بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده صنایع غذایی

پایان‌نامه جهت دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد در رشته
علوم و صنایع غذایی

ریزپوشانی عصاره برگ زیتون و بررسی اثر ضد میکروبی آن

پژوهش و نگارش:
محمدجواد حاجی‌تبار

اساتید راهنما:
دکتر امان محمد ضیائی فر
دکتر علیرضا صادقی ماهونک

استاد مشاور:
دکتر سید مهدی جعفری

زمستان ۱۳۹۱

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلا بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **محمدجواد حاجی‌تبار** دانشجوی رشته **علوم و صنایع غذایی** مقطع **کارشناسی‌ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی...

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است...

به پاس قلب های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید...

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند...

این مجموعه را به پدر و مادر و همسر عزیزم تقدیم می کنم.

با تقدیر و سپاس فراوان از جناب آقایان ماشاء الله، بنیامین و بهامین توفیقی اعضاء

هیأت مدیره ی شرکت تولیدی و صنعتی کی نیا که با همراهی و حمایت های دلسوزانه شان،

همواره امید بخش راهم بودند...

چکیده

برگ زیتون یک منبع غنی از پلی‌فنول‌های گیاهی و در نتیجه حضور این ترکیبات دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدمیکروبی و ضدویروسی، می‌باشد. در این تحقیق ابتدا عصاره برگ زیتون واریته کرونایکی به وسیله حلال متانول ۸۰٪ و با روش مایکروویو استخراج شد. عصاره استخراج شده با خشک کن انجمادی خشک و با هدف حفظ ترکیبات پلی‌فنولی و ضد میکروبی آن از عوامل مخرب محیطی، با استفاده از مالتودکسترین، صمغ عربی و مخلوط مالتودکسترین و صمغ عربی (با نسبت وزنی ۵۰ به ۵۰) به عنوان مواد دیواره‌ای و با تکنیک خشک کردن انجمادی ریزپوشانی شد. نسبت ماده دیواره‌ای به ماده مرکزی، ٤ به ۱ (وزنی/وزنی) بود. مالتودکسترین با ۳۳/۱۳٪ و صمغ عربی با ۱٦/٤٦٪ پلی‌فنول سطحی، به ترتیب بیشترین و کمترین میزان پلی فنول‌ها را در سطح خود پراکنده ساختند. بنابراین صمغ عربی با ۸۱/٥٤٪ و مالتودکسترین با ٦۲/۸٦٪ بارگیری، به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان کارایی ریزپوشانی بودند. در بخش دوم اثر ضدمیکروبی عصاره خالص (بدون پوشش) و ریزپوشانی شده برگ زیتون بر روی ۵ سوش میکروبی: *استافیلوکوکوس اورئوس*، *استافیلوکوکس اپیدرمیس*، *باسیلوس سرئوس*، *سالمونلا انتریتیدیس* و *اشرشیا کلی* در طی ۹۰ روز نگه‌داری و با دو روش رقیق سازی میکرو براث و انتشار چاهک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که باکتری‌های *استافیلو کوکوس اورئوس* و *اشرشیا کلی* به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین باکتری‌های مورد آزمون نسبت به عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بودند. با نگه‌داری عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده برگ زیتون در شرایط محیطی (در ظروف شفاف در بسته و با دمای متوسط محیطی ۲۵ درجه سانتی‌گراد)، مشخص شد که عصاره خالص در طی زمان اثر ضد میکروبی خود را از دست داده است. اما عصاره‌های ریزپوشانی شده برگ زیتون با صمغ عربی و مخلوط مالتودکسترین و صمغ عربی در تمام طول مدت نگه‌داری و مالتودکسترین خالص در ٤۵ روز اول، اثر ضدمیکروبی خود را حفظ کردند.

کلمات کلیدی: عصاره برگ‌زیتون، ریزپوشانی، کارایی ریزپوشانی، اثرضدمیکروبی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- زیتون..... ۲
۱-۲- برگ زیتون و خواص آن ۲
۱-۳- پلی‌فنول‌ها..... ۳
۱-٤- استخراج ترکیبات فنولی ٤
۱-٤-۱- استخراج ترکیبات فنولی به کمک امواج مایکروویو ٥
۱-٥- ریزپوشانی ٦
۱-٥-۱- کارایی ریزپوشانی ۷
۱-٥-۲- مواد دیواره ای ۸
۱-٥-۲-۱- مالتودکسترین ۸
۱-٥-۲-۲- صمغ ها ۹
۱-٥-۳- ریزپوشانی ترکیبات ضد میکروبی طبیعی ۱۲
۱-٦- روش‌های ارزیابی اثرات ضدمیکروبی اسانس‌ها و عصاره های گیاهی ۱۲
۱-٦-۱- روش‌های انتشار ۱۳
۱-٦-۱-۱- روش انتشار صفحه‌ای ۱۳
۱-٦-۱-۲- روش چاهک..... ۱۳
۱-٦-۲- روش های رقیق‌سازی..... ۱٤
۱-٦-۲-۱- روش رقیق‌سازی براث ۱٤
۱-٦-۲-۲- روش رقیق سازی میکروبراث ۱٤
۱-۷- فرضیه‌ها ۱٥
۱-۸- اهداف ۱٥

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل دوم: مروری بر پژوهش‌های پیشین

۲-۱- استخراج ترکیبات فنولی از منابع گیاهی مختلف ۱۸

۲-۱-۱- استخراج با روش سنتی ۱۸

۲-۱-۲- استخراج با کمک امواج مایکروویو ۱۸

۲-۲- ریزپوشانی ۱۹

۲-۳- اثرات ضدمیکروبی عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده گیاهی ۲۷

۲-٤- جمع‌بندی بررسی پیشینه تحقیق ۳۲

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- مکان و زمان تحقیق ۳٦

۳-۲- مواد و دستگاه‌ها ۳٦

۳-۲-۱- برگ زیتون ۳٦

۳-۲-۲- مواد شیمیایی ۳٦

۳-۲-۳- دستگاه‌ها و لوازم مصرفی ۳۷

۳-۳- روش‌ها ۳۸

۳-۳-۱-اماده سازی نمونه ۳۸

۳-۳-۲- استخراج به کمک امواج مایکروویو ۳۸

۳-۳-۳- اندازه گیری ترکیبات فنولی ۳۹

۳-۳-٤- ریزپوشانی عصاره استخراج شده از برگ زیتون ٤۰

۳-۳-۵- بررسی کارایی ریزپوشانی ٤۰

۳-۳-٦- ارزیابی فعالیت ضد میکروبی عصاره خالص و ریزپوشانی شده ٤۱

۳-۳-٦-۱- آماده سازی سویه‌های میکروبی ٤۱

۳-۳-٦-۲- استاندارد سازی تعداد باکتری‌ها با محلول مک فارلند ٤۲

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۳-٦-۳- آماده سازی عصاره در روش میکروبراث دایلوشن ٤۲
۳-۳-٦-٤- بررسی خاصیت ضد میکروبی عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده در طی نگهداری با روش میکروبراث دایلوشن ٤٤
۳-۳-٦-٥- بررسی خاصیت ضدمیکروبی عصاره‌های خالص و ریزپوشانی‌شده با روش انتشار چاهک .٤٤
۳-۳-۷- تجزیه و تحلیل آماری ٤٥

فصل چهارم: نتایج و بحث

٤-۱- میزان پلی‌فنول‌های عصاره خالص برگ زیتون ٤۸
٤-۲- نتایج حاصل از بررسی کارایی ریزپوشانی مواد دیواره‌ای مختلف ٤۸
٤-۳- نتایج حاصل از بررسی اثرات ضد میکروبی با روش رقیق سازی میکروبراث ٥۱
٤-۳-۱- اثر ضد میکروبی عصاره‌های خام و ریزپوشانی شده برگ زیتون بر روی باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* ٥۱
٤-۳-۲- اثر ضد میکروبی عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده عصاره برگ زیتون بر روی باکتری *استافیلوکوکوس اپیدرمیس* ٥۳
٤-۳-۳- اثر ضد میکروبی عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بر روی باکتری *باسیلوس سرئوس* ٥٤
٤-۳-٤- اثر ضد میکروبی عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بر روی باکتری *سالمونلا انتریتیدیس* ٥٦
٤-۳-٥- اثر ضد میکروبی عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بر روی باکتری *اشرشیا کلی* ٥۸
٤-٤- بررسی اثر ضد میکروبی عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده با روش انتشار چاهک ٦۰

فصل پنجم: نتیجه‌گیری کلی

٥-۱ نتیجه‌گیری کلی ٦۸
٥-۲- پیشنهادات پژوهشی و اجرایی ٦۸
منابع ۷۲

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱- ۱- مهم‌ترین پلی‌فنول‌های گیاهی و خواص آنها ٤

جدول۱-۲- مواد پوششی رایج مورد استفاده در صنایع غذایی ۸

جدول ۲-۱- پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه ریزپوشانی پلی‌فنول‌ها با روش امولسیفیکاسیون حذف حلال ۲۲

جدول ۲-۲- تحقیقات انجام شده در زمینه پوشش دهی ترکیبات پلی فنولی در لیپوزوم‌ها ۲۵

جدول ۲-۳- بررسی فعالیت ضد میکروبی عصاره‌های گیاهی ۳۰

جدول ۳- ۱- نمایی از میکروپلیت الایزا ٤۳

جدول ٤-۱- غلظت ترکیبات فنولی پراکنده شده در سطح مواد دیواره‌ای و ریزپوشانی شده (میلی‌گرم اسید گالیک در هر گرم پودر ریزپوشانی شده) ٤۸

جدول ٤-۲- اثر ضد میکروبی بر روی باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* ٦۰

جدول ٤-۳-اثر ضد میکروبی بر روی باکتری *استافیلوکوکوس اپیدرمیس* ٦۱

جدول ٤-٤- اثر ضد میکروبی بر روی باکتری *باسیلوس سرئوس* ٦۱

جدول ٤-٥- اثر ضد میکروبی بر روی باکتری *سالمونلا انتریتیدیس* ٦۱

جدول ٤-٦- اثر ضد میکروبی بر روی باکتری اشرشیا کلی ٦۲

فهرست اشکال و نمودار

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- روند افزایش ویسکوزیته صمغ عربی در اثر افزایش غلظت.....۱۱
شکل ۳-۱- مایکروفر اصلاح شده واقع در آزمایشگاه تجزیه دانشکده علوم و صنایع غذای ۳۹
دانشگاه علوم کشاورزی و طبیعی منابع طبیعی گرگان.....۳۹
نمودار ٤-۱- میزان پلی فنول های انباشته شده در سطح مواد دیواره.....٤۹
نمودار ٤-۲- میزان پلی فنول های انباشته شده در سطح مواد دیواره.....۵۰
نمودار ٤-۳- روند تغییرات حداقل غلظت بازدارندگی(MIC) عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بر روی باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* در طی زمان.....۵۲
نمودار ٤-٤- روند تغییرات حداقل غلظت کشنده(MBC) عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بر روی باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* در طی زمان.....۵۳
نمودار ٤-۵- روند تغییرات حداقل غلظت بازدارندگی(MIC) عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بر روی باکتری *استافیلوکوکوس اپیدرمیس* در طی زمان.....٥٤
نمودار ٤-٦- روند تغییرات حداقل غلظت کشنده (MBC) عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بر روی باکتری *استافیلوکوکوس اپیدرمیس* در طی زمان ٥٤
نمودار ٤-۷- روند تغییرات حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بر روی باکتری *باسیلوس سرئوس* در طی زمان.....۵۵
نمودار ٤-۸- روند تغییرات حداقل غلظت کشنده (MBC) عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بر روی باکتری *باسیلوس سرئوس* در طی زمان.....٥٦
نمودار ٤-۹- روند تغییرات حداقل غلظت بازدارندگی(MIC) عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بر روی باکتری *سالمونلا انتریتیدیس* در طی زمان.....۵۷
نمودار ٤-۱۰- روند تغییرات حداقل غلظت کشنده(MBC) عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بر روی باکتری *سالمونلا انتریتیدیس* در طی زمان.....۵۷
نمودار ٤-۱۱- روند تغییرات حداقل غلظت بازدارندگی(MIC) عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بر روی باکتری *اشرشیا کلی* در طی زمان ۵۹

فهرست اشکال و نمودار

عنوان **صفحه**

نمودار ٤-١٢- روند تغییرات حداقل غلظت کشنده(MBC) عصاره‌های خالص و ریزپوشانی شده بر روی باکتری *اشرشیا کلی* در طی زمان.....٥٩
نمودار ٤-١٣- مقایسه کلی حساسیت باکتری‌های مورد آزمون به عصاره های خام و ریزپوشانی شده برگ زیتون.....٦٤

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- زیتون

زیتون با نام علمی *Olea europaea* شامل تقریبا ۲۰ گونه و از خانواده *Oleaceae* بوده و در حوزه دریای مدیترانه، شمال آفریقا، جنوب شرقی آسیا، شمال تا جنوب چین، اسکاتلند و شرق استرالیا پراکندگی گسترده‌ای دارد. درخت زیتون همیشه سبز و دارای برگ‌هایی کوچک و یکپارچه است. میوه زیتون حاوی آب (٪۵۰)، پروتئین‌ها (٪۱/٦)، روغن (٪۲۲)، کربوهیدرات‌ها (٪۱۹/۱)، سلولز (٪۵/۸) و مواد معدنی (٪۱/۵) است. به طورسنتی از میوه زیتون محصولاتی چون روغن زیتون و کنسرو زیتون تولید می‌شود. مهمترین ترکیبات روغن زیتون ترکیبات گلیسیریدی شامل تری‌گلیسیریدها و مقادیر کمی اسید چرب آزاد و مونو و دی‌گلیسیریدها و نیز ترکیبات غیر گلیسیریدی می‌باشد. بیش از ۲۳۰ ترکیب غیرگلیسیریدی مانند توکوفرول‌ها (بویژه آلفاتوکوفرول)، رنگدانه‌ها، ترکیبات فنولی، اسکوآلن، استرول‌ها و تری‌ترپنیک الکل‌ها در روغن زیتون موجود بوده و اسید اولئیک فراوان‌ترین اسید چرب روغن زیتون است. میوه زیتون و روغن آن ارزش تغذیه‌ای و دارویی بالایی داشته و بسیار مورد توجه می‌باشند (مالک، ۱۳۸۵؛ مقصودی، ۱۳۸٤).

۱-۲- برگ زیتون و خواص آن

برگ زیتون حاوی ترکیبات فنولی، ترکیبات ترپنی، ترکیبات محلول در چربی (اسکوالن، بتاکاروتن، آلفاتوکوفرول، بتاسیتوسترول و الکل‌های خطی، آلفاآمیدین، بتاآمیدین و...)، کربوهیدرات، اسیدهای‌آمینه، ویتامین‌ها، مواد معدنی و... می‌باشد (گویندا[1]، ۲۰۰٦). برگ درخت زیتون یکی از فراوانترین و غنی‌ترین منابع پلی‌فنولی در بین گیاهان می‌باشد و الئوروپین[2] فراوان‌ترین ترکیب فنولی موجود در آن است (لوجان و همکاران، ۲۰۰٦؛ محمد و همکاران، ۲۰۰۷).

نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده است که حضور ترکیبات فنولی در عصاره این برگ، اثرات ضدمیکروبی، ضدقارچی و ضدایدزی دارد (گویندا، ۲۰۰٦).

1-Guinda
2-Oleuropein

۱-۳- پلی‌فنول‌ها

پلی‌فنول‌ها یکی از فراوانترین متابولیت‌های گیاهی هستند و از اجزاء جدایی‌ناپذیر رژیم غذایی انسان و حیوانات محسوب می‌شوند. در دهه‌های اخیر، ترکیبات پلی‌فنولی جایگاه ویژه‌ای در صنایع غذایی و داروسازی پیدا کرده است (مانـاچ و همکاران، ۲۰۰٤؛ اسکالبرت و همکاران، ۲۰۰۵). پلی‌فنول‌ها در ساختار شیمیایی خود دارای حلقه آروماتیک بنزوئیک (فنیل) و عامل هیدروکسیل (OH) هستند و به چند گروه کلی تقسیم می‌شوند که عبارتند از: آنتوسیانیدین‌ها[1]، کاتچین‌ها[2]، فلاوانون‌ها[3]، فلاون‌ها[4]، فلاونول‌ها[5]، ایزوفلاون‌ها[6]، هیدروکسی‌بنزوئیک‌اسیدها[7]، هیدروکسی‌سینامیک‌اسیدها[8]، لیگنان‌ها[9] و تانن‌ها[10] یا پروآنتوسیانیدین‌ها[11] (فانگ و بندری، ۲۰۱۰). از جمله خواص بیولوژیکی مفید این ترکیبات می‌توان به اثرات ضدمیکروبی، ضدویروسی، آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی آنها اشاره کرد (بنیک، ۲۰۰۲؛ هاسلام، ۱۹۹٦؛ کوئیدئوو فلدمان، ۱۹۹٦). در جدول ۱-۱ نمونه‌هایی از پلی‌فنول‌های اصلی به همراه منبع گیاهی و برخی خصوصیات شیمیایی آنها، جمع‌آوری شده است.

1-Anthocyanidins
2-Catechins
3-Flavanones
4-Flavones
5-Flavonols
6-Isoflavones
7-Hydroxybenzoic acids
8-Hydroxycinnamic acids
9-Lignans
10-Tannins
11-Proanthocyanidines

جدول ۱-۱- مهم‌ترین پلی‌فنول‌های گیاهی و خواص آنها (فانگ و بندری، ۲۰۱۰)

گروه فنولی	مثال‌ها	منبع گیاهی	خواص
آنتوسیانیدین‌ها	سیانیدین، دلفینیدین، مالوینیدین پلارگونیدین، پئونیدین، پتونیدین و گلیکوزیدهای آنها	میوه و گل‌ها	رنگدانه های طبیعی، حساس به نور، اکسیژن وحرارت، محلول در آب
کاتچین‌ها	کاتچین، اپی‌کاتچین، گالوکاتچین اپی‌گالوکاتچین واپی‌گالوکاتچین گالات	چای	حساس به نور، اکسیژن، تلخ و گس، کم محلول در آب
فلاون‌ها	آپیجنین ، لوتئولین، تانگریتین	میوه و سبزی‌ها	رنگدانه‌های طبیعی، حساس به اکسیژن، آگلیکون نامحلول و گلیکوزید محلول در آب
فلاونول‌ها	کمپفرول، کوئرستین، میریستین	میوه و سبزی‌ها	حساس به نور، اکسیژن، آگلیکون نامحلول وگلیکوزید محلول در آب
ایزوفلاون‌ها	ژنیستئین، گلایسیتئین	سویا و بادام زمینی	حساس به قلیا، تلخ و گس، محلول در آب
هیدروکسی‌بنزوئیک‌اسیدها	گالیک‌اسید، وانیلیک اسید	توت‌ها، چای، گندم	حساس به نور، اکسیژن
هیدروکسی سینامیک‌اسیدها	فرولیک‌اسید، کافئیک اسید، پارا کوماریک اسید، سیناپیک‌اسید	میوه‌ها، جودوسر، برنج	حساس به اکسیژن، اکثرا کم محلول در آب
لیگنان‌ها	پینورسینول، استگاناسین	کنجد،کتان	نسبتا پایدار در شرایط معمولی، طعم نامطبوع، محلول در آب
تانن‌ها یا (پروآنتوسیانیدین)	کاستالین، پروسیانیدین	چای، توت‌ها و شکلات	حساس به دمای بالا و اکسیداسیون، تلخ و گس، محلول در آب

۱-٤- استخراج ترکیبات فنولی

استخراج، اولین مرحله در تحقیقات بر روی ترکیبات گیاهی است. در گذشته استخراج عصاره‌های گیاهی با روش‌های سنتی مانند روش غرقابی انجام می‌گرفت. در این روش‌ها مواد گیاهی برای یک مدت معین در تماس با حلال قرار می‌گیرند و ترکیبات مورد نظر وارد حلال شده و استخراج انجام

می‌شود (وانگ و ولر[1]، ۲۰۰۶). یکی از روش‌های نوین استخراج عصاره‌های گیاهی، استخراج با استفاده از امواج مایکروویو است. کاهش زمان استخراج، عملکرد و خلوص بالا، پایش دقیق واکنش توسط سنسورهای دما و فشار، امکان اتوماسیون، حرارت‌دهی یکنواخت و مصرف کم حلال از مزایای استخراج با امواج مایکروویو نسبت به روش‌های سنتی می‌باشد (جین[2] و همکاران، ۲۰۰۹).

۱-٤-۱- استخراج ترکیبات فنولی به کمک امواج مایکروویو (MAE[3])

امواج مایکروویو، تشعشعاتی الکترومغناطیسی با فرکانس حدود ۳۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز می‌باشند که می‌توانند در داخل مواد بیولوژیکی نفوذ کرده و با مولکول‌های قطبی موجود در آن‌ها نظیر آب برهم کنش نموده و در اثر نوسان شدید مولکول‌های قطبی ودر نتیجه ایجاد اصطکاک و حرارت، سلول‌ها پاره شده که این امر موجب تسهیل خروج ترکیبات موثره و در نهایت، بهبود استخراج آنها می‌شود (ماندال و همکاران، ۲۰۰۷).

کارایی حلال‌های مورد استفاده در روش استخراج با مایکروویو وابسته به ضریب پراکنش است. این ضریب شاخصی از توانایی حلال برای جذب انرژی مایکروویو و انتقال آن به محیط اطراف به شکل حرارت بوده و با نسبت اتلاف دی الکتریکی به ثابت دی الکتریک برابر است. اتلاف دی‌الکتریکی بیانگر راندمان تبدیل انرژی مایکروویو به حرارت و ثابت دی الکتریک شاخصی از توانایی ماده در جذب انرژی مایکروویو می‌باشد. در میان حلال‌ها، حلال‌های قطبی به واسطه داشتن ثابت دی الکتریک بالاتر نسبت به حلال‌های غیرقطبی برای استخراج با این روش مناسب‌ترند. اتانول و متانول نسبت به آب، مقدار کمتری از انرژی مایکروویو را جذب می‌کنند چرا که ثابت دی الکتریک پایین‌تری دارند. هگزان و سایر حلال‌های با قطبیت کمتر مانند کلروفرم در مقابل مایکروویو خنثی هستند و درنتیجه، هیچ حرارتی ایجاد نمی‌کنند (جین و همکاران، ۲۰۰۹).

1-Wang and Weller
2-Jain
3-Microwave assisted extraction

۱-۵- ریزپوشانی[1]

غلظت مؤثره محاسبه شده پلی‌فنول‌های خالص، در شرایط آزمایشگاهی [2]به علت کاهش دسترسی و حساسیت بالای آنها، در بافت زنده[3] پاسخ‌گوی نتیجه مورد انتظار در درمان بیماری‌ها نمی‌باشد (بل، ۲۰۰۱). بنابراین از جمله مشکلات استفاده از این ترکیبات مفید، ناپایداری آنها تحت شرایط محیطی و دستگاه گوارش و طعم گس و نامطلوبشان می‌باشد. ریزپوشانی پلی‌فنول‌ها بوسیله مواد پوششی یکی از مناسب‌ترین و بهترین روش‌ها برای محافظت از این ترکیبات از اکسیداسیون و تجزیه سریع و همچنین پوشاندن طعم نامطلوبشان برای استفاده در موادغذایی و دارویی مختلف می‌باشد (هاسلام و لیلی[4]، ۱۹۸۸). ریزپوشانی تکنیکی است که در طی آن مواد جامد، مایع و گازی مختلف در درون کپسول‌های ریز(دراندازه میکرون) محبوس و بسته‌بندی و تحت شرایط خاصی آزاد می‌شوند. استفاده از این تکنیک از حدود ٦٠ سال پیش آغاز شده و تاکنون پیشرفت‌های روزافزونی در این زمینه حاصل شده است (دسای [5]و پارک ، ۲۰۰۵؛ ویسلتروپ[6]، ۲۰۰۱). عموما فرایند ریزپوشانی مواد زیست فعال[7] شامل سه مرحله کلی است : ۱) شکل‌گیری مواد دیواره در اطراف ترکیباتی که قرار است پوشش‌دهی شوند. ۲) اطمینان از عدم وجود نشتی در دیواره کپسول ۳) اطمینان از عدم حضور ترکیبات نامطلوب در محصول نهایی (گیبس و همکاران ، ۱۹۹۹؛ مظفری و همکاران،۲۰۰۸). تکنیک‌های رایج ریزپوشانی شامل : خشک‌کن پاششی، سرد کردن / خنک کردن پاششی[8]، اکستروژن، پوشش‌دهی بستر سیال، کوآسرواسیون[9]، محبوس‌سازی لیپوزومی، دربرگیری کمپلکسی[10]، لیوفیلیزاسیون، پلیمریزاسیون دوطرفه[11]، پلیمریزاسیون‌درجا[12]، امولسیفیکاسیون و پلیمریزاسیون پلی‌مرهای ناسازگار می‌باشد (آگوستین و همار، ۲۰۰۹؛ دسایی و پارک، ۲۰۰۵؛ گیبس و همکاران، ۱۹۹۹).

1-Microencapsulation
2-In vitro
3-In vivo
4-Haslam and Lilley
5-Desai
6-Vilstrup
7-Bioactive agents
8-Spray cooling/chilling
9-Coacervation
10-Inclusion complexation
11-Interfacial polymerization
12-In situ polymerization

بطور کلی اهداف ریزپوشانی شامل موارد زیر می‌باشد (دسایی و پارک، ۲۰۰۵):

۱. محافظت مواد هسته‌ای از تجزیه وکاهش فعالیت در اثر تماس با محیط اطراف.
۲. کاهش تبخیر و انتقال جرم مواد هسته‌ای به محیط خارجی.
۳. اصلاح شرایط فیزیکی ماده هسته‌ای و در نتیجه ایجاد شرایط مطلوب‌تر برای حمل و نقل واستفاده در صنعت.
٤. کنترل آزادسازی ماده هسته‌ای تحت شرایط خاص و به صورت تدریجی.
۵. پوشش‌دهی طعم و عطر نامطلوب برخی مواد هسته‌ای.
٦. نوعی رقیق سازی ماده هسته‌ای، زمانی که فقط مقدار کمی از آن مورد نیاز است.

موادی که در صنایع غذایی معمولا تحت ریزپوشانی قرار می‌گیرند (به عنوان ماده هسته‌ای)، شامل: ترکیبات اسیدی کننده[1]، طعم‌دهنده‌ها، شیرین‌کننده‌ها، رنگ‌ها، چربی‌ها، ویتامین‌ها، موادمعدنی، آنزیم‌ها و میکروارگانیسم‌ها می‌باشند (دسایی و پارک، ۲۰۰۵). مواد پوشش‌دهی شده می‌تواند یک ماده خالص و یا مخلوطی از مواد باشد که معمولا به نام‌های: مواد هسته‌ای[2]، ترکیبات فعال، فاز درونی و بار مفید[3] شناخته می‌شوند. از سوی دیگر به مواد پوششی عناوینی از قبیل : مواد دیواره‌ای[4] ، کپسول، غشاء ،حامل و پوسته نسبت می‌دهند، که معمولا شامل : قندها ، صمغ‌ها ، پروتئین‌ها ، پلی‌ساکاریدهای طبیعی و اصلاح‌شده، لیپیدها و پلی‌مرهای سنتزی می‌باشند (گیبس و همکاران، ۱۹۹۹؛ مظفری، ۲۰۰٦). در جدول ۱-۲ گروهی از ترکیبات پوششی مورد استفاده در صنایع غذایی آورده شده است.

۱-۵-۱- کارایی ریزپوشانی[5]

کارایی ریزپوشانی فاکتوری است که نشان دهنده میزان بارگیری[6] یا پوشش‌دهی ترکیبات فعال به وسیله مواد دیواره‌ای می‌باشد که به صورت درصد نسبت میزان کل ترکیبات فعال

1-Acidulants
2-Core materials
3-Payload
4-Wall materials
5-Microencapsulation efficiency
6-loading

ریزپوشانی شده بدون احتساب ترکیبات فعال انباشته شده در سطح مواد پوششی، به میزان کل ترکیبات فعال (مواد هسته‌ای) اضافه شده به مواد دیواره‌ای یا پوششی بیان می‌شود (کایوشیک و یرجو، ۲۰۰۶).

جدول ۱-۲- مواد پوششی رایج مورد استفاده در صنایع غذایی (IUPAC-IUB, 1980)

لیپید	پروتئین	پلیمرهای کربوهیدراتی	منبع
اسیدهای چرب الکل‌ها گلیسریدها واکس‌ها فسفولیپیدها	گلوتن و ایزوله پروتئین سویا	نشاسته و مشتقات آن سلولز و مشتقات آن مواد تراوشی گیاهی مانند: صمغ‌عربی، صمغ کارایا و عصاره‌های گیاهی مانند: گالاکتومانان‌ها، پلی‌ساکاریدهای محلول سویا	گیاهان
-	-	کاراگینان و آلژینات	دریایی
اسیدهای چرب و الکل‌ها گلیسیریدها واکس‌ها فسفولیپیدها	کازئین، پروتئین‌های آب پنیر و ژلاتین	زانتان، ژلان، کیتوزان و دکستران	میکروبی/ حیوانی

۱-۵-۲- مواد دیواره‌ای

۱-۵-۲-۱- مالتودکسترین

مالتودکسترین از طریق هیدرولیز جزئی نشاسته حاصل می‌شود و معمولا به صورت پودری سفید و جاذبه الرطوبه و به عنوان یک افزودنی در صنایع غذایی در دسترس می‌باشد. مالتودکسترین به راحتی در سیستم گوارشی بدن هضم می‌شود، و در اکثر موارد بدون طعم و گاهی دارای طعم نسبتا شیرینی است. مالتودکسترین عمدتا در صنایع نوشابه‌های گازدار و آبنبات مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما اخیرا به‌عنوان یک ماده پوششی مناسب در ریزپوشانی ترکیبات مختلف جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است.

مالتودکسترین از واحدهای D-گلوکز که با پیوند α (۱-٤) گلیکوزید، به هم متصل شده‌اند، تشکیل یافته است. که معمولا به صورت مخلوطی از زنجیره‌های ۳ تا ۱۹ گلوکزی وجود دارد. مالتودکسترین