تاریخچه و مقدمه ای بر میکروواینکپسولیشن

ظهور فرآورده هاي كپسوله شده در دهه ۵۰ ميلادي با تحقيق بر روي پوششهاي حساس به فشار به منظور توليد كاغذهاي كپي بدون كاربن آغاز شد و به طور تجاری اولین بار در سال ۱۹۵۴ به کار گرفته شد. در صنايع داروسازي تكنيک ميكروانكپسولاسيون بالغ بر 30 سال است كه به منظور رهاسازي كنترل شده داروها در بدن مورد استفاده قرار گرفته شده است. اما این روش در صنایع غذایی تکنیکی نسبتاً جدید می باشد. ایده استفاده از این صنعت در صنایع غذایی زمانی شکل گرفت که احساس می شد یک سری از اجزا محصولات غذایی در قسمت های مختلف فرایندها و بدن یا به مرور زمان از بین می روند یا باعث واکنش های نا مطلوب در محصولات می شوند .این عوامل یاد شده تاثیر بسزایی بر روی خواص تغذیه ای و کیفی محصولات غذایی دارند. میکروانکپسوله کردن تا حد بسیار زیادی این مشکلات را حل کرده و این صنعت روز به روز در حال پیشرفت می باشد . تکنولوژی کپسوله کردن ، بسیاری از مشکلات حاصل از افزودن مستقیم مواد فعال زیستی را برطرف کرده زیرا ترکیبات توسط شبکه هایی از مواد پوشاننده محاصره می شود که رها شدن محتویات آن در سرعت های کنترل شده تحت تأثیر محرک های ویژه ای قرار می گیرد

میکرو کپسوله کردن فرآیندی است که در آن ذرات ریز جامد، مایع و گاز توسط مواد خاصی پوشش داده می شوند .کپسول ها از نظر اندازه بسیار کوچک و تقریبا ۳۰۰-۵ میکرون قطر دارند . ساده ترین میکروکپسول شامل یک هسته احاطه شده با یک دیواره به ضخامت یکنواخت یا غیر یکنواخت است. میکروانکپسولاسیون می تواند یک سد فیزیکی بین ترکیبات هسته و دیگر ترکیبات محصول ایجاد کند. یک گروه از مواد که توانایی کپسوله کردن بالایی از خود نشان می دهند صمغ های غذایی یا هیدروکلوئیدهای هیدروفیلیک هستند.صمغ ها به طور گسترده برای بی حرکت کردن سلول های زنده و در مقیاس کمتر برای آنزیمها به کار می روند. نانوذرات باتوجه به ویژگیهای خاص خود،به عنوان نانودارودرپزشکی کاربرد دارد منظور از نانوذره، همان گونه که از نام آن مشخص است، ذراتی با ابعاد نانومتری در هر سه بعد می باشد .حد بالای اندازه ذرات ۱۰۰۰ nmاست و محدوده کلی ذرات مابین ۱۰۰-۵۰۰ nmمی باشد .از طریق نانو ریزپوشانی می توان ذراتی با اندازه ۳۰ نانو متر را در مواد غذایی ایجاد نمود.

مزایای میکروانکپسوله کردن در صنایع غذایی

میکروانکپسولیشن تلفیقی از علم و هنر است و بعنوان یک فناوری پر کاربرد در صنایع مختلفی بکار گرفته می شود. برای مثال در صنایع دارویی، شیمیایی، غذایی و کشاورزی کاربرد دارد. . یکی از دلایل استفاده از فناوری میکروانکپسولیشن حفاظت از اجزا خوراکی

اســت که در نتیجه مجاورت در برابر فاکتورهای محیطی از جمله آب، اکســیژن حرارت و نور در معرض تجزیه قرار می گیرند. این حفاظت به نوبه خود عمر نگهداری مواد فعال را بهبود می بخشـد.مهمترین مزایای این روش عبارتند از: محافظت مواد حسـاس و ناپایدار در برابر شرایط محیطی، قبل از مصرف و جلوگیری از فراریت آنها طی دوران انبارداری،

قابلیت فرآوری بهتر(حلالیت بهتر، قابلیت پخش شدن و جریان یافتن)، بهبود زمان ماندگاری با جلوگیری از واکنشـهای تخریبی (اکسیداسیون و دهیدراتاسیون)، رهاسـازی کنترل شده و پایدار و زمان بندی شده ی مواد فعال، کاربرد آسان تر و مطمئن تر مواد سمی، پوشش بو و طعم، تثبیت آنزیم ها و میکروارگانیسم ها، رساندن هدفمند و کنترل شده دارو ها، استفاده از مایعات به صـورت جامد، رسـاندن مواد مغذی مورد نیاز برای رشـد کودکان از طریق مواد غذایی(غنی سازی)، اجازه مخلوط شدن اجزاء یا ترکیبات ناسازگار.

معایب روش میکرو انکپسوله کردن

هیچ تکنیک و یا روش همه جانبه ای برای میکروانکپسـولیشـن اجزا خوراکی وجود ندارد. شـرایط نامسـاعد فرآیند می تواند تاثیر منفی بر ثبات مروکپسـول بگذارد از اینرو فرآیند باید بر اســاس شــرایط مربوطه طراحی شــود. برخی از معایب این روش شــامل : هزینه های اضـافی، پیچیدگی فرایند تولید و یا زنجیره تامین، چالش های پایداری مواد کپسـوله شـده طی فرآوری و نگهداری محصول غذایی می باشد.

ساختار میکروکپسول

بخش فعال، مغز یا هسـته بخش پر شــده مواد هســته اغلب به فرم محلول, دیسـپرسـیون یا امولسیون می باشند ولی به فرم جامد و گاز نیز امکان پذیر است.

ماده کپسوله کننده یا پوسته یا ماده جداره نامیده می شود و از لحاظ ضخامت, جنس و تعداد لایه متنوعند.

نکته: به طور کلی هسـته آبگریز توسـط پوسـته آبدوسـت محافظت می شـود و مواد آبدوسـت توسط پوسته آبگریز احاطه می شود.

مواد پوسته ممکن است پلیمر طبیعی یا سنتتیک باشند که به سه صورت زیر بکار می روند:
نفوذ پذیر: کاربرد دراهداف رها سازی کنترل شده

نیمه نفوذ پذیر: نفوذ ناپذیر به مواد هسته ولی نفوذ پذیر به ذرات با وزن ملکولی پایین که به منظور جذب مواد از محیط و انتشار آنها در محیط دیگر به کار می رود.

غیر نفوذ پذیر: این نوع پوشش ها باعث حفظ مواد در داخل هسته می شوند و بنابراین برای خروج مواد باید پوشش پاره شده, ذوب شده ویا حل شود. در این حالت اندازه سوراخ های ایجاد شده و ضخامت پوشش از فاکتورهای مهم است.

ساختارهای مختلف میکروکپسولها

Simple.1 : ساده ترین شکل حالتی است که مواد داخلی توسط غشاءنازکی با ضخامت یکنواخت پوشش داده می شود.

Poly nuclear- or multi microcapsule.2: ساختاری که چندین ماده مرکزی به طور همزمان درون یک ذره میکروکپسوله قرارمی گیرند.

Matrix microcapsule.3: ساختاری که مواد مرکزی به صورت ماتریکس درون یک ماده پوشش دهنده محصور می شوند.

Uni - or multi lamellar vesicle .4: میکرو کپسول می تواند ساختار چند دیواره ای داشته باشد که چندین لایه می توانند یکسان یا متفاوت باشند.

Hollow microcapsule.5: ساختاری که میکروکپسول ها به صورت میان تهی یا ذخیره ای هستند.

hydrogel bead.۶: ساختاری که میکروکپسول ها به صورت ذرات ریز هیدروژل در می آیند.

❖ **پوسته**

پارامتر های انتخاب دیواره میکروکپسولها

❖ خواص فیزیکی و شیمیایی: قابلیت انحلال، قابلیت کریستال شدن، تشکیل دادن فیلم و نفوذ پذیری

❖ سهولت تولید و خصوصیات رئولوژیکی خوب در غلظتهای بالا

- ❖ تولید یک امولسیون یا دیسپرسیون مناسب با مواد فعال
- ❖ عدم تجزیه و همچنین عدم واکنش با مواد فعال در طی فرایند و یا انبارداری
- ❖ مطابقت با خصوصیات حلالیت پذیری میکروکسیول
- ❖ مطابقت با ویژگی های رهایش مواد فعال
- ❖ سازگاری با ماده غذایی
- ❖ سازگاری با نوع پروسس انکپسوله کردن
- ❖ سازگاری با طبیعت مواد هسته ای

ترکیبات هسته

- اسیدها و بازها(اسید لاکتیک و اسید سیتریک)
- عوامل طعم دهنده(شیرین کننده ها،ادویه ها،اسانس ها)
- چربیها (چربی شیر،روغن ماهی،روغن زیتون)
- ویتامین ها و پیش ساز آنها
- آنتی اکسیدان ها
- آنزیمها
- میکرو ارگانیسم ها(پروبایوتیک)

<u>طعم دهنده ها</u>

افزودن یک طعم به آدامس در فرم آزاد ۵۰-۴۰ درصد طعم حین جویدن آزاد می شود.
میکروانکپسولاسیون امکان رها سازی طولانی مدت و پیشرفته طعم ها و دیگر اجزای غذایی را فراهم می سازد.

<u>نگه دارنده های غذایی</u>

برای محافظت توده مواد غذایی ، اسیدهای آلی کپسوله شده مانند اسید سیتریک، **اسید آسکوربیک** و اسید لاکتیک می توانند به عنوان عوامل ضد میکروبی استفاده شوند.

این اسیدها می توانند در مواد زمینه متشکل از پلی وینیل استات که اخیرا در صنایع غذایی تایید شده کپسوله شوند. وزن مولکولی PVA بستگی به حلالیت اسید در آب دارد.

آنتی اکسیدانها

آلفا توکوفرول یا ویتامین E (آنتی اکسیدان طبیعی) می تواند از فرم اکسید شده خود با استفاده ازآسکوربیک اسید مجدد تولید شود.پراکنده سازی موثر این مشتقات نیازمند دمای بالا و خطر اکسیداسیون چربی غیر اشباع مشکل حلالیت آسکوربات و تحریم در استفاده از آنتی اکسیدانهای سنتتیک منجر به استفاده از آنتی اکسیدان های طبیعی کپسوله شده در لیپوزوم می باشد.

از بهبود دهنده های هسته، امولسیفایرها، آنتی اکسیدانها،عوامل کمک به ایجاد پراکنش شایان ذکر هستند.

کنترل آزادسازی

یکی از مهم ترین اهداف میکروکپسوله کردن بطور عمده کنترل آزاد سازی ترکیبات کپسوله شده می باشد.آزاد سازی توسط مکانیسم های مختلفی انجام می شود:
Diffusion -Control release: جزء فعال به طریقه انتشار از میان پلیمر یا خلل و فرج موجود در آن آزاد می شود.
Pressure-Active release: جزء فعال در اثر اعمال فشار بر روی دیواره میکرو کپسول آزاد می شود.
Osmotically – controlled release: جزء فعال به علت فشار اسمزی بالای به وجود آمده در درون میکروکپسول ها آزاد می شود.

Solvent-Activated release: جزء فعال در اثر تماس ماده غذایی با یک حلال آزاد می شود

PH-Controlled release جزء فعال (مانند یک آنزیم) در یک pH ویژه آزاد می شود.

Temperature–Sensitive release : جزء فعال به علت تغییر در جه حرارت آزاد می شود.

Melting-Activated release: در اثر حرارت دادن محصول، چربی یا موم استفاده شده به عنوان ماده پوشش دهنده ذوب می شود و جزء فعال آزاد می گردد.
Combined systems: جزء فعال در نتیجه ترکیب مکانیسم های مختلف آزاد می گردد.

روش ها

عوامل موثر بر انتخاب مواد خام و فرآیند مورد نظر جهت فرایند میکروکپسولاسیون:

- ❖ نوع کپسول مورد نظر و سایز و شکل میکروکپسول ها
- ❖ ویژگی های فیزیکو شیمیایی هسته
- ❖ ویژگی های فیزیکو شیمیایی دیواره میکروکپسول ها
- ❖ تجزیه پذیری و تغییر و تبدیل دیواره و همچنین سازگاری زیستی و نفوذپذیری آن
- ❖ مسائل اقتصادی

مهمترین روشهای میکروانکپسوله کردن اجزا خوراکی در صنعت عبارتست از:

۱- Coacervation (جداسازی فاز) ۲- Spray Drying ۳- آگلومریزاسیون ۴- پوشش دهی بستر سیال ۵- اکستروژن ۶- روش سیال فوق بحرانی ۷- به دام انداختن در لیپوزوم

❖ <u>نتیجه گیری</u>

میکروکپسوله کردن امروزه به عنوان یک تکنولوژی مهم و موفق در صنایع دارویی ، شمیایی ، نساجی و غذایی مطرح است . گاها هزینه بالای این روش ها یک فاکتور منفی است در حالی که در برخی موارد باعث ارزش افزوده محصول می گردد. با توجه به بررسی های انجام شده تمامی روش های کپسوله کردن ذکر شده به جز خشک کردن پاششی از لحاظ اقتصادی تجاری مقرون به صرفه نبوده و تجهیزات فرآیند در دسترس نمی باشد.

ریز پوشانی فرآیندی است که می تواند با پایدار کردن اجزا و ترکیبات حساس و ناپایدار ، از اتلاف آن ها جلوگیری کند. در واقع این فرآیند، کپسول هایی بسیار ریز با اندازه های مختلف (کوچکتر از میکرون تا چند میلیمتر) ایجاد می کند. دیواره کپسول طوری طراحی شده که از دیفوزیون ماده هسته به محیط بیرون که همان ماده غذایی می باشد تا رسیدن زمان مناسب جلوگیری می کند و ترکیبات ناپایدار درون این کپسول ها را به دام می اندازد که این عمل باعث حفاظت مواد هسته می شود. انتخاب روش نیز بستگی به نوع و ویژگی

ترکیب فعال دارد . به عنوان مثال رنگدانه های طبیعی حساس به حرارت بهتر است که با روش خشک کردن انجمادی ریزپوشانی شوند. البته تکنولوژی خشک کردن پاششی مقرون به صرفه می باشد و دارای انعطاف بالایی است و ذراتی با کیفیت خوب تولید می کند. آماده کردن تجهیزات و کاربردی کردن آن هزینه زیادی می برد.

منابع:

- Desai, K.G. H., & Park, H. J. (2005). Recent developments in microencapsulation of food
- ingredients. Drying Technology.
- Shahidi, F ., & Han, X. Q. (1993). Encapsulation of food ingredients.Critical Review in Food Science and Nutrition.
- Henriques, S. (2011). INCORPORATION OF PROBIOTICS IN CEREAL BARS: TECHNOLOGICAL VIABILITY AND STABILITY. Escola Superior de biotecnologia.
- Zanjani, MAK., Tarzi, BG., Sharifan, A,. Mohammadi, N,. Bakhoda, H., Madanipour, MM.
- (2012). Microencapsulation of Lactobacillus casei with calcium alginate-resistant starch and evaluation of survival and sensory properties in cream-filled cake. African Journal of Microbiology Research Vol. 6(26), pp.5511-5517
- Drusch S, Yvonne S, Van Den Heuvel A, Schwarz K .Physicochemical characterization and oxidative stability of fish oil encapsulated in an amorphous matrix contaning trehalose. Food Res Int 2006; 39: 807-15.
- TUCKER, G.A. et al., 1995. Enzymes in Food Processing, Second edition