

² Polyethylene terephthalate

³ Polypropylene

⁴ Polystyrene

⁵ Polyvinyl chloride

قابلیت حمل این ترکیبات فعال بیولوژیکی را داشته باشند. فیلم‌های خوراکی شامل پلیمرهای طبیعی، مواد فعال بیولوژیکی و عوامل پلاستیک کننده می‌باشد (Ribeiro et al., 2020). در ادامه به انواع مختلف پلیمرهای طبیعی مورد استفاده در تهیه فیلم‌های خوراکی می‌پردازیم.

۲. نتایج اصلی

پلیمرهای پروتئینی

پلیمرهای پروتئینی زیادی در صنایع غذایی به منظور بسته بندی استفاده می‌شود که از آن جمله می‌توان به ژلاتین، سدیم و پتاسیم کازئینات، زئین و کلاژن اشاره کرد. پلیمرهای پروتئینی بیشتر برای بسته بندی مغذیجات و مواد غذایی با حجم کم استفاده می‌گردند. فیلم‌های خوراکی حاصل از این پلیمرها در برابر نفوذ اکسیژن مقاوم هستند ولی نسبت به رطوبت حساس هستند.

پلیمرهای پلی ساکاریدی

- این پلیمرها معمولاً دارای گروه هیدروکسیل در ساختار خود هستند و در برابر نفوذ بخار آب و اکسیژن سد مقاومتی کمی دارند. پلیمرهای بر مبنای سلولز از این دسته ترکیبات هستند. به عنوان مثال متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولوز در تهیه پوشش‌ها و فیلم‌ها قابل استفاده هستند. از ویژگی‌های مثبت فیلم‌های تهیه شده از پلی ساکاریدها میتوان به شفافیت و بی بو و بدون طعم بودن فیلم‌ها اشاره کرد. همچنین این فیلم‌ها منعطف هستند، توانایی پذیرش ترکیبات فعال چرب را دارند و حلالیت مناسبی در محلول‌های آبی دارند. از دیگر ترکیبات این دسته میتوان به نشاسته، کیتوزان و انواع صمغ‌ها اشاره کرد (Kaur et al., 2022). صمغ‌های مورد استفاده برای تهیه فیلم‌های خوراکی شامل صمغ‌های بومی و غیر بومی است. ویژگی‌های کلی صمغ‌ها شامل این موارد است. ۱) از پلی ساکاریدها یا مشتقات آنها ساخته شده‌اند. ۲) در آب محلول هستند. یا در صورت مخلوط شدن با آب به صورت نرم و متورم در می‌آیند. اما در الکل و دیگر حلال‌های آلی نامحلول هست ۳) با حرارت دادن بدون ذوب شدن کاملاً تجزیه می‌شوند و تمایل به سوخته شدن دارند.

انواع صمغ‌های بومی ایران به عنوان بیوپلیمر

صمغ فارسی

صمغ فارسی یک بیوپلیمر طبیعی به دست آمده از درخت پسته وحشی با نام علمی *Amygdalus scoparia* می‌باشد. این درخت بومی ایران است و پسته کوهی هم نامیده می‌شود و در جنگل‌های زاگرس رشد می‌کند. نام دیگر صمغ فارسی، زدو است. این صمغ دارای دو بخش انحلال پذیر در آب (حدوداً ۳۰ درصد) و بخش انحلال ناپذیر در آب (حدوداً ۷۰ درصد) است. این صمغ یک ترکیب پلی ساکاریدی است که در اثر تحریک سیستم دفاعی گیاه بر اثر اتفاقاتی نظیر گزش حشرات، تنش‌های دمایی و رطوبتی توسط گیاه ساخته می‌شود. صمغ فارسی شامل واحدهای پلی ساکاریدی گالاکتوپیرانوزیل^۷ و آرابینوفورانوزیل^۸ است. خواص مختلف صمغ فارسی وابسته به وزن مولکولی و ساختار آن است. از این صمغ به طور سنتی جهت رفع گلودرد، سرفه‌های پی در پی و افزایش دید چشم استفاده می‌شود. صمغ فارسی در رنگ‌های سفید، زرد روشن، زرد نباتی، قرمز و قهوه ای وجود

^۶ Plasticizer

^۷ Galactopyranosyl

^۸ Arabinofuranosyl

دارد و رنگ صمغ در درجه بندی کیفی آن موثر است. هر متر مربع از تاج پوشش درخت بادام کوهی حدود ۲۰ الی ۵۰ گرم صمغ تولید می کند مقداری از آن در داخل کشور مصرف می شود و مابقی با قیمت ناچیز به بسیاری از کشورها صادر می شود (Khezerlou et al., 2021). سراوانی پاک و همکاران در سال ۲۰۲۰ به بررسی فیلم های خوراکی تهیه شده از صمغ فارسی پرداختند. فیلم های تهیه شده از نظر میزان نفوذپذیری بخار آب و خواص فیزیکی مکانیکی بررسی شدند و نتایج نشان داد که هر چه غلظت صمغ فارسی و همچنین عامل پلاستیک کننده ی گلیسرول در فیلم خوراکی بیشتر باشد ضخامت، چگالی و میزان نفوذ پذیری در برابر بخار آب برای فیلم خوراکی بیشتر است. همچنین میزان حلالیت فیلم ها در آب با افزایش میزان گلیسرول کاهش میابد (Pak et al., 2020). از صمغ فارسی به منظور ایجاد پوشش مستقیم روی مواد غذایی به منظور افزایش ماندگاری آن ها نیز استفاده می شود. به عنوان مثال محلولی از قسمت محلول در آب صمغ فارسی به غلظت ۱ و ۲ درصد تهیه شد و از گلیسرول به عنوان عامل پلاستیکی کننده استفاده گردید. این محلول به روی مغز گردوی تازه چیده شده پاشیده شد تا اثر نگهدارندگی صمغ بر روی گردو آزموده شود. گردوها از نظر میزان جذب رطوبت، تغیر وزن، فساد اکسایشی و میزان رشد میکروب مورد بررسی قرار گرفتند. در نتایج این پژوهش به نقش موثر پوشش های حاصل از محلول دو درصد صمغ فارسی در نگهداری مغز گردوی تازه اشاره شده است. پوشش حاصل توانسته بود تا حد زیادی از خروج رطوبت گردوی تازه جلوگیری کند و منجر به ماندگاری بیشتر و بهتر گردوها گردد (راستابی & میرزایی، ۲۰۱۸).

صمغ کتیرا

کتیرا یا تراگاکانت (*Tragacanth*) یک صمغ طبیعی پلی ساکاریدی است که از گونه های مختلف جنس گون (*Astragalus*) بدست می آید. محلول کتیرا معمولاً اسیدی است و محدوده pH آن ۶-۵ و ویسکوزیته ابتدایی صمغ وابسته به pH است که در pH بالای ۴ به حداکثر می رسد. مهمترین کشور تولید کننده ی کتیرا ایران است و سالانه حدود ۳۰۰ تا ۳۵۰ تن صمغ از مبدا ایران صادر می شود. جنس گون شامل بیش از ۲۰۰ گونه گیاهی است. جنس گون معمولاً در مناطق بیابانی و خشک رشد میکند. کتیرا از دو جزء اصلی تشکیل شده است: جزء محلول در آب (تراگاکانتین) و جزء کم محلول در آب (باسورین) بخش نامحلول در آب ظرفیت تورم و تشکیل ژل دارد و بخش تراگاکانتین محلول در آب ایجاد محلول هیدروسل می کند. نسبت جز محلول به نامحلول در انواع مختلف کتیرا متفاوت است. وزن مولکولی کتیرا حدود ۸۴۰ کیلودالتون است صمغ کتیرا کاربردهای مختلفی دارد از جمله آنکه در دارو سازی بعنوان عامل ژل ساز و چسباننده در تهیه قرص ها و داروهای گیاهی و برای ایجاد پوشش اطراف مواد فعال بیولوژیکی و همچنین در صنایع غذای به منظور ایجاد قوام و افزایش دهنده ویسکوزیته و تهیه فیلم ها و بسته بندی های خوراکی کاربرد دارد. در مطالعه ای در سال ۲۰۲۰ خدایی و همکارانش فیلمی خوراکی از کتیرا، صمغ فارسی و ژلاتین تهیه کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از صمغ کتیرا در بسته بندی های خوراکی میزان ضخامت و نفوذپذیری بخار آب فیلم های بسته بندی را کاهش می دهد و از طرف دیگر منجر به افزایش محتوای رطوبتی و تورم پذیری فیلم ها می گردد (Khodaei et al., 2020). در مطالعه دیگری جعفری و همکاران، تاثیر فیلم های خوراکی حاصل از پروتئین سویا و کتیرا بر روی برش های سیب را بررسی کردند و نتایج حاصل حاکی از اثرگذاری فیلم های حاصل در نگهداری برش های سیب بود. به منظور بررسی اثرگذاری بسته بندی های تهیه شده در نگه داری سیب ها، تغییرات وزن برش های سیب و میزان فعالیت آنتی اکسیدانی آن ها در گذار زمان به مدت دوازده روز مورد بررسی قرار گرفت (Jafari et al., 2018).

صمغ گالبانوم

گیاه باریجه با نام علمی *Ferula gummosa* از خانواده چتریان می باشد. ریشه این گیاه شیره ای با ویسکوزیته بالا تولید می کند که به آن در انگلیسی گالبانوم گفته می شود. گیاه باریجه در مناطق کوهستانی و مرکزی ایران می روید و بوم زاد ایران است. در صورتی که کمی بالاتر از ریشه برش داده شود شیرهای زرد رنگ از آن خارج میشود که به مرور و پس از خشک شدن به رنگ سبز، قهوه ای یا زرد-قهوه ای در می آید. این صمغ به عنوان سیستم دفاعی گیاه در اثر آسیب به بافت گیاه و یا گزش نیش حشرات توسط گیاه تولی می گردد. گالبانوم تلخ و اسیدی است و خواص ضد اسپاسم، ضد عفونی کننده و ضد التهابی دارد. این صمغ نیز

مانند دو صمغ قبلی بر پایه پلی ساکارید است و کاربردهای متنوعی در صنایع غذایی و دارویی دارد. در یک مطالعه که توسط حامدی و همکاران صورت گرفت بسته بندی‌های غذایی از صمغ گالبانوم حاوی اسانس گیاه کاکوتی با نام علمی *Ziziphora persica* به منظور نگهداری فیله مرغ تهیه شد و خواص آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی فیلم‌های خوراکی تهیه شده مورد بررسی قرار گرفت. فیلم‌های خوراکی تهیه شده از صمغ گالبانوم که حاوی اسانس گیاه کاکوتی بودند خواص نگهدارندگی مطلوبی از خود نشان دادند (Hamedi et al., 2017).

۳. نتیجه‌گیری

صمغ‌ها ترکیباتی هستند که از متابولیت‌های ثانویه حاصل می‌شوند و بر پایه پلی ساکاریدها هستند. به طور کلی صمغ‌ها دارای خصلت‌های متنوعی نظیر توانایی ژله ای و غلیظ شدن، حفظ رطوبت، امولسیون و تثبیت‌کنندگی هستند. با توجه به ساختار شیمیایی خاص در معده انسان و دام، صمغ‌ها تحت تاثیر آنزیم‌ها قرار نمی‌گیرند، بنابراین انرژی‌زا نیستند. انواع مختلفی از صمغ‌ها وجود دارد که برخی از آن‌ها بومی ایران هستند. از جمله صمغ‌های بومی ایران می‌توان به صمغ فارسی، گالبانوم و کتیرا اشاره کرد. در این مطالعه به انواع مختلف صمغ‌های بومی ایران، منابع تهیه آن‌ها و نقش آن‌ها در نگه داری مواد غذایی اشاره شده است. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت صمغ‌ها به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردی که دارند قابلیت‌های فراوانی برای کاربردهای مختلف در صنایع غذایی دارند.

مراجع

- Hamedi, H., Kargozari, M., Shotorbani, P. M., Mogadam, N. B., & Fahimdanesh, M. (2017). A novel bioactive edible coating based on sodium alginate and galbanum gum incorporated with essential oil of *Ziziphora persica*: The antioxidant and antimicrobial activity, and application in food model. *Food Hydrocolloids*, 72, 35–46.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.05.014>
- Jafari, S., Hojjati, M., & Noshad, M. (2018). Influence of soluble soybean polysaccharide and tragacanth gum based edible coating to improve the quality of fresh-cut apple slices. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(6), e13638.
- Kaur, J., Gunjal, M., Rasane, P., Singh, J., Kaur, S., Poonia, A., & Gupta, P. (2022). Edible Packaging: An Overview. In A. Poonia & T. Dhewa (Eds.), *Edible Food Packaging : Applications, Innovations and Sustainability* (pp. 3–25). Springer Nature Singapore.
https://doi.org/10.1007/978-981-16-2383-7_1
- Khezerlou, A., Zolfaghari, H., Banihashemi, S. A., Forghani, S., & Ehsani, A. (2021). Plant gums as the functional compounds for edible films and coatings in the food industry: A review. *Polymers for Advanced Technologies*, 32(6), 2306–2326.
- Khodaei, D., Oltrogge, K., & Hamidi-Esfahani, Z. (2020). Preparation and characterization of blended edible films manufactured using gelatin, tragacanth gum and, Persian gum. *LWT*, 117, 108617.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108617>
- Pak, E. S., Ghaghelestani, S. N., & Najafi, M. A. (2020). Preparation and characterization of a new edible film based on Persian gum with glycerol plasticizer. *Journal of Food Science and Technology*, 57, 3284–3294.
- Ribeiro, A. M., Estevinho, B. N., & Rocha, F. (2020). Edible films prepared with different

biopolymers, containing polyphenols extracted from elderberry (*Sambucus Nigra* L.), to protect food products and to improve food functionality. *Food and Bioprocess Technology*, 13, 1742–1754.

راستایی، ا. & میرزایی. (۲۰۱۸). تأثیر پوشش دهی با صمغ فارسی بر ماندگاری مغز گردو. *تحقیقات مهندسی صنایع غذایی*. ۱۱(۲)، ۱۰۱–۱۱۱.

الزامات اخلاقی نگارش مقاله

نویسنده / ارسال کننده مقاله آقای / خانم رویا مقیمی کندلوسی متعهد می شود:

- مقاله ارسالی حاصل کار پژوهشی ایشان (و همکاران) بوده و در مواردی که از دستاوردهای تحقیقاتی دیگران استفاده شده، مطابق ضوابط و رویه معمول، مشخصات منابع مورد استفاده درج شده است.
- مقاله ارسالی (یا ترجمه آن) و مقاله‌ای با همپوشانی قابل توجه با این مقاله قبلاً در هیچ مجله و یا کنفرانس ارائه نشده و به طور همزمان نیز در حال ارزیابی در مجله یا کنفرانس دیگری نیست.
- همه نویسندگان مقاله از کلیه محتویات علمی و نیز ترتیب قرارگیری نام و مشخصات و وابستگی شغلی خود در مقاله آگاهی و رضایت کامل دارند.
- چنانچه هر زمان خلاف موارد فوق و یا بروز هرگونه تقلب یا تخلف پژوهشی در رابطه با این مقاله اثبات شود، عواقب ناشی از آن متوجه نویسنده مقاله است و دبیرخانه کنفرانس مجاز است با ایشان (و همکاران) مطابق با ضوابط و مقررات رفتار نموده و هیچ‌گونه ادعایی قابل قبول نخواهد بود.

محل امضا

رویا مقیمی کندلوسی

