت و کاهش وزن محصول در مدّت ۳ روز انبارمانی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

1- Fuji Apple
2- Bifidobacterium Lactis
3- Gala Apple
4- Hexanol
5- Anjou Pear
6- Huangguan Pear
7- Pure Oxygen Pretreatment

و رطوبت نسبی ۷۰-۶۰ درصد ممانعت به عمل می‌آورد. همچنین، مشخص گردید که در شرایط و زمان نگهداری ذکر شده، این بسته‌بندی قادر است که محتوای مواد جامد محلول، پلی‌فنل‌ها، ویتامین C و ویژگی‌های حسی محصول را حفظ کند[۱۲].

۳-۱-۳- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای انبه

برش‌های نوعی انبه[1] به وسیله کیتوزان پوشش داده شدند. در نمونه‌های پوشش داده شده میزان خروج رطوبت کاهش یافت و محتوای مواد جامد محلول، اسیدیته و ویتامین C افزایش نشان داد. همچنین پوشش مذکور از رشد میکروبی در محصول، ضمن انبارمانی در شرایط دمایی ۶ درجه سانتی‌گراد به مدّت ۷ روز جلوگیری کرد[۱۳].

برش‌های مکعبی شکل نوعی انبه[2] با استفاده از لایه نازک آلژینات به همراه اسکوربیک اسید (ماده ضداکسیدان و مغذّی) و اسید سیتریک (ماده نگهدارنده) پوشش داده شدند. پوشش‌های ذکر شده موجب حفظ رنگ و بهبود خاصیت ضداکسیدانی در محصول شدند و ضمن افزایش ماندگاری، در مدّت ۱۲ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، ویژگی‌های تغذیه‌ای و مواد شیمیایی سلامت‌زا را به خوبی حفظ کردند[۱۴].

۳-۱-٤- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای خربزه درختی(پاپایا)

میوه خربزه درختی (پاپایا) توسط صمغ عربی[3] در ترکیب با کیتوزان (به عنوان ماده ضدمیکروب)، پوشش داده شد. نتایج نشان دادند که پوشش مذکور موجب به تأخیر انداختن فرآیند رسیدن میوه شده و فعالیت قارچی را در دوره نگهداری ۲۸ روزه در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۰ درصد کنترل می‌کند[۱۵].

نوع خاصی از خربزه درختی (پاپایا)[4] با کاراگینان[5] پوشش داده شد. محققان اظهار داشتند که پوشش مذکور در مدّت ۴ روز انبارمانی در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد، موجب به تأخیر انداختن رسیدن پاپایا شده و تغییرات بافت و تغییرات رنگ مرتبط با رسیدگی نیز دیرتر بروز کردند[۱۶].

۳-۱-۵- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای گیلاس

نوعی گیلاس[6] با آلژینات بدون ماده افزودنی پوشش داده شد. مشاهده شد که در گیلاس‌های پوشش داده شده روند فرآیند رسیدگی کند شد و غلظت ترکیبات فنولیک[7] (مواد مفید سلامت‌زا) و فعالیت ضداکسیداسیونی کل[8] در حد بیشتری حفظ شدند. همچنین، گزارش گردید که گیلاس‌های پوشش داده شده می‌توانند بیش از ۱۶ روز در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد (به علاوه ۲ روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد) با کیفیت بهینه و حد مطلوب فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، نگهداری شوند[۱۷].

۳-۱-٦- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای هلو

محققین دیگری از پکتین حاوی روغن برگ دارچین (به عنوان ماده نگهدارنده طبیعی) برای پوشش دادن نوعی هلو[9] استفاده کردند. ایشان اظهار کردند که در مدّت ۱۵ روز نگهداری محصول پوشش‌دار در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت

1- Irwin Mango
2- Kent Mango Cube
3- Gum Arabic

4- Ekostika Papaya
5- Carrageenan
6- Sweetheart Cherry
7- Total Phenolic
8- Total Antioxidant Activity
9- Jefferson Peach

نسبی ۹۰ درصد، رشد باکتری‌ها کاهش و ویژگی ضداکسیدانی بهبود نشان داد[۱۸].

۳-۱-۷- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای آناناس

برش‌های مکعبی شکل نوعی آناناس[1] با دو پوشش شامل آلژینات به همراه روغن آفتابگردان و ژلان به همراه روغن آفتابگردان پوشش داده شدند. مشاهده شد که طول دوره نگهداری به مدّت ۱۰ روز در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد، پوشش‌های مذکور سبب کاهش خروج رطوبت محصول، کاهش شدّت تنفس و حفظ سفتی بافت شدند[۱۹].

برش‌های سه گوش از آناناس به وسیله لایه‌ای از آلژینات و لایه‌ای از پکتین پوشانده شد. در پوشش‌های ذکر شده از کلسیم کلرید (برای حفظ سفتی بافت) و سیکلودکسترین و ترانس سینامالدئید[2] (به عنوان مواد افزودنی نگهدارنده) استفاده شد. نتایج مشخص کرد که پوشش‌ها از فعالیت میکروبی در محصول جلوگیری کرده و رنگ، بافت و pH محصول را حفظ کردند. از مواد نگهدارنده بکار رفته در پوشش‌ها، ماده ترانس سینامالدئید گرچه موجب تأثیر بر بوی محصول شد، اما ماندگاری را تا ۱۵ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد افزایش داد[۲۰].

۳-۱-۸- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای لیمو ترش

محققان نوعی لیمو ترش[3] را با روغن کنجد و روغن خردل به عنوان بسته‌بندی خوراکی پوشش دادند. پوشش مذکور موجب افزایش ماندگاری میوه لیمو ترش گردید و در مدّت ۱۸ روز انبارمانی در ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰-۶۰ درصد، بروز کپک‌زدگی در سطح لیمو ترش‌ها، کند شد. همچنین، پوشش حاوی روغن‌های مذکور از بروز لکه‌های متمایل به قهوه‌ای در سطح لیمو ترش جلوگیری کرد[۲۱].

۳-۱-۹- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای خرمالو

پژوهشگران خرمالوی شیرین[4] را با کیتوزان حاوی افزودنی‌های نفتیل استات[5] و روغن دارچین (به عنوان مواد ضد میکروب) پوشش داده و به همراه سامانه بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده[6](MAP) استفاده کردند. نتایج نشان داد که ضمن نگهداری به مدّت ۳ ماه در دمای صفر درجه سانتی‌گراد از واکنش‌های قهوه‌ای شدن سطحی در محصول جلوگیری به عمل آمد[۲۲].

۳-۱-۱۰- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای نارنگی

گونه‌ای از نارنگی[7] با پوشش هایی از جنس هیدروکسی پروپیل متیل سلولز[8] (HPMC) و موم زنبورعسل پوشانده شد، پوشش‌ها فاقد افزودنی بودند. نتایج نشان دادند که این پوشش‌های خوراکی، کاهش رطوبت در محصول را کنترل کرده و ماندگاری نارنگی را در ۴ هفته نگهداری در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد افزایش دادند[۲۳].

1- Josapine Pineapple
2- Trans-Cinnamaldehyde
3- Kagzi Lime
4- Sweet Persimmon
5- Naphthylacetate
6- Modified Atmosphere Packaging (MAP)
7- Oronules Mandarin
8- Hydroxpropyl Methylcellulose

۳-۱-۱۱- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای توت فرنگی

در پژوهشی نوعی توت فرنگی[1] به وسیله نشاسته کاساوا[2] حاوی ماده نگهدارنده ضدمیکروب پتاسیم سوربات پوشش داده شد. نتایج مشخص نمود که پوشش مذکور موجب کاهش شدّت تنفس، جلوگیری از کاهش وزن و حفظ سفتی بافت محصول در ۱۵ روز نگهداری در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد گردید. گرچه حضور ماده ضدمیکروبی مورد استفاده در پوشش، برای کنترل فعالیت‌های میکروبی در این محصول کافی نبود[۹].

محققان دیگری، توت فرنگی را با پوششی از کربوکسی متیل سلولز بسته‌بندی کردند. این پوشش به تنهایی در کنترل فعالیت کپک‌ها در سطح محصول مؤثر واقع نشد؛ اما استفاده از پوشش مذکور به همراه فرآیند پرتودهی (در حد kGy ۲) به محصول پوشش داده شده، موجب حفظ کیفیت و به تأخیر انداختن فساد کپکی محصول در مدّت ۱۸ روز نگهداری در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد گردید[۲۴].

میوه توت فرنگی توسط گروه دیگری از محققان به وسیله سه نوع پوشش شامل کلسیم کازئینات اشعه‌دهی شده، پروتئین آب پنیر خالص‌سازی شده و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC) پوشش داده شد. همچنین، دو ماده معطر شامل لیمونن[3] و نوعی نعناع[4] به عنوان مواد ضدفساد نیز به پوشش‌های مذکور افزوده شدند. نتایج نشان دادند که اثر نگهدارنده نعناع بیشتر از لیمونن بود. در مدّت ۸ روز انبارمانی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، محصول پوشش داده شده حاوی نعناع تا ۴۰ درصد دچار فساد شد، در حالی که در نمونه‌های شاهد تا ۶۵ درصد فساد بروز کرد[۱].

پروتئین سبوس برنج[5] در پژوهشی به عنوان پوشش خوراکی برای نوعی توت فرنگی[6] استفاده شد. به این پوشش، عصاره دانه گریپ فروت به عنوان ماده نگهدارنده افزوده شده بود. استفاده از تیمار غیرحرارتی و پوشش خوراکی مذکور به همراه هم، سبب کاهش آلودگی محصول به باکتری، مخمر و کپک شدند و این نمونه‌ها نسبت به نمونه‌های شاهد، ویژگی‌های حسی بهتری را نشان دادند[۲۵].

۳-۱-۱۲- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای تمشک

محققان، میوه تمشک را با بکارگیری چند نوع بسته‌بندی خوراکی پوشش دادند. پوشش‌ها شامل نشاسته ذرّت واکسی معمولی، نشاسته ذرّت واکسی دارای اتصالات عرضی استیله شده[7] و موم زنبورعسل بودند. پوشش‌های مذکور موجب کنترل تنفس و تأخیر در فرآیند رسیدگی محصول و حفظ رنگ آنتوسیانین در ۸ روز نگهداری در شرایط دمایی ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۸ درصد شدند[۲۶].

۳-۱-۱۳- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای انار

در پژوهشی، دانه‌های نوعی انار[8] را با کیتوزان پوشش دادند. ملاحظه شد که پوشش کیتوزان قادر است که محتوای رطوبت، کیفیت و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی محصول را حفظ کند. همچنین، با بکارگیری پوشش مذکور از فعالیت آنزیم قهوه‌ای‌کننده (پلی‌فنل اکسیداز،[9] PPO) و از فعالیت

1- Ose Grande Strawberry
2- Cassava Starch
3- Limonene
4- Peppermint
5- Rice Bran Protein
6- Goha Strawberry
7- Acetylated Cross-Linked Waxy Corn Starch
8- Tarom Pomegranate
9- Polyphenol Oxidase

باکتری‌ها و قارچ‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۴ درصد به مدّت ۱۲ روز جلوگیری شد[۲۷].

۳-۱-۱٤- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای موز

پژوهشگران میوه موز را با استفاده از صمغ عربی حاوی ماده نگهدارنده طبیعی کیتوزان پوشش دادند. در مدّت ۲۸ روز انبارمانی در دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۰ درصد، فرآیند رسیدگی کندتری در محصول مشاهده شد و بروز کپک زدگی در آن کنترل گردید[۱۵].

۳-۲- نمونه‌هایی از کاربرد بسته‌بندی‌های خوراکی برای سبزی‌ها

۳-۲-۱- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای خربزه

در پژوهشی، برش‌های ذوزنقه‌ای شکل نوعی خربزه[1] توسط سه نوع پوشش شامل آلژینات، پکتین و ژلان به همراه ماده افزودنی کلسیم کلرید (برای حفظ سفتی بافت) پوشش داده شد. همه پوشش‌های مذکور سبب کاهش خروج رطوبت محصول و جلوگیری از تولید اتیلن شدند و ماده کلسیم کلرید نیز به خوبی استحکام بافت را حفظ کرد. گرچه هیچ کدام از پوشش‌های ذکر شده در ممانعت از گسترش فعالیت‌های میکروبی در ضمن نگهداری محصول به مدّت ۱۵ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، موفق عمل نکردند[۲۸].

برش‌های نوعی خربزه[2] با آلژینات و کیتوزان به صورت لایه لایه پوشش داده شد. لایه داخلی که از جنس آلژینات بود به خوبی به سطح محصول چسبیده و لایه خارجی نیز نقش ضدمیکروبی را به خوبی ایفا کرد. در محصول پوشش داده شده پس از مدّت ۱۴ روز انبارمانی در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد، سفتی بافت حفظ شد و عطر و طعم نامطلوب در محصول بروز نکرد[۲۹].

۳-۲-۲- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای سیر

حبه‌های پوست‌گیری شده سیر توسط ماده هیدروکلوئیدی آگار-آگار[3] پوشش داده شدند. به پوشش ذکر شده موادی مانند کیتوزان و استیک اسید به عنوان ضد میکروب افزوده شد. این بسته‌بندی خوراکی موجب کاهش خروج رطوبت، شدّت تنفس و تغییرات رنگ در حبه‌های سیر گردید و از جنبه حفاظت در برابر میکروارگانیسم‌ها نیز در طی۶ روز نگهداری محصول در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، شمارش قارچ و مخمر را در حد 10^{2}-10^{3} CFU/g نگه داشت[۳۰].

در پژوهش دیگری، سیر پوست‌گیری شده با استفاده از پوشش هیدروکلوئیدی هیدروکسی متیل سلولز بسته‌بندی شد. پوشش بکار رفته از ریشه زدن سیر[4] جلوگیری کرد، اما مانع از کاهش وزن محصول نشد. محصول پوشش داده شده در مدّت ۱۲ روز انبارمانی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، ظاهر براّق خود را حفظ کرد و تغییری در سفتی بافت و رنگ آن حاصل نشد[۳۱].

۳-۲-۳- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای قارچ

محققان، قارچ دکمه‌ای را با آلوورا و صمغ کتیرا پوشش دادند. در طی مدت ۱۳ روز نگهداری محصول پوشش داده شده در سه شرایط دمایی ۴، ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد، کاهش خروج رطوبت، بروز تغییرات رنگ و نرم شدن بافت در مقایسه با نمونه شاهد مشاهده شد[۳۲].

1- Piel de Sapo Melon
2- Yaniv Melon
3- Agar- Agar
4- Rooting

در تحقیق دیگری، قارچ دکمه‌ای با آلژینات حاوی کلسیم کلرید (ماده افزودنی مؤثر در حفظ سفتی بافت) پوشش داده شد. این بسته‌بندی خوراکی وقتی که به همراه سامانه بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده[1] (MAP) دارای اکسیژن بالا[2] بکار رفت، ماندگاری محصول را تا ۱۶ روز پس از برداشت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد افزایش داد. قابل ذکر است که وجود غلظت بالای اکسیژن در فضای بسته، به ویژه از بروز واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی در محصول ممانعت می‌کند[۲۲].

۳-۲-٤- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای گوجه فرنگی

محققان، گوجه فرنگی را با نشاسته برنج و روغن نارگیل پوشش دادند و در پوشش‌های مذکور عصاره چای سبز نیز به عنوان ماده نگهدارنده طبیعی افزوده شد. مشاهده گردید که پوشش‌های مورد استفاده، رسیدگی در محصول را به تأخیر انداختند و در مدّت ۲۰ روز انبارمانی در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد همچون مانعی در برابر عبور میکروارگانیسم‌ها عمل کردند[۳۳] .

در پژوهش دیگری، نوعی گوجه فرنگی[3] با کارنوبا و روغن معدنی[4] به عنوان بسته‌بندی خوراکی پوشش داده شد. نتایج نشان دادند که پوشش‌های مذکور در مدّت ۲۸ روز نگهداری محصول در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد ضمن حفظ کیفیت محصول، بر ترکیبات زیست فعال[5] و فعالیت آنتی‌اکسیدانی تأثیر منفی نداشتند[۱۱] .

۳-۲-۵- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای هویج

محققان از پوششی از جنس صمغ زانتان[6] به عنوان بسته‌بندی خوراکی برای هویج‌های کوچک پوست‌گیری شده استفاده کردند. به این پوشش، موادی مانند کلسیم گلوتامات[7]، کلسیم لاکتات[8] برای حفظ ویژگی‌های بافتی و همچنین ویتامین E به عنوان ماده مغذّی و ضداکسیدان افزوده شده بود. در طول ۳ هفته انبارمانی محصول در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد، رنگ سطحی نمونه‌های هویج پوشش داده شده به خوبی حفظ شد و تغییراتی در مزه، بافت و عطر آنها پدید نیامد[۳۴].

پژوهشگران، برش‌های مکعبی شکل هویج‌های کوچک را به وسیله نوعی نشاسته[9] و صمغ برگ نوعی گیاه محلی[10] پوشش دادند، از روغن دارچین و عصاره دانه انگور نیز به عنوان افزودنی با خاصیت نگهدارنده در پوشش‌ها استفاده شد. محققین مذکور بیان کردند که پوشش‌های مورد استفاده، تأثیر ممانعت‌کننده بر فعالیت میکروبی در محصول نشان ندادند؛ اما در مدّت ۱۵ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، نمونه‌های پوشش داده شده از جنبه ویژگی‌های حسی، دارای پذیرش کلی بهتری بودند[۳۵] .

۳-۲-٦- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای مارچوبه

محققان، جوانه مارچوبه را با کیتوزان پوشش دادند. مشاهده شد که تخریب کلروفیل، کاهش وزن، نرم شدن بافت و تخریب ویتامین C در محصول کاهش یافت و از افزایش لیگنین در آن ممانعت به عمل آمد. همچنین، بررسی کل عوامل مؤثر در

1- Modified Atmosphere Packaging
2- High Oxygen
3- Grandela Tomato
4- Carnauba and Mineral Oil
5- Bioactive Compounds
6- Xanthan Gum
7- Glutamate
8- Lactate
9- Tapioca Starch
10- Hsian-Tsao Leaf Gum

پـذیرش محصـول مشـخص سـاخت کـه در طـول دوره نگهـداری ۳۵ روزه محصـول، پوشـش داده شـده در دمـای ۲ درجـه سـانتی‌گـراد و رطوبـت نسـبی ۹۵ درصـد، بازارپسندی آن بهتر حفظ گردید[۳۶].

۳-۲-۷- استفاده از بسته‌بندی خوراکی برای کلم

در تحقیقی، گلچه‌های کلم بروکلی[1] به وسیله کیتوزان پوشش داده شدند. در پوشش مذکور چند نوع ماده افزودنی از جنس روغن‌های فرّار به عنوان نگهدارنده طبیعی (از جمله عصاره رزماری، عصاره میخک) افزوده شدند. مشاهده گردید که پوشش‌های مورد استفاده از رشد باکتری‌های مزوفیل[2] و سایکروفیل[3] در محصول ضمن ۷ روز انبارمانی در دمای ۷-۵ درجه سانتی‌گراد جلوگیری کرده، بدون آنکه بر ویژگی‌های حسی محصول تأثیر منفی داشته باشند[۳۷] .

٤- نتیجه گیری

تحقیقات متعدّد و گسترده در سال‌های اخیر در کشورهای مختلف نشان داده است که بسته‌بندی‌های خوراکی به ویژه در صورتی که با مواد افزودنی و ترکیبات فعال مناسب همراه باشند، موجب افزایش ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌های تازه با کیفیت تغذیه‌ای و حسی مطلوب می‌شوند. البته به نظر می‌رسد که با حرکت در راستای تطبیق کامل انواع این بسته‌بندی با مقرّرات غذایی، بهبود وضعیت پذیرش و مقبولیت محصولات دارای این بسته‌بندی از دیدگاه مصرف‌کنندگان و مناسب کردن قیمت تمام شده محصول بسته‌بندی شده، امکان تجاری‌سازی بیشتر و استفاده گسترده‌تر صنعتی از این فنّاوری نوین در دنیا فراهم می‌شود.

٥- منابع

1. Janjarasskul, T. (2017). **"Edible films and coatings for fresh minimally processed fruits and vegetables."** In: Pareek, S., Fresh-cut Fruits and Vegetables, Technology, Physiology and Safety. CRC Press, Taylor and Francis Group, pp. 305-361.
2. Pérez-Gago, M.B. and Rhim, J.W. (2014). **"Edible coating and film materials: Lipid bi-layers and lipid emulsions."** In: Han, J.H. (Ed.), Innovations in Food Packaging (2nd ed.). Academic Press, Elsevier, San Diego, CA, pp. 133–170.
3. Peretto, G., Du, W.X., Avena-Bustillos, R.J., Berrios, J.D.J., Sambo, P. and Mchugh, T.H. (2014). **"Optimization of antimicrobial and physical properties of alginate coating containing carvacrol and methyl cinnamate for strawberry application."** Journal of Agricultural and Food Chemistry 62, 984–990.
4. Coma, V., Martial-Gros, A., Garreau, S., Copinet, A., Salin, F. and Deschamps, A. (2002). **"Edible antimicrobial films based on chitosan matrix."** Journal of Food Science 67, 1162–1169.
5. López de Lacey, A., López-Caballero, M., Gómez-Estaca, J., Gómez-Guillén, M. and Montero, P. (2012). **"Functionality of Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium bifidum incorporated to edible coatings and films."** Innovative Food Science and Emerging Technologies 16, 277–282.
6. Ducamp-Collin, M.N., Ramarson, H., Lebrun, M., Self, G. and Reynes, M. (2008). **"Effect of citric acid and chitosan on maintaining red colouration of litchi fruit pericarp."** Postharvest Biology and Technology 49, 241–246.
7. Bai, J. and Plotto, A. (2012). **"Coatings for fresh fruits and vegetables."** In: Baldwin, E.A., Hagenmaier, R. and Bai, J. (Eds.), Edible Coatings and Films to

1- Broccoli Floret
2- Mesophile
3- Sychrophile

Improve Food Quality (2nd ed.). CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, pp. 79–102.

8. Olivas, G.I., Rodriguez, J.J. and Barbosa-Cánovas, G.V. (2003). **"Edible coatings composed of methylcellulose, stearic acid, and additives to preserve quality of pear wedges."** Journal of Food Processing and Preservation 27, 299–320.
9. Garcia, L.C., Pereira, L.M., Sarantópoulos, L., Claire, I.G. and Hubinger, M.D. (2012). **"Effect of antimicrobial starch edible coating on shelf-life of fresh strawberries."** Packaging Technology and Science 25, 413–425.
10. Espitia, P.J.P., Du, W.X., Avena-Bustillos, R.J., Soares, N.F. and McHugh, T.H. (2014). **"Edible films from pectin: Physicalmechanical and antimicrobial properties: A review."** Food Hydrocolloids 35, 287–296.
11. Davila-Aviña, J.E., Villa-Rodríguez, J.A., Villegas-Ochoa, M.A., Tortoledo-Ortiz, O., Olivas, G.I., Ayala-Zavala, J.F. and González-Aguilar, G.A. (2014). "**Effect of edible coatings on bioactive compounds and antioxidant capacity of tomatoes at different maturity stages."** Journal of Food Science and Technology 51, 2706–2712.
12. Xiao, C., Zhu, L., Luo, W., Song, X. and Deng, Y. (2010). **"Combined action of pure oxygen pretreatment and chitosan coating incorporated with rosemary extracts on the quality of fresh-cut pears."** Food Chemistry 121, 1003–1009.
13. An, J., Zhang, M., Wang, S. and Tang, J. (2008). **"Physical, chemical and microbiological changes in stored green asparagus spears as affected by coating of silver nanoparticles-PVP."** LWT-Food Science and Technology 41, 1100–1107.
14. Robles-Sanchez, R.M., Rojas-Graü, M.A., Odriozola-Serrano, I., González-Aguilar, G. and Martin-Belloso, O. (2013). **"Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes."** LWT-Food Science and Technology 50, 240–246.
15. Ali, A., Maqbool, M., Alderson, P. and Zahid, N. (2012). **"Efficacy of biodegradable novel edible coatings to control postharvest anthracnose and maintain quality of fresh horticultural produce.**" Acta Horticulturae 945, 39–44.
16. Hamzah, H.M., Osman, A., Tan, C.P. and Mohamad Ghazali, F. (2013). **"Carrageenan as an alternative coating for papaya (Carica papaya L. cv. Eksotika)."** Postharvest Biology and Technology 75, 142–146.
17. Diaz-Mula, H.M., Serrano, M. and Valero, D. (2012). **"Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit."** Food and Bioprocess Technology 5, 2990–2997.
18. Ayala-Zavala, J.F., Silva-Espinoza, B.A., Cruz-Valenzuela, M.R., Leyva, J.M., Ortega-Ramírez, L.A., Carrazco-Lugo, D.K., Pérez-Carlón, J.J., Melgarejo-Flores, B.G., González Aguilar, G.A. and Miranda, M.R.A. (2013). **"Pectin–cinnamon leaf oil coatings add antioxidant and antibacterial properties to fresh-cut peach."** Flavour and Fragrance Journal 28, 39–45.
19. Azarakhsh, N., Osman, A., Ghazali, H.M., Tan, C.P. and Mohd Adzahan, N. (2012). **"Optimization of alginate and gellan-based edible coating formulations for fresh-cut pineapples."** International Food Research Journal 19, 279–285.

20. Mantilla, N., Castell-Perez, M.E., Gomes, C. and Moreira, R.G. (2013). **"Multilayered antimicrobial edible coating and its effect on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (Ananas comosus).**" LWT-Food Science and Technology 51, 37–43.
21. Bisen, A., Pandey, S.K. and Patel, N. (2012). **"Effect of skin coatings on prolonging shelf life of kagzi lime fruits (Citrus aurantifolia Swingle)."** Journal of Food Science and Technology 49, 753–759.
22. Jiang, T. (2013). **"Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (Agaricus bisporus) under a high oxygen modified atmosphere."** Postharvest Biology and Technology 76, 91–97.
23. Contreras-Oliva, A., Rojas-Argudo, C. and Pérez-Gago, M.B. (2012). **"Effect of solid content and composition of hydroxypropyl methylcellulose–lipid edible coatings on physico-chemical and nutritional quality of 'Oronules' mandarins."** Journal of the Science of Food and Agriculture 92, 794–802.
24. Hussain, P.R., Dar, M.A. and Wani, A.M. (2012). **"Effect of edible coating and gamma irradiation on inhibition of mould growth and quality retention of strawberry during refrigerated storage."** International Journal of Food Science and Technology 47, 2318–2324.
25. Shin, Y.-J., Song, H.-Y. and Song, K.B. (2012). **"Effect of a combined treatment of rice bran protein film packaging with aqueous chlorine dioxide washing and ultraviolet-C irradiation on the postharvest quality of 'Goha' strawberries."** Journal of Food Engineering 113, 374–379.
26. Pérez-Gallardo, A., Mattinson, S.D., Lazcano-Peralta, A., Fellman, J.K., Barbosa-Cánovas, G., García-Almendárez, B. and Regalado, C. (2012). **"Effect of native and acetylated-crosslinked waxy corn starch-beeswax coatings on quality attributes of raspberries during storage."** Starch-Stärke 64, 665–673.
27. Ghasemnezhad, M., Zareh, S., Rassa, M. and Sajedi, R.H. (2013). **"Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (Punica granatum L. cv. Tarom) at cold storage temperature."** Journal of the Science of Food and Agriculture 93, 368–374.
28. Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R. and Martín-Belloso, O. (2008). **"Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon."** LWT-Food Science and Technology 41, 1862–1870.
29. Poverenov, E., Danino, S., Horev, B., Granit, R., Vinokur, Y. and Rodov, V. (2014). **"Layer-by-layer electrostatic deposition of edible coating on fresh cut melon model: Anticipated and unexpected effects of alginate–chitosan combination."** Food and Bioprocess Technology 7, 1424–1432.
30. Geraldine, R.M., Soares, N.F.-F., Botrel, D.A. and Almeida-Gonçalves, L. (2008). **"Characterization and effect of edible coatings on minimally processed garlic quality."** Carbohydrate Polymers 72, 403–409.
31. Sothornvit, R. and Tangworakit, P. (2013). **"Effect of edible coating on the quality of fresh-cut garlic in modified atmosphere packaging (MAP)."** Proceedings of the 11th International Controlled and Modified Atmosphere Research Conference, Trani, Italy.
32. Mohebbi, M., Ansarifar, E., Hasanpour, N. and Amiryousefi, M.R. (2012). **"Suitability of aloevera and gum tragacanth as**

edible coatings for extending the shelf life of button mushroom." Food and Bioprocess Technology 5, 3193–3202.

33. Das, D.K., Dutta, H. and Mahanta, C.L. (2013). **"Development of a rice starch-based coating with antioxidant and microbebarrier properties and study of its effect on tomatoes stored at room temperature."** LWT-Food Science and Technology 50, 272–278.
34. Mei, Y., Zhao, Y., Yang, J. and Furr, H.C. (2002). **"Using edible coating to enhance nutritional and sensory qualities of baby carrots."** Journal of Food Science 67, 1964–1968.
35. Lai, T.Y., Chen, C.H. and Lai, L.S. (2013). **"Effects of tapioca starch/decolorized hsiantsao leaf gum-based active coatings on the quality of minimally processed carrots."** Food and Bioprocess Technology 6, 249–258.
36. Qiu, M., Jiang, H., Ren, G., Huang, J. and Wang, X. (2013). **"Effect of chitosan coatings on postharvest green asparagus quality."** Carbohydrate Polymers 92, 2027–2032.
37. Alvarez, M.V., Ponce, A.G. and Moreira, M.R. (2013). **"Antimicrobial efficiency of chitosan coating enriched with bioactive compounds to improve the safety of fresh-cut broccoli."** LWT-Food Science and Technology 50, 78–87.
38. Jiang, Z.L., Wang, A.L., Li, X.H., Zhu, M.P. and Wang, J.W. (2012). **"Effects of chitosan-based coating and modified atmosphere packaging (MAP) on browning of sweet persimmons (Diospy kaki Linn. f)."** Advanced Materials Research 557, 943–946.
39. Chien, P.-J., Sheu, F. and Yang, F.-H. (2007). **"Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit."** Journal of Food Engineering 78, 225–229.

آدرس نویسنده

استان فارس- شیراز - منطقه باجگاه- دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز- بخش علوم و صنایع غذایی - کد پستی ۷۱۴۴۱۶۵۱۸۶.