

مروری بر تحقیقات صورت گرفته در زمینه تأثیر پوشش‌های خوراکی بر افزایش ماندگاری عناب تازه

* طیبه شاهی^۱، محسن پویان^۲، مهدی ابراهیمی^۳، ساره حسینی^۴

^۱ دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، عضو گروه پژوهشی تولید و فراوری گیاهان استراتژیک جهاد دانشگاهی خراسان جنوبی
^۲ کارشناس ارشد بیولوژی گیاهی، مدیر گروه پژوهشی تولید و فراوری گیاهان استراتژیک جهاد دانشگاهی خراسان جنوبی
^۳ دکتری زراعت، عضو هیئت علمی گروه پژوهشی تولید و فراوری گیاهان استراتژیک جهاد دانشگاهی خراسان جنوبی
^۴ دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، عضو گروه پژوهشی تولید و فراوری گیاهان استراتژیک جهاد دانشگاهی خراسان جنوبی

* نویسنده مسئول: t_shahi2009@yahoo.com

چکیده

امروزه استفاده از پوشش‌های خوراکی یکی از روش‌های جدید برای افزایش زمان ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌ها می‌باشد. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی باعث کاهش افت رطوبت، کاهش تبادل گازی و افزایش عمر نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها می‌شوند. عناب، یکی از محصولات راهبردی خراسان جنوبی و دارای ترکیبات زیست‌فعال زیادی می‌باشد. با توجه به حساس بودن میوه تازه عناب به شرایط محیطی و امکان رشد انواع قارچ و کپک روی آن‌ها، این محصول در معرض آسیب جدی قرار دارد. از این رو حفظ ارزش تجاری و ترکیبات موثره عناب در طی نگهداری دارای اهمیت زیادی است. پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی از طریق کاهش سرعت تنفس، مهار رشد قارچ‌ها و به تاخیر انداختن سرعت پیری از طریق کاهش تولید اتیلن و CO₂، باعث افزایش زمان ماندگاری و کنترل فساد عناب می‌شوند. در این مقاله نتایج تحقیقات مختلف تأثیر کاربرد پوشش‌های خوراکی کیتوزان، پوشش‌های خوراکی حاوی ترکیبات عمل‌گرا، کلسیم کلرید، اسانس و نانوپوشش‌ها بر افزایش زمان ماندگاری عناب تازه مورد بررسی قرار گرفت.

کلمات کلیدی: کیتوزان، کلسیم کلرید، نانو پوشش، اسانس

مقدمه

باعث می‌شود که نفوذپذیری بالایی نسبت به بخار آب داشته باشند (صباعی و همکاران، ۱۳۹۳).

عناب با نام علمی *Ziziphus jujuba* و متعلق به خانواده *Rhamnaceae* می‌باشد که با نام خرما قرمز نیز در چین شناخته می‌شود. این گیاه در مناطق وسیعی از جهان از جمله منطقه مدیترانه و کشورهای جنوبی اروپا مثل اسپانیا، یونان و قبرس کشت می‌شود. در ایران عناب در استانهای خراسان، گلستان، مازندران، فارس، اصفهان، یزد، همدان، قزوین و قم و به خصوص در خراسان جنوبی کشت شده به گونه‌ای که ۹۸ درصد تولید عناب ایران متعلق به این استان است (پویان، ۱۳۹۴). ارزش غذایی عناب بسیار زیاد است؛ با این حال میوه عناب تازه، فساد پذیر بوده و عواملی مانند آسیب‌های مکانیکی و آلودگی میکروبی در حین برداشت، بسته بندی و حمل و نقل باعث فساد آن می‌شوند. علاوه بر این به علت رطوبت زیاد میوه عناب (۸۰-۷۵ درصد) (Chen و همکاران، ۲۰۱۴) فقط چند روز پس از برداشت قابل نگهداری می‌باشد. در حال حاضر تنها روش فرآوری این میوه خشک کردن بوده و در حدود ۹۰ درصد میوه‌های تازه عناب، خشک می‌شوند (Xue و همکاران، ۲۰۰۹).

پوشش‌های خوراکی

استفاده از راهکارهایی برای به تأخیر انداختن فرآیند فساد میوه عناب تازه و افزایش ماندگاری آن مورد توجه خاص صادرکنندگان قرار گرفته است. از این رو تحقیقات مختلفی جهت استفاده از پوشش‌های خوراکی برای افزایش زمان ماندگاری میوه تازه عناب صورت گرفته‌است که برخی از این پژوهش‌ها اشاره می‌شود.

پلیمر کیتوزان

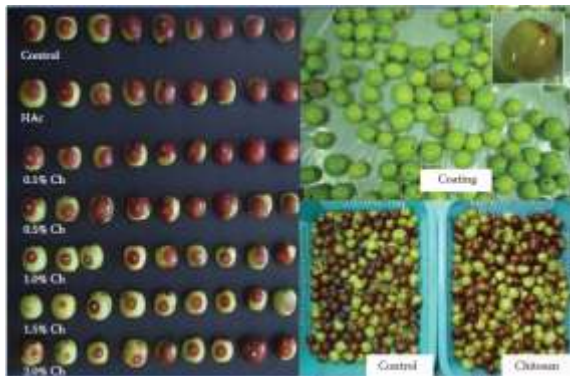
کیتوزان، پلیمر (بتا ۴ و ۱) ان‌استیل‌دی گلوکزآمین است که از استیل‌زدایی کیتین استخراج شده از

امروزه تحقیقات زیادی روی خصوصیات کاربردهای فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی صورت گرفته‌است. استفاده از پوشش‌های خوراکی جهت افزایش زمان ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌ها یک روش نویدبخش می‌باشد. فیلم‌های خوراکی باعث کاهش از دست دادن آب، کنترل تبادل گازها و همچنین باعث تاخیر در تولید اتیلن و در نتیجه کاهش پیری در میوه‌ها و سبزی‌ها می‌شوند. با این وجود استفاده از پوشش‌های خوراکی دارای اهداف مختلف دیگری از جمله کنترل انتقال جرم، حفاظت فیزیکی و مکانیکی و نیز بهبود ویژگی‌های حسی محصول نیز می‌باشد (Raghav و همکاران، ۲۰۱۹). فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی می‌توانند به عنوان حامل مواد افزودنی از قبیل آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد ضد میکروبی، پروبیوتیک‌ها، رنگ و ادویه‌جات به یک سیستم غذایی اضافه شوند و موجب افزایش کیفیت مواد غذایی گردند. برخی عوامل فساد مانند رشد میکروبی، قهوه‌ای شدن آنزیمی و اکسیداسیون، اغلب فعالیت خود را از سطح ماده غذایی شروع می‌کنند. از این رو فیلم‌ها و پوشش‌ها با کاهش اکسیژن در دسترس، اثرات مخرب این عوامل را به تأخیر می‌اندازند (صباعی و همکاران، ۱۳۹۳).

حفاظت مکانیکی فیلم‌ها و پوشش‌ها به ویژه در مواد غذایی حساس به ضربه مانند میوه‌ها و سبزیجات و حتی محصولات اکسترود شده می‌تواند مفید باشد. پوشش‌های خوراکی می‌توانند از پلی ساکاریدها، پروتئین‌ها، چربی‌ها، و یا مخلوطی از این ترکیبات تشکیل شوند (Wang و همکاران، ۲۰۰۷).

کربوهیدرات‌ها شامل سلولز، نشاسته، کیتوزان و صمغ‌ها به عنوان فیلم و پوشش بر روی میوه‌ها و سبزی‌ها قرار می‌گیرند. فیلم‌ها و پوشش‌های کربوهیدراتی از نظر ساختار، ماهیت شیمیایی و خواص کاربردی با یکدیگر تفاوت‌هایی دارند اما ماهیت کاملاً آبدوست واحدهای تشکیل دهنده آنها

پنسیلیوم اکیانسوم^۲ تلقیح شده بر روی عناب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌شود. کیتوزان همچنین دارای اثر مهارکنندگی بر روی فساد طبیعی عناب در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این محققان پیشنهاد کردند، کیتوزان دارای پتانسیل کنترل بیماری‌های پس از برداشت، بدون تاثیر منفی بر کیفیت عناب می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱) تیمارهای غلظت‌های مختلف کیتوزان بر تغییرات رنگی عناب تازه نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (ch: کیتوزان، HAC: اسید استیک)

پوشش جدید^۳ حاوی ترکیبی از کیتوزان، روی (II) و سریم^۴ (IV) توسط Wu و همکاران (۲۰۱۰) و Zhang و همکاران (۲۰۱۳) سنتز و تاثیر آن جهت نگهداری عناب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیقات نشان داد که بعد از ۱۸ روز نگهداری میزان کاهش وزن، شدت تنفس و فعالیت آنزیم پلی‌فنل-اکسیداز در نمونه تیمار شده با پوشش به ترتیب ۱۱/۷۲٪، ۳۱/۵۱٪ و ۷/۰۷٪ کمتر نسبت به نمونه کنترل بود. علاوه بر این مواد جامد محلول، آسکوربیک‌اسید و مقدار پلی‌فنل‌ها به ترتیب ۱۵/۴۵٪، ۱۴/۵۵٪، ۱۳/۹۳٪ بیشتر از نمونه کنترل بود. همچنین استفاده از این پوشش ترکیبی باعث

سخت پوستان، حشرات، و قارچ‌ها تولید می‌شود (Bautista-Banos, ۲۰۰۲). به تازگی آزمایش‌های انجام گرفته بر خصوصیات تغذیه‌ای نشان داده‌اند که کیتوزان غیر سمی و از نظر بیولوژی ایمن است و از طرفی اثر ضد میکروبی بر انواع میکروارگانیسم‌ها دارد. مخمرها و کپک‌ها حساسیت زیادی به این ماده دارند و پس از آنها باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی حساسیت کمتری دارند. کیتوزان به عنوان عامل باکتریوسید یا باکتریوستاتیک عمل می‌کند ولی تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که اثر کیتوزان بیشتر به صورت باکتریوستاتیک است (Coma و همکاران، ۲۰۰۶).

پوشش‌های کیتوزان در صنایع غذایی و داروسازی کاربرد دارند. این نوع از پوشش‌های خوراکی وقتی به تنهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، خواص مکانیکی ضعیف ایجاد می‌کنند. از این رو معمولاً با سایر زیست‌پلیمرهای آبدوست به کار برده می‌شوند (Coma و همکاران، ۲۰۰۶).

از مزایای کیتوزان، ممانعت خوب آن به اکسیژن است و از این رو کاربرد آن در صنایع غذایی روبه رشد است (Ardakani و همکاران، ۲۰۱۰). با این وجود، این لفاف‌ها به بخار آب به طور نسبی نفوذپذیر هستند. کیتوزان به دلیل دارا بودن خواص نیمه تراوایی، در لفاف‌های بسته بندی مواد غذایی که در آنها به اصلاح اتمسفر درونی نیاز است، کاربرد یافته است. فیلم‌های برپایه کیتوزان به عنوان پوشش‌های ضد میکروبی در صنایع غذایی کاربرد دارند و به علت ماهیت آبدوستی^۱ مانع خوبی برای CO₂ و O₂ و نفوذپذیر نسبت به بخار آب می‌باشند (Rabea و همکاران، ۲۰۰۳).

Wang و همکاران (۲۰۱۴)، تاثیر کیتوزان و فیلم‌های بر پایه کیتوزان روی نگهداری میوه عناب مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که کیتوزان باعث کاهش گسترش کپک آبی

^۲ *P. expansum*

^۳ کیتوزان پلی ساکارید خطی است که از استیل زدایی کیتین بدست می‌آید.

^۴ عنصر فلزی کمیاب که قادر به تقلید فعالیت آنزیم سوپراکسیداز دسموتاز و کاتالاز است.

^۱ Hydrophilic

افزایش زمان نگهداری میوه عناب می شود (شکل ۲ و ۳).

تحقیقات مختلفی جهت استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان برای افزایش زمان ماندگاری میوه تازه عناب صورت گرفته است (جدول ۱).

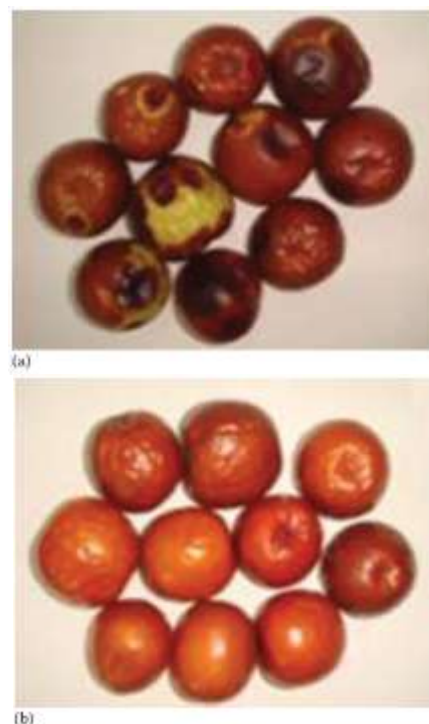
کلسیم کلرید

یکی از روش های توصیه شده جهت کاهش ضایعات میوه ها، افزایش غلظت کلسیم میوه با استفاده از املاح کلسیم است. عنصر کلسیم نیز نقش بسیار موثری در به تاخیر انداختن پیری و حفظ کیفیت میوه ها در سردخانه دارد. مهم ترین نقش کلسیم، استحکام دیواره سلولی میوه ها است. نقش عمده کلسیم از نظر کمی در ترکیب ساختار تیغه میانی دیواره سلولی است. کلسیم با استحکام بخشیدن به دیواره سلولی، تنظیم تراوایی غشای سیتوپلاسمی و با به تاخیر انداختن فرآیند پیری باعث کاهش خسارت بیماری کپک خاکستری در محصولات مختلف می شود. این پدیده به دلیل ترکیب شدن کلسیم با لیپیدهای بار منفی، مانند فسفاتیدیل سرین موجود در غشاء به وجود می آید. همچنین کلسیم از فعالیت آنزیم های تولید کننده اتیلن که ساختار پروتئینی داشته و به غشای سلول متصل هستند، می کاهد (Wojcik & Lewandowska, 2003).

Kou و همکاران (2017) تاثیر سه نوع پوشش خوراکی (کیتوزان ۱٪، پولانان ۱٪ و کلسیم کلرید ۲٪) بر روی ترکیبات مغذی و خاصیت آنتی اکسیدانی عناب تازه در طی نگهداری مورد بررسی قرار دادند. هر سه نوع پوشش در مقایسه با نمونه شاهد به طور معنی داری باعث افزایش تاخیر در فرآیند پیری میوه شدند. به طور خاص پوشش کلسیم کلرید نه تنها باعث حفظ فعالیت آنتی اکسیدانی میوه عناب شد بلکه باعث جلوگیری از تجمع مالون دی آلدئید نیز در عناب شد. بهترین تیمار از نظر حفظ خصوصیات



شکل ۲) ظاهر عناب ها بعد از پوشش ترکیبی کیتوزان، روی و سریم



شکل ۳) ظاهر عناب ها در طول نگهداری در دمای اتاق. (a) عناب های فاقد پوشش و بعد از ۱۸ روز نگهداری در دمای اتاق. (b) عناب های حاوی پوشش کیتوزان، سریم و روی و بعد از ۱۸

جدول ۱) تاثیر پوشش گیوتوزان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی واریتهای مختلف عناب در طی دوره نگهداری

منابع	نتایج	ارقام عناب	افزودنی ها و پلاستیسایزر	پوشش
Wang و همکاران، ۲۰۱۴	دارای اثر بازدارندگی بر روی فساد طبیعی میوه عناب در طی نگهداری در دمای صفر درجه سانتی گراد	Dongzao	-	کیتوزان
Wu و همکاران، ۲۰۱۰؛ Jia و همکاران، ۲۰۰۵؛ Xie و همکاران، ۲۰۱۰؛ Meng و همکاران، ۲۰۰۸؛ Li و همکاران، ۲۰۱۱؛ Wang و همکاران، ۲۰۱۲؛ Ren و همکاران، ۲۰۰۹	تحت تاثیر دمای پایین، پوشش کیتوزان باعث حفظ سفتی، ویتامین C، مهار کاهش املاح محلول و اسیدیته، کاهش سرعت تنفس، جلوگیری از برگشت رنگ قرمز، جلوگیری از کاهش وزن، کاهش سرعت فساد و گسترش زمان نگهداری عناب می شود.	Round crisp dates, Bianhesuan, Hainan Qing Zao, Lingwu Changzao	-	کیتوزان
Zhu و همکاران، ۲۰۱۳	استفاده از پوشش خوراکی حاوی ۱٪ نشاسته و ۱٪ کیتوزان دارای اثرات بهتری بر نگهداری عناب نسبت به نمونه کنترل می باشد.	Winter jujubes	نشاسته آمورف	کیتوزان
Cai و همکاران، ۲۰۱۳	استفاده از اسانس حاصل از سه روش به طور موثری باعث حفظ کیفیت عناب می شود و غلظت بهینه اسانس جهت پوشش دهی ۰/۳٪ می باشد.	Dongzao	اسانس رازیانه چینی	کیتوزان
Yu و همکاران، ۲۰۱۲	بعد از ۳۲ روز، اندیس قرمزی، افزایش فساد، کاهش وزن و سرعت تنفس در نمونه های پوشش داده شده کمتر از نمونه کنترل بود. در صورتی که میزان کاهش ویتامین C و ترکیبات فنلی بین نمونه کنترل و شاهد اختلافی وجود نداشت.	Dongzao	نانوسیلیکون دی اکسید	کیتوزان
Zhang و همکاران، ۲۰۱۴	پوشش ترکیبی باعث کنترل فساد و محدود کردن میزان تنفس، کاهش وزن، مقدار مالون آلدئید و نشت الکترولیت ها از عناب می شود. علاوه بر این فعالیت آنزیم های سوپراکسیداز دیسموتاز ^۵ ، پراکسیداز ^۶ و کاتالاز ^۷ در بیشترین سطح حفظ می شود و کاهش ویتامین C و کلروفیل محدود می گردد.	Lizao	اشعه ماوراء بنفش	کیتوزان
یان و همکاران، ۲۰۱۱	غلظت مطلوب و بهینه الیگوکیتوزان جهت جلوگیری از گسترش فساد مقدار ۵ g/Lit در نظر گرفته شد. رشد میسل های آلترناریا آلترناتا ^۸ تحت تاثیر الیگوکیتوزان به میزان زیادی متوقف می شود. الیگوکیتوزان به طور معنی داری باعث کاهش فساد بعد از برداشت، افزایش سفتی میوه، جلوگیری از کاهش مواد جامد محلول و ویتامین C و افزایش فنل کل می شود.	Dongzao	-	الیگوکیتوزان

⁵ Superoxide dismutase (SOD)⁶ Peroxidase (POD)⁷ Catalase (CAT)⁸ A. alternata

اسانس ها

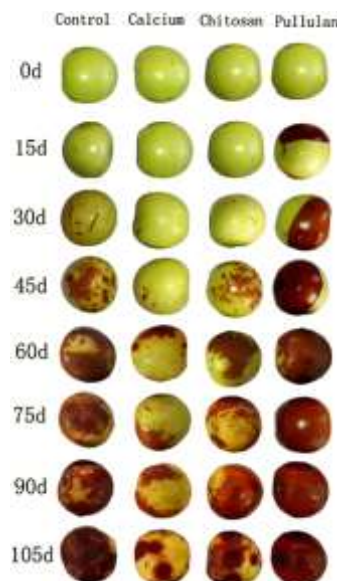
میوه ها در طول فرآیند برداشت و نگهداری دچار آلودگی می شوند که دارای اثرات منفی بر روی سلامت مصرف کننده و محیط زیست می باشند. استفاده از ترکیبات شیمیایی باعث کنترل رشد و گسترش پاتوژن ها در میوه ها می شوند ولی تاثیرات نامطلوبی بر مصرف کننده و محیط زیست دارند. از این رو نیاز به تحقیقات زیادی جهت استفاده از عصاره های گیاهی ایمن حاوی ترکیبات فعال و دارای کارایی بیشتری نسبت به مواد شیمیایی می باشد. نگهدارنده های طبیعی گیاهی مانند اسانس ها و ترکیبات اصلی آن ها دارای خاصیت ضد میکروبی، سمیت کم و اثرات زیست محیطی کمتر بوده که می توانند به عنوان جایگزینی برای قارچ کش های شیمیایی مورد استفاده قرار گیرند (Burt, 2004).

اسانس ها آنتی اکسیدان های طبیعی هستند که دارای ویژگی های ضد میکروبی و زیست تخریب پذیری بسیار خوبی بوده و فاقد اثرات جانبی بر روی محصول تازه می باشند (Kalemba & Kunicka, 2003). اسانس ها ترکیبات فراری هستند و به علت استفاده از غلظت های کم و ایمن، مورد استقبال مصرف کننده قرار گرفته اند.

Yung (2006) تاثیر اسانس میخک بر کنترل فساد و ارتباط آن با مقاومت به بیماری در میوه عناب مورد بررسی قرار داد. نتایج این تحقیق نشان داد، استفاده از 0.5٪ اسانس میخک به طور قابل توجهی باعث جلوگیری از انتشار فساد و حفظ سطح بالاتر آنزیم های پلی فنل اکسیداز، پراکسیداز، فنیل آلانین آمونیالاز¹⁰ و میزان ترکیبات فنلی در طول نگهداری در دمای صفر و ۲۵ درجه سانتی گراد می شود.

استفاده از اسانس ها در ترکیب با پوشش های خوراکی، تجاری یا اتمسفر اصلاح شده به طور معنی داری باعث کاهش خطر آلودگی های بیماری زا و افزایش زمان ماندگاری عناب پس از برداشت می-

عناب، طی نگهداری به ترتیب کلسیم کلرید، کیتوزان و پولاتان⁹ گزارش شد (شکل ۴).



شکل ۴) تاثیر کلسیم کلرید، کیتوزان و پولاتان بر نگهداری عناب تازه (d: روز)

Li و همکاران (2011) تاثیر کلسیم کلرید (0.1٪)، ۱- متیل سیکلوپروپین ($1 \mu\text{LL}^{-1}$) و ترکیب این دو بر روی نگهداری عناب تازه در دمای اتاق (۲۲ درجه سانتی گراد) و به مدت ۱۵ روز مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد همه تیمارها نسبت به نمونه شاهد باعث تاخیر در فرآیند رسیدن میوه می شوند. تیمار کلسیم کلرید (0.1٪)، ۱- متیل سیکلوپروپین ($1 \mu\text{LL}^{-1}$) و ترکیب این دو به ترتیب باعث افزایش زمان ماندگاری عناب به مدت ۶، ۴ و ۹ روز شدند. ترکیب کلسیم کلرید (0.1٪) و ۱- متیل سیکلوپروپین ($1 \mu\text{LL}^{-1}$) باعث جلوگیری از کاهش اتیلن، رشد میکروبی و فعالیت آنزیم های پلی فنل اکسیداز و پلی گالاکتوروناز می شود. همچنین باعث حفظ بیشتر اسیدیتته و آسکوربیک اسید می-شود.

⁹ هموپلی ساکارید خطی که به خوبی در آب حل شده و محلولی شفاف و چسبنده ایجاد می کند.

¹⁰ Phenylalanine ammonia lyase

۴-۲- پوشش های حاوی ترکیبات عملگرا

در سال های اخیر به دلیل امکان به کارگیری ترکیبات طبیعی با مقدار کم همراه با پوشش های خوراکی و افزایش کارایی و قابلیت پذیرش مصرف کننده بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. پوشش های خوراکی به عنوان حاملی برای ترکیبات عملگرا شامل آنتی اکسیدان ها، طعم دهنده ها، رنگ ها، ترکیبات ضد میکروبی و مواد مغذی مورد استفاده قرار می گیرند. ترکیبات مختلف همراه با پوشش های خوراکی جهت افزایش زمان ماندگاری و ارزش تغذیه ای میوه عناب مورد استفاده قرار گرفته است از جمله کیتوزان حاوی کیتوزان حاوی تیمول (Ren و همکاران، ۲۰۱۳)، آلزینات حاوی ترکیبات فنلی چای (Li و همکاران، ۲۰۱۳) و گلوکومانان حاوی پتاسیم سوربات، گلیسرول و استرساکاروز (Xu و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج این تحقیقات کارایی موثر پوشش های خوراکی جهت افزایش ماندگاری میوه ها و سبزی ها را نشان می دهند (جدول ۲)

شوند. استفاده از ۱٪ OHAA^{۱۱} در ترکیب با غلظت های مختلف اسانس دارچین بر روی حفظ تازگی میوه عناب در دمای ۲ ± ۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵٪ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان داد، استفاده از نگهدارنده ترکیبی ۱٪ OHAA همراه با ۰/۱۶٪ اسانس دارچین به طور معنی داری باعث افزایش زمان ماندگاری میوه عناب تازه و تاخیر در روند پیری محصول می شود (Xu و همکاران، ۲۰۱۱).

Xing و همکاران (۲۰۱۱) تاثیر پوشش کیتوزان در ترکیب با اسانس دارچین روی فساد کپک آبی (پنی سیلیوم سیتترینوم^{۱۲}) و ویژگی های کیفی عناب مورد بررسی قرار دادند. در شرایط آزمایشگاهی با افزایش غلظت کیتوزان و اسانس دارچین فعالیت ضد قارچی در مقابل قارچ پنی سیلیوم سیتترینوم افزایش می یابد. در شرایط محیطی، پوشش کیتوزان- اسانس دارچین به طور قابل توجهی باعث کاهش پوسیدگی قارچ پنی سیلیوم سیتترینوم شد و تمام ترکیبات همراه با ۲٪ اسانس دارچین باعث کنترل کامل قارچ پنی سیلیوم سیتترینوم تلقیح شده روی عناب شدند. با افزایش غلظت کیتوزان- اسانس دارچین، صرف نظر از دمای نگهداری باعث کاهش میزان فساد شده است. پوشش کیتوزان- اسانس همچنین باعث جلوگیری از فعالیت آنزیم پلی فنل- اکسیداز و حفظ ویتامین C و ترکیبات فنلی در عناب شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تاثیر پوشش کیتوزان (۱٪) در ترکیب با اسانس دارچین بر روی کپک آبی عناب به دلیل خاصیت ضد قارچی پوشش و همچنین پاسخ دفاعی بیوشیمیایی در میوه ها می باشد.

^{۱۱} اکسی اتیلن حاوی الک خطی بلند که به عنوان نگهدارنده مورد

استفاده قرار می گیرد (Oxyethylene higher aliphatic alcohol)

^{۱۲} P.citrinum

جدول ۲) تاثیر پوشش های مختلف حاوی ترکیبات زیست فعال بر خصوصیات عنب تازه در طی نگهداری

منابع	نتایج	واریته عنب	ماده عملگرا	پوشش
Ren و همکاران، ۲۰۱۳	ترکیبات پوشش دارای اثرات بازدارندگی بسیار قوی بر رشد پاتوژن های قارچی (رایزوپوس استولونیفر ^{۱۳} ، پنسیلیوم کراستوسوم ^{۱۴} ، آلترناریا آلترناتا کیس ^{۱۵} و تریکودرما روزنوم ^{۱۶}) داشت.	Lingwu Changzao	تیمول	کیتوزان، سدیم آلژینات
Liu و همکاران، ۲۰۱۳	پوشش آلژین و پلی فنل دارای یک نقش خاصی جهت نگهداری هستند. بهترین غلظت آلژین و پلی فنل چای جهت پوشش-دهی عنب به ترتیب ۱٪ و ۰/۱۶٪ بود.	Dongzao	پلی فنل چای- گلیسرین	آلژین
Liu و Zing، ۲۰۱۳	۴٪ ایزوله پروتئین سویا همراه با mg/Kg ۲۰۰ پلی فنل چای بیشترین تاثیر جهت حفظ خصوصیات کیفی عنب در طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد داشت.	Winter jubes	پلی فنل چای	ایزوله پروتئین سویا
Zhu و همکاران، ۲۰۱۳	پوشش خوراکی باعث حفظ خصوصیات میوه عنب در طی نگهداری نسبت به نمونه شاهد می شود.	Western Liaoning Jujubes	پلی ونیل الکل، گلیسرین	پکتین لوبیا سویا- کیتوزان

¹³ *Rhizopus stolonifer*

¹⁴ *Penicillium crustosum*

¹⁵ *Alternaria alternate* Keiss

¹⁶ *Trichoderma roseum*

نانو پوشش

استفاده از نانو پوشش‌ها به علت کاربرد وسیع آن‌ها در صنایع و محصولات مختلف بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Kalia & Parshad, ۲۰۱۵). نانوتکنولوژی به طور وسیع در صنعت غذا نیز مورد استفاده قرار گرفته است. پوشش نانو SiO_x (سیلیکون اکسید)^{۱۷} به طور معنی داری می‌تواند باعث بهبود کیفیت تجاری میوه عناب واریته لینگوچانگزانو نگهداری شده در دماهای مختلف شود. پوشش نانو SiO_x باعث افزایش ۵۳/۵۷٪ میوه‌های با قابلیت تجاری نسبت به نمونه‌های کنترل نگهداری شده در دمای اتاق به مدت ۴۲ روز می‌شود (Wu, ۲۰۱۰). میوه‌های پوشش داده شده با نانو SiO_x در دمای صفر درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ روز دارای بازارپسندی ۴۴/۸۹٪ بیشتر از نمونه‌های کنترل بودند و میزان میوه‌های کاملاً قرمز دارای پوشش، ۲۸/۷۳٪ کمتر از نمونه‌های کنترل بود.

Xu و همکاران (۲۰۱۲) تاثیر پوشش کیتوزان ۱٪ در ترکیب با نانو SiO_x ۰/۰۴٪ بر روی خصوصیات کیفی میوه عناب تحت تاثیر دمای محیط مورد بررسی قرار دادند. بعد از ۳۲ روز نگهداری، اندیس قرمزی، شدت فساد، کاهش وزن و سرعت تنفس در نمونه‌های پوشش دار شده کمتر از نمونه‌های کنترل بود. ترکیبات پوشش باعث کاهش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیلایز و افزایش فعالیت آنزیم‌های جاذب آنتی‌اکسیدان (کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسیداز دسموتاز) می‌شوند. همچنین مقدار مالون‌آلدئید نیز در عناب‌های پوشش داده شده محدود شده بود. تاثیر پوشش ترکیبی بر حفظ فلاوونوئید کل بیشتر از کیتوزان بوده است. اما اختلاف معنی داری در کاهش ویتامین C و ترکیبات فنل کل بین نمونه‌های پوشش داده شده و کنترل مشاهده

نشد. به طور کلی نانوشش‌ها می‌توانند یک روش مؤثر جهت افزایش زمان ماندگاری عناب به شمار رود.

دستورالعمل ترویجی

پوشش‌های خوراکی به صورت لایه محافظی بر سطح میوه‌ها و سبزی‌ها قرار می‌گیرند و به واسطه جلوگیری از نفوذ رطوبت، کنترل تبادل گازها، رشد میکروبی و فعالیت آنزیم‌های پلی فنل اکسیداز و پلی گالاکتوروناز به منظور افزایش ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌ها و حفظ کیفیت آنها مورد استفاده قرار می‌گیرند. در طی نگهداری عناب تازه عوامل مختلفی از جمله حرارت، اکسیژن و نور باعث کاهش ویتامین C، سفتی بافت و افزایش فساد و تغییر رنگ می‌شوند. لذا هر عملی که بتواند این عوامل نامطلوب را مهار کند ماندگاری و کیفیت بهتر محصول را به دنبال خواهد داشت. نتایج فوق نشان داد، استفاده از کیتوزان (۱٪) و یا ترکیب با سایر مواد از جمله اسانس رازیانه (۳/۰٪)، اسانس دارچین (۲٪)، نشاسته آمورف (۱٪)، نانوسیلیکون (۰/۰۴٪) به علت خاصیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی باعث حفظ بیشتر ترکیبات فنلی و کنترل فساد پس از برداشت میوه تازه عناب می‌شود. کلسیم کلرید (۲٪) و کلسیم کلرید (۱٪) حاوی ۱- متیل سیکلوپروپین ($1 \mu\text{L L}^{-1}$) با تأثیر بر دیواره سلولی و آنزیم‌های تولید کننده اتیلن باعث تأخیر در تغییر رنگ میوه و نرم شدن بافت میوه، کاهش تولید اتیلن، حفظ بهتر اسیدیتته و آسکوربیک اسید در میوه تازه عناب می‌شود. ۱٪ OHAA همراه با ۰/۱۶٪ اسانس دارچین به طور معنی داری باعث افزایش زمان ماندگاری میوه عناب تازه و تأخیر در روند پیری محصول می‌شود. سایر پوشش‌ها از جمله آلژین (۱٪) حاوی پلی فنل چای (۰/۰۶٪)، ایزوله پروتئین سویا (۴٪) حاوی پلی فنل چای (200 mg/kg) و الیگوکیتوزان (5 g/Lit) به علت خاصیت ضد میکروبی باعث کاهش سرعت فساد و افزایش زمان ماندگاری عناب تازه می‌شوند. به طور کلی، پوشش‌ها فرآیند

^{۱۷} ترکیب غیرآلی و مانع خوبی در مقابل رطوبت، گاز و اسانس می‌باشد.

4- Bautista-Banos, S., Hernandez-Lauzardo, A. N., Velazquez-del Valle, M. G., Hernandez-Lo pez, M., Ait Barka, E., Bosquez-Molina, E. & Wilson, C. L. (2006). Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection*, 25: 108-118.

5- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal Food Microbiology*, 94(3): 223-253.

6- Cai, M., Guo, X.Y. & Sun, P.L. (2013). Effects of star anise oils from different extraction methods on the preservation of winter jujube. *Food Science Technology*, 38(10): 264-269.

7- Chen, J.L., Jiang, X. & Mutalipu, M. (2014). Effect of heated treatment on storage quality of *Ziziphus jujube* cv. Junzao. *Northern Horticulture*, 8: 115-118.

8- Coma, V., Martial-Gros, A., Garreau, S., Copinet, A., Salin, E. & Deschamps, A. (2002). Edible antimicrobial films based on chitosan matrix. *Journal of Food Science*, 67: 1162-1169.

9- Jia, X.L., Zhang, P., Ma, T. & Wang, L. (2005). Effect of chitosan film on physiology biochemistry and of 'Dongzao' jujube. *Storage Process*, 6(1): 25-27.

10- Meng, L.Y., Qiu, S.S., Lan, T.F. & Jiang, C.C. (2008). Effects of low molecular weight chitosan coating on postharvest physiology and quality of *Ziziphus jujuba* cv. dongzao. *Food Research Development*, 29(11): 142-145.

11- Kalembe, D. & Kunicka, A. (2003). Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current Medical Chemistry*, 10(10): 813- 829.

12- Kalia, A. & Parshad, V.R. (2015). Novel trends to revolutionize preservation and packaging of fruits/fruit Microbiological and nanotechnological perspectives. *Criteria Review Food Science*, 55(2): 159-182.

13- Li, L., Ban, Z., Li, Z. & Xue, T. (2011). Effect of 1-methylcyclopropene and calcium chloride treatments on quality maintenance of 'Lingwu Long' Jujube fruit. *Journal Food Science Technology*, 51(4): 700-707.

رسیدگی طبیعی میوه عناب را کندتر کرده و گسترش قهوه‌ای شدن میوه را کاهش می‌دهند. بنابراین با توجه به تحقیقات صورت گرفته جهت افزایش زمان ماندگاری عناب تازه، توصیه می‌شود از پوشش‌های ترکیبی حاوی ترکیبات ضد میکروبی و مؤثر در کاهش زمان فرآیند رسیدگی میوه استفاده گردد. از این رو، استفاده از کلسیم کلرید ۲٪ در ترکیب با ترکیبات ضد میکروبی از جمله کیتوزان ۱٪ می‌تواند باعث کنترل فساد و افزایش زمان ماندگاری عناب تازه در دمای محیط و یخچال شود. از طرف دیگر، استفاده از روش‌های ترکیبی پوشش خوراکی با روش‌های فیزیکی، اتمسفر اصلاح شده و نانو- بسته‌بندی باعث کارایی بیشتر این روش‌ها می‌شود. از این رو، آینده‌ی تکنولوژی نگهداری عناب، بیشتر مبتنی بر ترکیب روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی خواهد بود.

منابع

۱- پویان، م. (۱۳۹۴). معرفی جامع گیاهان دارویی خراسان جنوبی: خودرو، زراعی و باغی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی. ص ۶۱۶.

۲- صباغی، م.، مقصدلو، ی.، خمیری، م و ضیائی‌فر، ا. م. (۱۳۹۳). تاثیر مخلوط پوشش کیتوزان و عصاره چای سبز بر فعالیت اکسایشی و قارچی مغز گردو. پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی. ۳ (۴): ۳۶۱-۳۷۴.

3-Ardakani, M. D., Mostofi, Y. & Hedayatnejad., R. (2010). Study on the effects of chitosan in preserving some qualitative factors of table grape (*Vitis vinifera*). *Acta Horticulturae*, 877: 739-742.

- 14- Li, S.G., Chen, D.M., Liu, H.Y., Hou, X.J. & Yu, J. (2011). Fresh-keeping effect of chitosan coating on *Zizyphus jujuba* Mill fruits. *Food Science*, 32(2): 280-284.
- 15- Li, J., Ding, Q.Y., Chen, S.S. & Lin, H.M. (2013). Preservation of jujube with algin and tea polyphenol edible film. *Food Science Technology*, 38(10): 46-50.
- 16- Liu, K.H. & Xing, S.J. (2013). Effects of soy protein isolate coating-incorporated tea polyphenol treatment on storage qualities and physiology of winter-jujube fruit. *Food Industrial*, 34(8): 115-117.
- 17- Rabea, E. I., Badawy, M. E. T., Stevens, C. V., Smaghe, G. & Steurbaut, W. (2003). Chitosan as antimicrobial agent: applications and mode of action. *Biomacromolecules*, 4(6): 1457-1465.
- 18- Raghav, P., Saini, M. & Agarwal, N. (2019). Edible coating of fruits and vegetables. *International Journal of Scientific Research and Modern Education*, 1(1): 188-204.
- 19- Ren, Y.F., Su, Z.F. & Liu, Y.Q. (2013). Inhibitory effect of chitosan, sodium alginate, thymol and their compounds on major pathogenic fungi in postharvest *Zizyphus jujuba* Mill cv. Lingwu Changzao. *Hubei Agricultural Sciences*, 52(1):84-87.
- 20 - Ren, Y.F., Zeng, X.J. & Wang, C.M. (2009). Effects of chitosan coating on 'Lingwulong Jujube' fruits storage at low temperature. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 15(11): 66-68.
- 21- Wang, Y.P., Liang, L.S. & Wang, G.X. (2007). Effects of low pressure on quality of 'Dongzao' jujube fruit in hypobaric storage. *Food Science*, 28(2):335-339.
- 22- Wang, H. & Fu, Z.J. (2012). Preservation effect of different concentrations of chitosan coatings on 'Hainan Qingzao'. *J Qiongzhou University*, 19(5): 30-33.
- 23- Wang, L.T., Wu, H., Qin, G.Z. & Meng, X.H. (2014). Chitosan disrupts *Penicillium expansum* and controls postharvest blue mold of jujube fruit. *Food Control*, 41: 56-62.
- 24- Wojcik, P. & Lewandowska, M. (2003). Effect of calcium and boron sprays on yield and quality of "Elsanta" strawberry. *Journal Plant Nutrient*, 26: 671-682.
- 25- Wu, X.H. (2010). Effects of Nano-SiO₂ coating on postharvest physiology and storage quality of 'Lingwuchangzao' (*Zizyphus jujuba* Mill.) under different temperatures. Master thesis, Gansu Agriculture University, Lanzhou, China. 87pp.
- 26- Wu, H., Wang, D.F., Shi, J., Xue, S. & Gao, M.L. (2010). Effect of the complex of Zinc (II) and Cerium (IV) with chitosan on the preservation quality and degradation of organophosphorus pesticides in Chinese jujube (*Zizyphus jujuba* Mill. cv. Dongzao). *J Agricultural and Food Chemistry*, 58(9): 5757-5762.
- 27- Kou, X., Li, Y., Wu, J. & Chen, Q. (2017). Effects of Edible Coatings on Quality and Antioxidant Activity of *Zizyphus Jujuba* Miller cv. Dongzao During Storage. *Zhaohui Xue Transactions of Tianjin University*, 23 (1):51-61.
- 28- Xue, Z., Feng, W., Cao., J. & Cao, D. (2009). Antioxidant activity and total phenolic contents in peel and pulp of Chinese jujube (*Zizyphus jujuba* Mill) fruits. *Food Biochemistry*, 33(5): 613-629.
- 29- Xie, C.H., Wei, S.Q., Wan, Z.S. & Tang, X.Z. (2010). Study on chitosan coating in storage of Chinese Winter. *Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science)*, 1: 45-50.
- 30- Xing, Y., Xu, Q., Che, Z., Li, X. & Li, W. (2011). Effects of chitosan-oil coating on blue mold disease and quality attributes of jujube fruits. *Food & Function*, 2(8):466-474.
- 31- Xu, M. D., Liu, H. M. & Zeng, L. J. (2010). Study on effects of murphystarch-chitosan blend films on Dongzao jujube. *Food Research Development*, 31(3): 170-172.
- 32- Xu, M.D., Liu, Y., Liu, Q. & Zeng, L.L. (2010). Optimization of formula of konjac glucomannan coating used for preservation of *Zizyphus jujube*. *Food Science Technology*, 35(12): 48-52.

- 33- Yan, J.Q., Li, J., Zhao, H.W., Chen, N., Cao, J.K. & Jiang, W.B. (2011). Effects of oligochitosan on postharvest *Alternaria* rot, storage quality, and defense responses in Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Dongzao) fruit. *Journal Food Protection*, 74(5): 783-788.
- 34- Yang, H. (2006). Studies on the preservative effects and mechanism of clove oil on postharvest 'Dongjujube.' Masters thesis, Northwest A&F University, Shaanxi, China. 82 pp.
- 35- Yu, J., Gao, X., Hou, X.J. & Li, S.G. (2011). Application of OHAA in coating preservation of fresh 'yuancui' jujubes. *Science Technology Food Industrial*, 32(7): 371-374.
- 36- Yu, Y.W., Zhang, S.Y., Ren, Y.Z., Li, H., Zhang, X.N. & Di, J.H. (2012). Jujube preservation using chitosan film with nano-silicon dioxide. *Journal of Food Engineering*, 113(3): 408-414.
- 37- Zhang, S.Y., Yu, Y.W., Xiao, C.L., Wang, X.D. & Lei, Y.F. (2014). Effect of ultraviolet irradiation combined with chitosan coating on preservation of jujube under ambient temperature. *LWT-Food Science Technology*, 57(2): 749-754.
- 38- Zhu, D., Li, J. & Liu, H. (2013). The effects of chitosan/soy bean pectin complex edible coating and LDPE film on shelf-life qualities of western Liaoning jujube. *Chinese Institute of Food Science and Technology*, 13(4): 125.