



بررسی امکان تولید کاغذ ضدباکتری جهت بسته‌بندی مواد غذایی با عصاره گیاه رزماری (*Rosmarinus Officinalis* L.)

امیرحسین قاسمی کاسمان^۱، نورالدین نظرنژاد^{۲*}، شقایق رضائزاد^۳، سید حسن شریفی^۴

۱- کارشناس ارشد صنایع خمیر و کاغذ، گروه صنایع چوب و فرآورده‌های سلولزی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۲- دانشیار، هیأت علمی، گروه صنایع چوب و فرآورده‌های سلولزی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۳- دکتری صنایع خمیر و کاغذ، گروه صنایع چوب و فرآورده‌های سلولزی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۴- استادیار، هیأت علمی، گروه صنایع چوب و فرآورده‌های سلولزی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ‌های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۹

کلمات کلیدی:

کاغذ آنتی باکتریال،

عصاره گیاهی،

التراسونیک،

سوکسوله،

رزماری.

تغییر الگوی مصرف غذا و استفاده گسترده از غذاهای بیرونی و فست فودها، از طرفی جهانی شدن تجارت غذا و حمل غذا در مسافت‌های طولانی، چالش‌های بزرگی را متوجه ایمنی و کیفیت غذا کرده است. یکی از مهم‌ترین موارد استفاده از کاغذ در صنایع بسته بندی مواد غذایی می‌باشد طوریکه بتواند مواد بسته‌بندی شده را از مرحله تولید تا رسیدن به دست مشتری سالم نگه دارد. عصاره گیاهان دارویی، قابلیت ایجاد خاصیت ضدباکتریایی دارند. در این پژوهش از عصاره گیاه رزماری جهت ایجاد خاصیت ضد باکتریایی استفاده شد. استخراج عصاره گیاهی با دو روش سوکسوله و التراسونیک انجام گردید. در روش سوکسوله، از پودر خشک رزماری در دو زمان ۴ و ۶ ساعت و در روش التراسونیک از دو دامنه آمپلیتوت ۴۰ و ۶۰ برای عصاره‌گیری استفاده شد. سپس کاغذها با عصاره تهیه شده در دو مقدار ۱۵ و ۲۰ درصد بر اساس وزن خشک کاغذ تیمار شدند. در نهایت بررسی ویژگی ضدباکتریایی در کاغذ مورد آزمون با دو باکتری اشریشیاکلای و استافیلوکوکوس اورئوس انجام شد. در کاغذهای تیمار شده با عصاره رزماری استخراج شده به روش سوکسوله، هاله عدم رشد باکتری برای هر دو باکتری تشکیل شد. بیشترین قطر هاله عدم رشد برای باکتری‌های اشریشیاکلای و استافیلوکوکوس اورئوس، در زمان استخراج ۶ ساعت و مقدار مصرف ۲۰ درصد بر اساس وزن خشک کاغذ بترتیب به اندازه ۲۲ و ۲۰ میلی‌متر مشاهده شد. در نمونه‌های کاغذ تیمار شده با عصاره استخراج شده به روش التراسونیک، بیشترین قطر هاله عدم رشد برای باکتری اشریشیاکلای در آمپلیتوت ۴۰ و زمان ۹ دقیقه و به اندازه ۲۰ میلی‌متر بود. همچنین بیشترین قطر هاله عدم رشد برای باکتری استافیلوکوکوس اورئوس در آمپلیتوت ۴۰ و زمان ۹ دقیقه و به اندازه ۲۰ میلی‌متر بوده است. کروماتوگرافی گازی وجود مواد ضدباکتری بورئول، کامفر و بورئیل استات در عصاره رزماری را تأیید کردند.

DOI: 10.22034/FSCT.19.133.103
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.9.4

* مسئول مکاتبات:

nazarnezhad91@gmail.com

۱- مقدمه

کاغذ نقش مهمی در رفع نیازهای روزمره زندگی انسان دارد. یکی از مهم‌ترین موارد استفاده از کاغذ در صنایع بسته بندی می‌باشد که در آن باید از فاسد نشدن و از بین نرفتن موادی که مورد بسته‌بندی قرار گرفته‌اند از مرحله تولید تا رسیدن به دست مشتری اطمینان حاصل کرد [۱]. در گذشته مواد تولید شده از پلاستیک جهت بسته‌بندی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. دانشمندان پس از پژوهش‌های گسترده روی ویژگی‌های آنها، به این نتیجه رسیدند که این مواد دارای خطرات زیست محیطی فراوانی هستند. به این جهت پژوهش برای جایگزینی این مواد مورد توجه دانشمندان قرار گرفت. پس از مطالعات فراوان، جهت بسته‌بندی از کاغذهای مخصوص با ترکیب نانومواد فلزی و پلاستیکی استفاده شد. مواد پلاستیکی از نفت سنتز شده و قابلیت تجدیدپذیری ندارند و این مساله نگرانی‌های زیست محیطی زیادی به وجود آورده است. دانشمندان در جستجوی مواد تجدیدپذیر و دوست‌دار محیط زیست هستند. امروزه استفاده از پوشش‌های زیست تخریب پذیر برای کاغذ و مقوا مورد توجه زیادی قرار گرفته است بطوریکه برای بسته‌بندی‌های مواد غذایی و بهداشتی جایگزین مناسبی شده است [۲].

هدف از بسته‌بندی مواد غذایی جلوگیری از فساد باکتریایی و از دست دادن مواد مغذی و در نتیجه، افزایش مدت زمان ماندگاری آنها است [۱]. بسته‌بندی عبارت است از محافظتی که سلامت کالای محتوی خود را پس از تولید تا مرحله مصرف حفظ می‌نماید. از طرف دیگر بسته‌بندی نقش شناساندن کالا به خریدار را دارد. برای موادی مانند نان، فرآورده‌های لبنی، گوشت، مواد غذایی خشک، غلات، شکلات و غیره از مواد بسته‌بندی همچون فلزات، مواد پلاستیکی، کاغذ و مقوا استفاده می‌شود که روز به روز تنوع آنها رو به افزایش است [۳]. در گذشته محفوظ بودن محصول، به عنوان بسته‌بندی محسوب شده، در حالی که پس از مدتی مزیت‌های ماندگاری، زیبایی و چاپ مرغوب به آن افزوده شد. برخی از مواد محافظتی، خواص مقاومتی لازم را داشته و بعضی به علت سبکی استفاده می‌شوند. البته در بسته‌بندی مواد غذایی، خواص ممانعتی نسبت به هوا (اکسیژن و دی اکسید کربن)، رطوبت (آب و بخار آب) و حرارت جهت افزایش عمر

مفید مواد غذایی ضروری بوده و جهان نیازمند بسته‌بندی است. به‌علاوه در آینده بسته‌بندی غذا تقاضای صعودی خواهد داشت [۴]. علاوه بر این، ایجاد خاصیت ضدباکتریایی در کاغذهای مورد استفاده در بسته‌بندی مواد دارویی و غذایی، ازآلودگی محصول به باکتری و تخریب آن در طول ذخیره‌سازی و حمل و نقل نیز جلوگیری خواهد کرد [۵].

یکی از منابع مهم و تجدیدپذیر جهت ایجاد ویژگی ضد باکتری در کاغذهای مورد استفاده در بسته‌بندی، گیاهان دارویی می‌باشند. این گیاهان جزو ذخایر طبیعی هستند که به فراوانی یافت می‌شوند. نوع، تعداد و تنوع گونه‌ها بر اساس شرایط و موقعیت جغرافیایی هر منطقه متفاوت است. استفاده از فرآورده‌های گیاهی در سال‌های اخیر به دلیل اثبات اثرات مخرب و جانبی داروهای شیمیایی و ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی، افزایش چشمگیری داشته است [۶]. از بین تمام مواد شناسایی شده موجود در ترکیبات اندام گیاهی، ترکیبات فنولی یا ترکیبات ثانویه بدون نیتروژن، بیشترین و مهم‌ترین موادی هستند که دارای آثار گوناگون بیولوژیک از جمله فعالیت ضد باکتریایی هستند. مطالعات انجام شده نشان داده است که بسیاری از گیاهان خانواده نعناع مانند رزماری، آویشن و پونه دارای خاصیت ضد میکروبی هستند، عصاره این گیاهان حاوی ترکیباتی مانند فنیل پروپانویید گلوکوزید، پلی‌استیلن، دی‌ترین‌ها، فلاونوئید، پلی‌فنول‌ها و فلاون‌گلیکوزید است. این ترکیبات در فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی دخالت دارند [۷]. گیاهان دارویی دارای ترکیبات ثانویه وسیعی هستند که اغلب دارای فعالیت زیستی مهمی می‌باشند. به دلیل استفاده گسترده عصاره‌های گیاهی در داروسازی، فناوری‌های مربوط به عصاره‌گیری به طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفتند. گیاه رزماری (*Rosmarinus Officinalis* L.) متعلق به خانواده نعناعیان است. رزماری غنی از ترکیبات فنلی بوده و علیه باکتری‌های گرم مثبت و منفی اثرات ضد میکروبی خوبی از خود نشان می‌دهد. علاوه بر خواص ضد باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی خواص ضدجش‌زایی نیز دارد [۸]. عصاره‌ی این گیاه در ۴ ساعت اول رشد باکتری‌ها اثرات ضد میکروبی خود را نشان می‌دهد و می‌توان از این گیاه به عنوان نگهدارنده طبیعی مواد غذایی استفاده نمود [۹].

هدف از این مطالعه تهیه عصاره گیاه رزماری با دو روش

سوکسوله و التراسونیک و بررسی تأثیر میزان ترکیبات موجود در عصاره‌ها بر فعالیت ضدباکتریایی کاغذهای بسته‌بندی تهیه شده علیه سویه‌های استاندارد باکتریایی استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیاکلاهی می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

ورق کرافت الیاف بلند از کارخانه چوب و کاغذ مازندران تهیه شد. پودر خشک گیاهان آویشن شیرازی و رزماری از محوطه آموزشی و گلخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری تهیه شد. اتانول (با خلوص ۹۹ درصد) از شرکت مرک تهیه شد.

۲-۲- روش کار

۲-۲-۱- آماده سازی نشاسته کاتیونی

جهت آماده‌سازی نشاسته کاتیونی درصد رطوبت نشاسته محاسبه و ۰،۰۴۸ گرم بر مبنای وزن خشک به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده و در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳۰ دقیقه تحت هم زدن پیوسته قرار داده شد. پس از طی زمان آزمایش، ۱۰۰ میلی‌لیتر آب هم دما به محلول اضافه شد [۱۰].

۲-۲-۲- آماده سازی خمیر الیاف بلند

ابتدا ورق کاغذ کرافت الیاف بلند را به اندازه کوچک و حدود یک در یک سانتی‌متر خرد کرده و به آن آب مقطر اضافه شد تا الیاف خیس بخورد. مخلوط آب و خرده کاغذ به مدت ۲۴ ساعت کنار گذاشته شد و پس از آن به وسیله هم‌زن، به خوبی هم‌زده شد تا الیاف از هم جدا شود. خمیر کاغذ با دستگاه پالایشگر آزمایشگاهی PFI-MILL ساخت اتریش برای رسیدن به درجه روانی ۴۵۰ میلی‌لیترپالایش شد.

۲-۲-۳- تهیه عصاره به روش التراسونیک

۱۰ گرم از پودر خشک اندام هوایی گیاه‌رزماری به همراه ۱۰۰ میلی‌لیتر از حلال اتانول در بشر ریخته شد. سپس مخلوط در دمای آزمایشگاه و در سه سطح زمانی ۳، ۶ و ۶ دقیقه به وسیله التراسونیک با دو دامنه (Amplitude) ۱۴۰ و ۶۰ تیمار شد. در نهایت حلال تبخیر شده و ماده جامد آن جمع‌آوری گردید [۱۱].

۲-۲-۴- تهیه عصاره به روش سوکسوله

در روش استخراج عصاره گیاهی با استفاده از سوکسوله، از ۱۰ گرم پودر خشک اندام هوایی گیاه‌رزماریبا حلال اتانول، در مدت زمان‌های ۴ و ۶ ساعت استفاده شد. در نهایت حلال تبخیر شده و ماده جامد آن جمع‌آوری شد [۱۱].

۲-۲-۵- ساخت کاغذ دست‌ساز

کاغذ دست‌ساز با گراماژ ۱۲۰ گرم بر متر مربع بر طبق استاندارد شماره T205 sp-95 از آیین‌نامه TAPPI تهیه شد. بدین جهت ۲۴ گرم خمیرکاغذ پالایش شده بر اساس وزن خشک را به بشر انتقال داده و سپس نشاسته کاتیونی به آن افزوده شد. جهت اختلاط بهتر نشاسته کاتیونی، سوسپانسیون خمیرکاغذ و نشاسته به مدت ۱۰ دقیقه هم‌زده شد. سپس عصاره گیاهان دارویی به مقدار ۱۵ و ۲۰ درصد بر اساس وزن خشک خمیرکاغذ روی سطح کاغذ اسپری شده و به مدت ۲۴ ساعت هوا خشک شد.

۲-۲-۶- آزمون ضد باکتری

در این آزمون هاله عدم رشد باکتری‌های گرم مثبت و منفی اشرشیاکلاهی و استافیلوکوکوس اورئوس اندازه گیری و نتایج بدست آمده ثبت شد.

۲-۲-۷- آزمون طیف سنجی زیر قرمز تبدیل فوری

(FTIR) و کروماتوگرافی گازی (GC-MASS)

جهت بررسی ساختار شیمیایی کاغذ و عصاره استخراج شده از طیف زیر قرمز تبدیل فوری (FTIR) استفاده شد. طیف نمونه‌ها با دستگاه طیف‌سنج زیر قرمز تبدیل فوری مدل Cary 630، ساخت شرکت Agilent گرفته شد. همچنین جهت بررسی ترکیبات تشکیل دهنده عصاره گیاه رزماری با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC-MASS) مدل N7890 ساخت شرکت Agilent انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- کروماتوگرافی گازی

شکل و جدول ۱ کروماتوگرام گازی و ترکیبات شیمیایی موجود در عصاره گیاه رزماری استخراج شده با دستگاه التراسونیک را نشان می‌دهد. تفکیک ترکیبات تشکیل دهنده اسانس در دستگاه کروماتوگرافی گازی، براساس نقطه جوش می‌باشد. هرچه وزن

1059 cm^{-1} و 3414 cm^{-1} مشاهده شد که به ترتیب مربوط به پیوند کششی لرزشی کربن - اکسیژن - کربن و گروه هیدروکسیل آزاد می باشد [۱۳ و ۱۴]. پیک در محدوده cm^{-1} 2900 مربوط به گروه کششی کربن - هیدروژن است. همچنین پیک در محدوده cm^{-1} 1385 مربوط به پیوند گلکوزیدیک بین واحدهای سلولز می باشد [۱۵]. در دو نمونه تیمار شده با عصاره رزماری پیک های در طول موج های cm^{-1} 1027.71، 1685.803 و 2851.522 نشان دهنده ساختارهای کربن - نیتروژن، کربن - اکسیژن و گروه های هیدروکسیل می باشند.

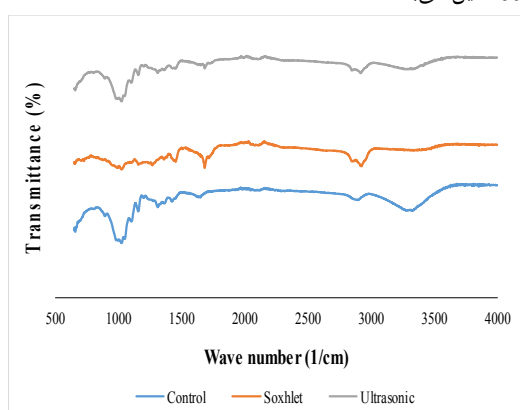


Fig2 FTIR of papers with Rosemary extraction by soxhlet, ultrasonic methods and control paper.

۳-۳-آزمون ضدباکتریایی کاغذ حاوی عصاره

رزماری استخراج شده به روش سوکسوله

جدول ۲ و شکل ۳ به ترتیب مقدار قطر هاله عدم رشد باکتری های اشرشیاکلائی و استافیلوکوکوس اورئوس و آزمون ضد باکتریایی کاغذهای تیمار شده برای کاغذهای تیمار شده با عصاره رزماری را نشان می دهد. اندازه قطر هاله عدم رشد برای زمان ۴ ساعت و درصدهای عصاره اعمال شده در کاغذ با مقادیر ۱۵ و ۲۰ درصد بر روی باکتری اشرشیاکلائی و استافیلوکوکوس اورئوس به ترتیب ۱۸، ۲۰، ۱۳ و ۱۴ میلی متر است و اندازه قطر هاله عدم رشد برای زمان عصاره گیری ۶ ساعت و با مقادیر ۱۵ و ۲۰ درصد بر روی باکتری اشرشیاکلائی و استافیلوکوکوس اورئوس به ترتیب ۲۰، ۲۲، ۱۳ و ۲۰ میلی متر است. همانطور که در نمودارها مشاهده می شود با افزایش زمان عصاره گیری و همچنین افزایش مقدار مصرف عصاره در کاغذها قطر هاله عدم

ترکیب مولکولی کمتر و فرارتر باشد زودتر از دستگاه خارج می شود و اگر ترکیبی سنگین تر باشد، دیرتر خارج می شود. به طور کلی عمده ترین ترکیبات موجود در رزماری را 1-8- سینئول، بورنئول، کامفر، بورنیل استات، آلفا و بتا پینن تشکیل می دهند [۱۲]. در طیف کروماتوگرافی مربوط به گیاه رزماری، در مجموع ۲۱ ترکیب شناسایی شد که بیشترین آن ها در جدول ۱ نشان داده شده است. مهم ترین ترکیبات مشاهده شده که دارای ویژگی ضد باکتریایی هستند شامل بورنئول، کامفر و بورنیل استات می باشد.

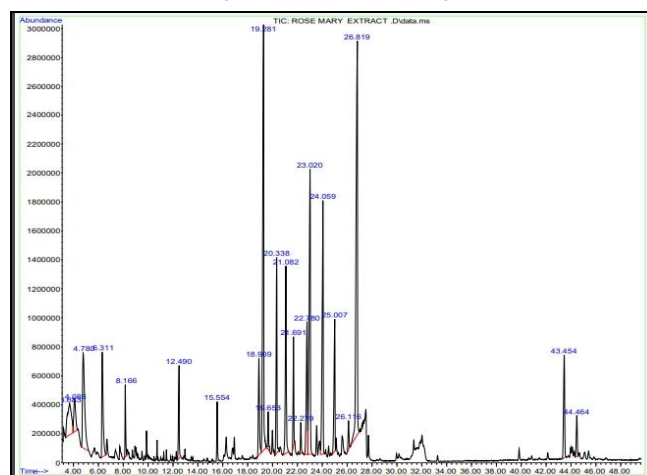


Fig 1 The components chromatogram of Rosemary extraction by ultrasonic.

Table 1 The components of Rosemary extraction by ultrasonic.

Components	Time (min)	Percentage (%)
Camphor	3.684	3.75
Bornyl acetate	4.778	6.14
Borneol	3.684	3.75
Acetyl	18.907	3.06
Silane, dimethyl	20.339	4.85
Komaroine	24.095	7.90
Diisooctyl phthalate	26.820	16.62

۳-۲-طیف سنجی زیر قرمز تبدیل فوری (FTIR)

شکل ۲ طیف حاصل از کاغذهای تیمار شده با عصاره استخراج شده از گیاه رزماری را با روش های مختلف نشان می دهد. پیک هایی در هر سه نمونه کاغذ شاهد و تیمار شده در محدوده

ترکیبات ترپنی و پارتنوئیدی علاوه بر این کهبک آنتی پاتوزن در رفع عفونت های باکتریایی، قارچ و آفات هستند، به عنوان یک ماده مؤثر در درمان میگرن و سرطان محسوب می شوند [۷]. ولید و همکاران، ۲۰۲۱ در تحقیق بر روی ویژگی ضد باکتریایی فیلم های حاوی عصاره متانولی رزماری علیه باکتری اشرشیاکلاهی به نتیجه مشابهی دست پیدا کردند. فیلم های تیمار شده مانع رشد باکتری شدند. قطر هاله عدم رشد برای نمونه فیلم حاوی ۲ درصد عصاره رزماری ۱۴،۳۳ میلی متر بود [۱۸].

رشد باکتری ها افزایش یافته است. از بین تمام مواد شناسایی شده موجود در ترکیبات مؤثر اندام گیاهان، ترکیبات فنولی یا ترکیبات ثانویه بدون نیتروژن، بیشترین و مهم ترین موادی هستند که دارای آثار گوناگون بیولوژیک از جمله فعالیت ضد باکتریایی مؤثر هستند [۱۶]. مهم ترین ترکیبات فنولی موجود در گیاه رزماری شامل کارنوسول، رزمارینیک اسید و کافنیک اسید می باشد. همچنین مهم ترین ترکیبات فلاونوئیدی شامل دیوسمین، لوتولین، کامفور، بورنئول، سینئول و انواع ترپن ها هستند که ویژگی ضد باکتریایی را در این گیاه به وجود می آورند [۱۷]. این

Table 2 The inhibition zone diameter of papers with Rosemary extraction by soxhlet method for *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria.

Time (h)	consumption	Inhibition zone diameter (mm)	
		<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
4	15 %	18	13
	20 %	20	14
6	15 %	20	13
	20 %	22	20

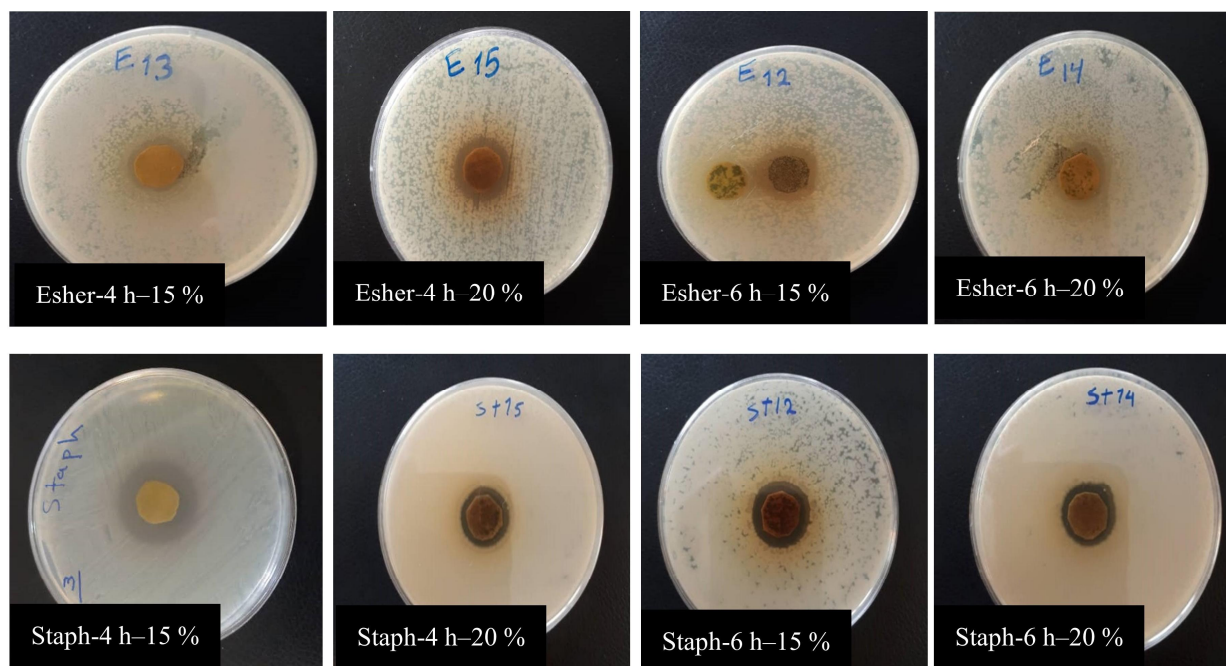


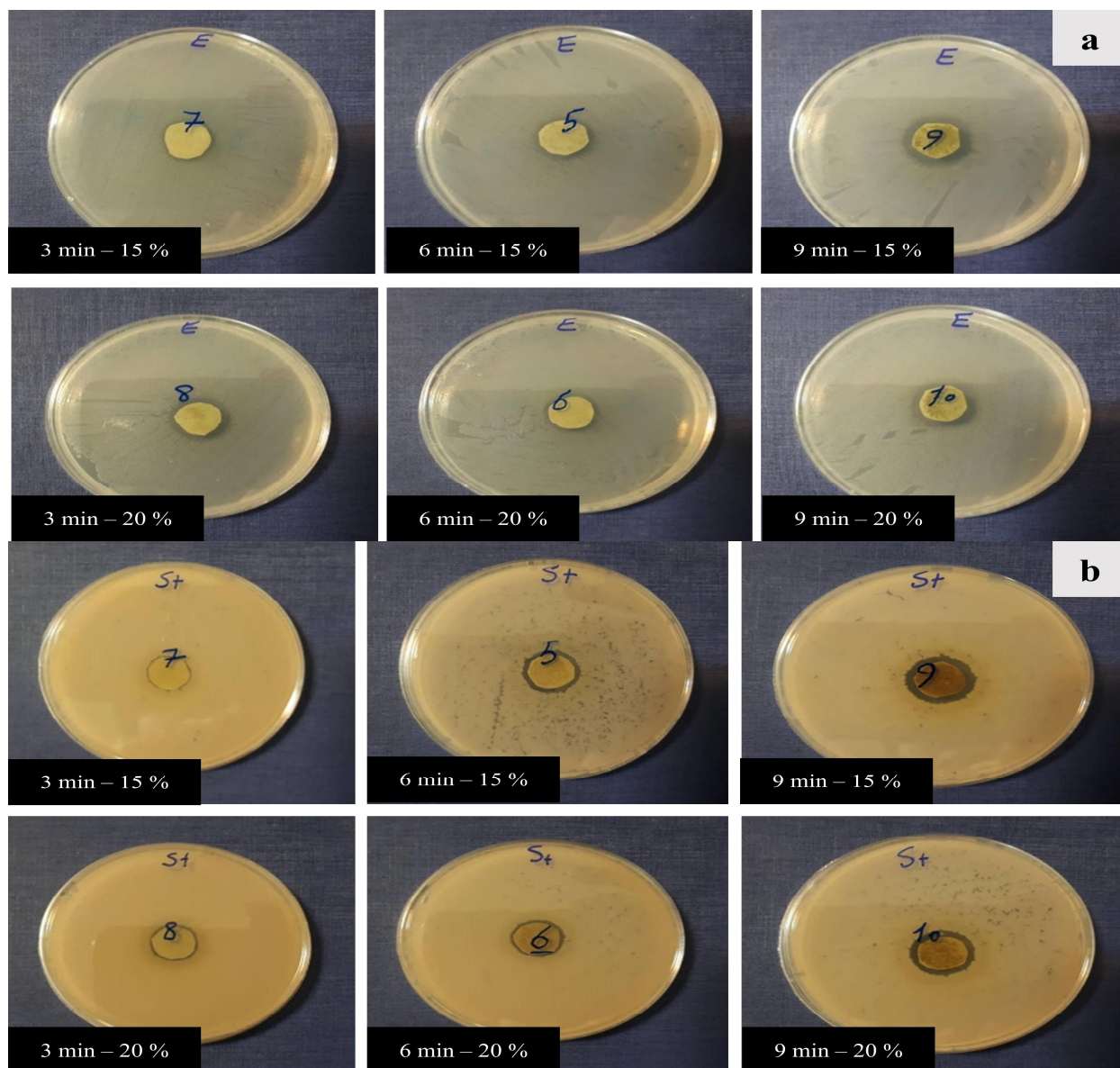
Fig 3 The antibacterial reaction test of papers with Rosemary extraction by soxhlet method for *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria.

باکتری های اشرشیاکلاهی و استافیلوکوکوس اورئوسو آزمون ضد باکتریایی کاغذ های تیمار شده با عصاره رزماری استخراج شده در زمان های ۳، ۶ و ۹ دقیقه با دستگاه التراسونیک در دانه ۴۰ را نشان می دهد.

۳-۴- آزمون ضد باکتریایی کاغذ حاوی عصاره رزماری استخراج شده به روش التراسونیک
جدول ۳ و شکل a و b به ترتیب مقدار قطر هاله عدم رشد

Table 3 The inhibition zone diameter of papers with Rosemary extraction by ultrasonic method with 40 amplitudes for *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria.

Amplitudes	Time (min)	consumption	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
40	3	15 %	14	11
		20 %	16	14
	6	15 %	15	16
		20 %	15	14
	9	15 %	17	17
		20 %	20	20

**Fig 4** The antibacterial reaction to *Escherichia coli* (a), and *Staphylococcus aureus* bacteria (b) by ultrasonic method with 40 amplitudes.

بیشترین اندازه قطر هاله عدم رشد در دامنه ۴۰ برای باکتری اشرشیاکلاهی و استافیلوکوکوس اورئوس در زمان ۹ دقیقه و غلظت ۲۰ درصد، ۲۰ میلی‌متر است. مطالعات انجام شده نشان داده است که بسیاری از گیاهان خانواده نعناع مانند رزماری دارای اثرات ضد میکروبی می‌باشند، عصاره این گیاهان حاوی ترکیباتی مانند فنیل پروپانویید، گلوکوزید، پلی استیلن، دی‌ترین‌ها، فالونوئید، پلی فنول‌ها و فالون گلیکوزید است. این ترکیبات در فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی دخالت دارند و از زمان‌های گذشته در طب سنتی مورد استفاده بوده‌اند [۷]. رزماری یکی از گونه‌های گیاهی است که دارای مقادیر زیادی آنتی‌اکسیدان بوده و قابلیت استفاده در مقابله با انواع سرطان و میکروب‌ها را دارد. ویژگی آنتی‌اکسیدان‌های موجود در عصاره این گیاه با توجه به شرایط رشد، منطقه جغرافیایی رویش، آب و هوا، ژنتیک، تاریخ برداشت و فرآیند استخراج متفاوت است [۱۷].

جدول ۴ و شکل ۵a و b به ترتیب مقدار قطر هاله عدم رشد باکتری‌های اشرشیاکلاهی و استافیلوکوکوس اورئوس و آزمون ضد باکتریایی کاغذهای تیمار شده با عصاره رزماری استخراج شده در زمان‌های ۳، ۶ و ۹ دقیقه با دستگاه التراسونیک در دامنه ۶۰ را نشان می‌دهد. بیشترین اندازه قطر هاله عدم رشد در دامنه ۶۰ برای باکتری اشرشیاکلاهی و استافیلوکوکوس اورئوس در زمان ۳ دقیقه و غلظت ۲۰ درصد، به ترتیب ۱۹ و ۱۸ میلی‌متر است. عصاره و اسانس گیاهان دارویی مانند رزماری به دلیل خاصیت میکروبی بر ضد باکتری‌های پاتوژن نظیر استافیلوکوکوس

اورئوس موجود در غذا، می‌توانند جهت نگهداری سالم غذاهای آماده به کار روند [۸]. به طور کلی برخی خواص موجود در اسانس‌های گیاهی وجود دارد که منجر به خاصیت آنتی‌باکتریال می‌گردد. اولین خواص عصاره و اسانس گیاهی، خاصیت آب‌گریزی است که موجب نفوذ این ماده در لپیدهای شای سلول‌های باکتری می‌شود و ساختمان سلولی را مختل نموده و موجب خروج و نشت یون‌ها و دیگر محتویات سلولی می‌شود. همچنین مواد فنولیک موجود در عصاره گیاهان مانند کارواکرول، اوژنول و تیمول، سبب آسیب به غای سیتوپلاسمی سلول شده و نیروی پروتونی و جریان الکتریکی سلول را بر هم زده و محتویات سلولی را منعقد می‌سازد. ویژگی دیگر این عصاره‌ها، اتصال گروه کربونیک آنها به پروتئین‌های سلولی و جلوگیری از نقش آمین اسید و دکربوکسیلاز در باکتری‌ها می‌باشد [۸]. عملکرد ویژگی ضد باکتریایی عصاره رزماری روی باکتری‌های گرم منفی بیشتر از گرم مثبت است. این ویژگی با افزایش غلظت عصاره رزماری افزایش می‌یابد [۱۷]. همانطور که در جدول ۴ نیز مشاهده می‌شود، عملکرد ضد باکتریایی عصاره رزماری در مقدار مصرف ۲۰ درصد بر اساس وزن خشک کاغذ و برای باکتری گرم منفی اشرشیاکلاهی بهتر است. نمونه‌های تیمار شده با عصاره رزماری استخراج شده در زمان ۹ دقیقه، عملکرد ضد باکتریایی علیه دو باکتری نشان ندادند. این واکنش ممکن است به علت تخریب مواد ضد باکتریایی موجود در عصاره رزماری در زمان استخراج عصاره باشد.

Table 4 The inhibition zone diameter of papers with Rosemary extraction by ultrasonic method with 60 amplitudes for *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria.

Amplitudes	Time (min)	consumption	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
60	3	15 %	15	17
		20 %	19	18
	6	15 %	13	12
		20 %	17	14
	9	15 %	0	0
		20 %	0	0

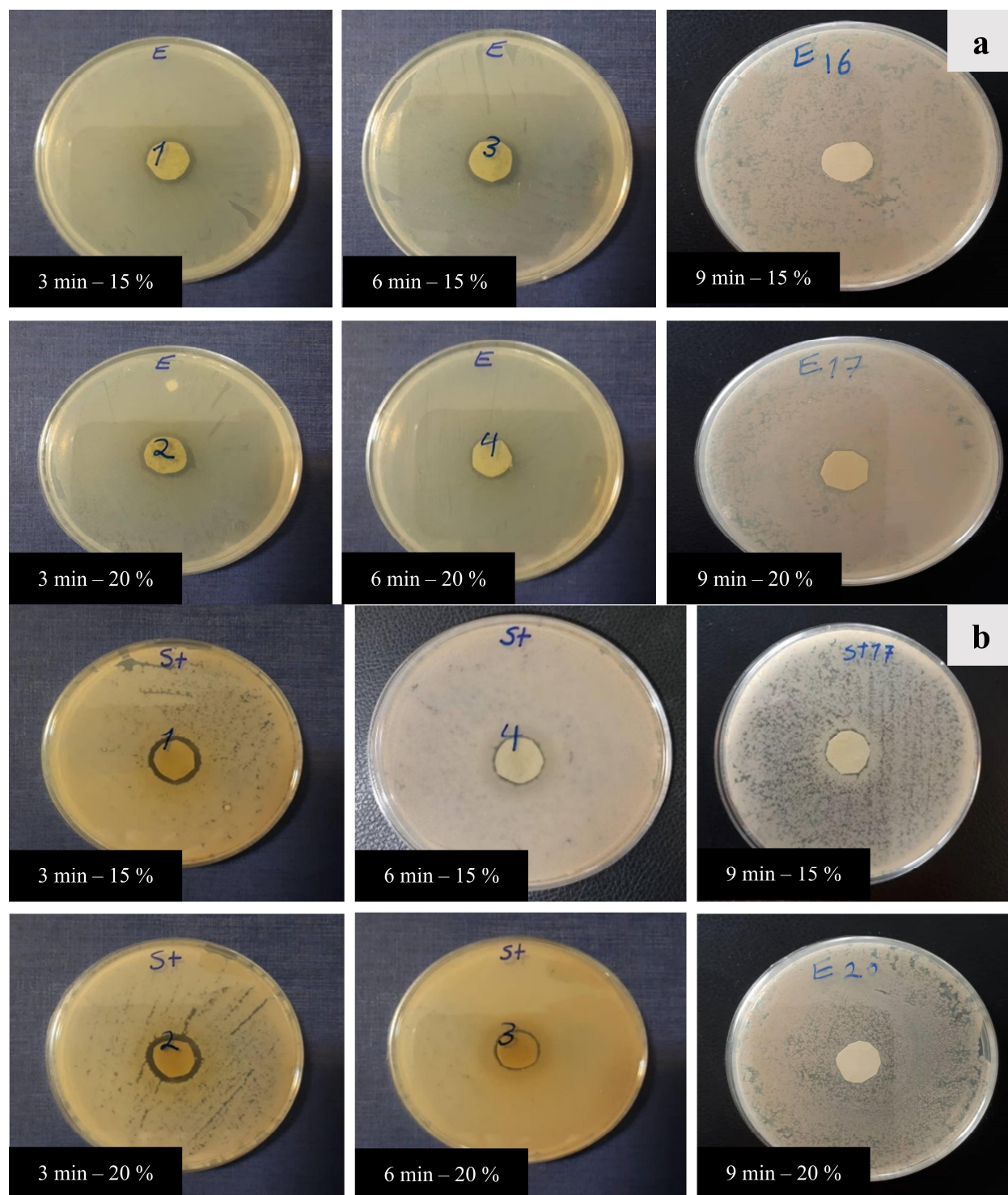


Fig 5 The antibacterial reaction to *Escherichia coli* (a), and *Staphylococcus aureus* bacteria (b) by ultrasonic method with 60 amplitudes.

۴- نتیجه گیری

شده به دو روش سوکسوله و التراسونیک در ساخت کاغذ بسته بندی ضد باکتریایی بر روی دو باکتری اشریشای کولای و استافیلوکوکوس اورئوس مورد مطالعه قرار گرفت. کاغذهای

در این پژوهش، تأثیر استفاده از عصاره گیاه رزماری استخراج

vitro assessment of herbal extracts in Fasa-Fars province. Journal of Fasa University of Medical Sciences, 6 (2): 210-220.[8] Razavi, N., Molavi Choobini, Z., Salehian-Dehkordi, M. and Saleh Riyahi, S. (2016). Overview of the antibacterial properties of essential oils and extracts of medicinal plants in Iran. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences, 17: 41-52.

[9] Mashreghi, M. and Momtazi, F. (2012). Comparison of the antibacterial effects of various concentrations of alcoholic extracts of *Rosmarinus officinalis*, *Hypericum perforatum* and *Carthamus tinctorius* on the growth phases of *Escherichia coli* O157. Journal of Rafsanjan University of Medicine Science, 11(2): 103-114.

[10] Rezanezhad, SH. (2021). Production and Evaluation of Papers with Magnetized Fibers and Coated with Magnetized Biodegradable Nanocomposites. Ph. D. Thesis, Sari Agricultural and Natural Resources University, 199 p.

[11] Majidaee, E., Hosseini Talei, S. R., Gholamnezhad, S. and Ebrahimzadeh, M. A. (2020). Comparing the Effect of Different Extraction Methods and the Role of Solvent Polarity on Total Phenolic and Flavonoid Contents and Antioxidant Activities of *Ferula persica*. Journal of Mazandaran University of Medicine Science, 30(188): 26-39.

[12] Soltan Dallal, M., Yazdi, M., Aghaamiri, S., Haghighat Khajavi, S., Abedi Mohtasab, T. and Amin Harati, F. (2014). Antimicrobial effect of *Zataria multiflora* and *Rosmarinus officinalis* on antibiotic-resistant *Staphylococcus aureus* strains isolated from food. Journal of Medical Plants, 4 (52): 41-47.

[13] Li, Y., Zhu, H., Gu, H., Dai, H., Fong, Zh., Weadock, J. N., Gou, Zh. and Hu, L. (2013). Strong transparent magnetic nanopaper prepared by immobilization of Fe_3O_4 nanoparticles in a nanofibrillated cellulose network. Journal of materials chemistry A, 1: 15278-15283.

[14] Haniffa, M. A. C. M., Ching, Y. C., Chuah, C. H., Ching, K. Y., Nazri, N., Abdullah, L. C. and Nai-Shang, L. (2017). Effect of TEMPO – oxidation and rapid on thermo – structural properties of nanocellulose. Carbohydrate

تیمار شده با عصاره رزماری استخراج شده با هر دو روش و بر روی هر دو باکتری خاصیت ضدباکتری نشان دادند. ولی عملکرد ضد باکتریایی کاغذهای تیمار شده با عصاره استخراج شده به روش دستگاه التراسونیک بهتر بود. بنابراین استفاده از عصاره رزماری استخراج شده با روش التراسونیک بدلیل زمان کم لازم برای عصاره‌گیری و ایجاد هاله عدم رشد مناسب برای هر دو باکتری، برای ضدباکتری کردن کاغذهای بسته بندی پیشنهاد می‌گردد.

۵-منابع

[1] Afra, A. and Narchin, P. (2016). Study of antibacterial effects and physical properties of paper coated with nanoclay and homogenized nanoclay. Iranian Wood & Paper Industries, 7 (2): 561-572.

[2] Asadi Khansari, R. and Dehghani, M. (2013). Introduction of new paper and packaging materials in food production packaging. Scientific Journal of Packaging Science and Art, 4 (16): 46-57.

[3] Mohsenzadeh, M. (2009). Packaging and food safety. Quality Control Magazine, 16-18.

[4] Azizi, S., Ahmad, M., Mahdavi, M. and Abdolmohammadi, S. (2013). Preparation, characterization, and antimicrobial activities of ZnO nanoparticles/ cellulose nanocrystal nanocomposites. Bioresources, 8(2): 1841-1851.

[5] Ma, Y., Liu, P., Si, C. And Liu, Z. (2010). Chitosan nanoparticles: preparation and application in antibacterial paper. Journal of Macromolecules Science, Part B: Physics, 49(5): 994-1001.

[6] Akhbari, M., Aghajani, Z., Karimi, A. and Mazoochi, A. (2015). Composition analysis of essential oil and biological activity of oily compounds of *Mentha longifolia*. New Cellular and Molecular Biotechnology Journal, 6 (12): 59-66.

[7] Ahmadi, E., Abdollahi, A., Najafipour, S., Meshkibaf, M. H., Fasihi-Ramandi, M., Namdar, N., Abdollahi S., Mousavi, S. M., SamiZadeh, B. and Allahverdi, G. H. (2016). Surveying the effect of the phenol compounds on antibacterial activity of herbal extracts: in

- [17] Kloy, A., Ahmad, J., Yusuf, U. and Muhammad, M. (2020). Antibacterial Properties of Rosemary (*Rosmarinus Officinalis*). *South Asian Research Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(1): 4-7.
- [18] Walid, V., Malgorzata, N., Katarzyna, R., Piotr, B., Ewa, O. L., Izabela, B., Wissem, A. W., Majdi, H., Slim, J., Karima, H. N., Dorota, W. R. and Moufida, S. T. (2021). Effect of rosemary essential oil and ethanol extract on physicochemical and antibacterial properties of optimized gelatin–chitosan film using mixture design. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46:e16059.
- Polymers, 173: 91–99.
- [15] Liu, K., Nasrallah, J., Chen, L., Huang, L. and Ni, Y. (2015). Preparation of CNC-dispersed Fe_3O_4 nanoparticles and their application in conductive paper. *Carbohydrate Polymers*, 126: 175–178.
- [16] Randhir, R., Lin, Y. T. and Shetty, K. (2004). Phenolics, their antioxidant and antimicrobial activity in dark germinated fenugreek sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 13: 295–307.



Investigating the Possibility of Producing Antibacterial Paper for Food Packaging with Rosemary (*Rosmarinus Officinalis L.*) Extract

Ghasemi, A. H. ¹, Nazarnezhad, N. ^{2*}, Rezanezhad, Sh. ³, Sharifi, S. H. ⁴

1. Master degree, Wood and Cellulose Product Department, Sari Agricultural and Natural Resources University, Iran.
2. Corresponding Author, Associated Professor, Wood and Cellulose Product Department, Sari Agricultural and Natural Resources University, Iran.
3. Ph.D., Pulp and Paper Industry, Wood and Cellulose Product Department, Sari Agricultural and Natural Resources University, Iran.
4. Assistant Professor, Wood and Cellulose Product Department, Sari Agricultural and Natural Resources University, Iran.

ABSTRACT

Change in the food consumption's pattern and the widespread use of the fast foods, as well as, the globalization of the food trade and the transportation of food over the long distances have brought great challenges to the safety and quality of the foods. One of the most important uses of the papers is the food packaging industry to keep the health and quality of the packaged materials from the production step to the customer. The extract of medicinal plants has the ability to create antibacterial properties. In this research, rosemary extract was used to produce the antibacterial papers. Extraction of plant was done by using soxhlet extractor and ultrasonic. In the soxhlet method, the dry powder was extracted at 4 and 6 hours and in the ultrasonic method, 40 and 60 powers were used for extraction. Then the papers were treated with plant extract prepared in two amounts of 15 and 20% based on the dry weight of the paper. The antibacterial properties of the papers were investigated with *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria. All the papers treated with rosemary extracted by soxhlet method showed antibacterial property. Inhibition zone of bacteria was formed for both of them. The maximum diameter of the Inhibition zone for *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria with 6 hours' extraction and the consumption amount of 20% was 22 and 20 mm. In the treated paper with rosemary extracted by ultrasonic method, the maximum diameter of the Inhibition zone for *Escherichia coli* bacteria was 20 mm in 40A and 9 min. Also, the highest diameter of the Inhibition zone for *Staphylococcus aureus* bacteria was 20 mm in 40A and 9 min. Gas chromatography confirmed the presence of antibacterial substances including, Borneol, Camphor, and Bornyl acetate in rosemary extract.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 11/24
Accepted 2023/ 01/ 19

Keywords:

Antibacterial paper,
Herbal extract,
Ultrasonic,
Soxhlet,
Rosemary.

DOI: 10.22034/FSCT.19.133.103
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.9.4

*Corresponding Author E-Mail:
nazarnezhad91@gmail.com