

کاربرد تکنولوژی غشایی در تولید امولسیون‌ها

مینا فرضی^۱، محمد امین محمدی^۲، نرجس کریمی^۳

- ۱- دانشجوی دکتری مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
 ۲- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. پست الکترونیکی: mohamadif@ut.ac.ir
 ۳- کمیته تحقیقات دانشجویان، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

امولسیون‌ها جزء مهمی از اغلب سیستم‌های غذایی، دارویی و آرایشی هستند. امولسیون‌سازی غشایی فرآیندی نسبتاً آسان است که به دلیل اعمال شرایط عملیاتی ملایم‌تر و مصرف کم‌تر انرژی توجه زیادی را به خود معطوف داشته است. در این پژوهش روند تولید امولسیون‌های یگانه و دوگانه توسط سیستم‌های غشایی و پارامترهای مؤثر بر فرایند، مزایا و محدودیت‌ها بررسی شده است. عواملی نظیر اندازه و توزیع منافذ، تخلخل غشاء، نوع بار سطح غشاء، نوع و غلظت امولسیفایر، شار فاز پراکنده، سرعت فاز پیوسته و فشار در دو سمت غشاء جهت تولید امولسیون‌هایی با اندازه ذرات بسیار ریز در تکنولوژی غشایی تأثیرگذار است. روش تکنولوژی غشایی فرآیندی نسبتاً آسان و قابل اطمینان برای تولید امولسیون‌هاست. زمانی که نیاز به سطح تکنولوژی بالایی است، کاربردهایی که در آن‌ها نیاز به درجه یکنواختی بالای قطرات می‌باشد، در مقایسه با روش‌های معمول امولسیون‌سازی، فرایندی مناسب‌تر می‌باشد.

واژگان کلیدی: تکنولوژی غشایی، امولسیون‌ها، پارامترهای فرآیند

مقدمه

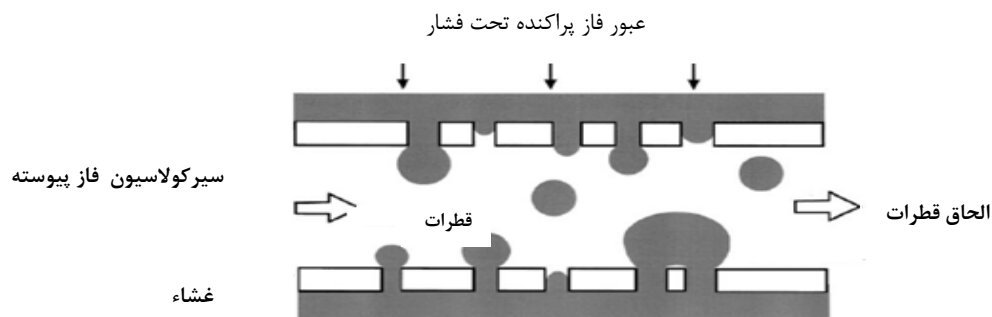
امولسیون روغن در آب (o/w) و آب در روغن (w/o) کاربردی است.

هدف از این مطالعه بررسی تحقیقات انجام شده در زمینه امولسیون‌سازی غشایی، جنبه‌های تئوریک و کاربردی و نیز محدودیت‌های موجود می‌باشد.

فرآیند امولسیون‌سازی غشایی

در این فرآیند فاز پراکنده از منافذ یک غشاء ریزمنفذ عبور می‌کند، درحالی‌که فاز پیوسته در طول سطح غشاء جریان می‌یابد. قطرات تا رسیدن به اندازه‌ای خاص، درخروجی منافذ بزرگ شده و سپس جدا می‌شوند (شکل ۱). این اندازه توسط تعادل بین نیروهای وارد بر قطره از طرف فاز پیوسته در جریان، بویانسی قطره، نیروهای کشش بین سطحی و فشار رانشی تعیین می‌شود (۶).

امولسیون‌ها نقش مهمی در فرمولاسیون غذاها، مواد آرایشی و داروها بازی می‌کنند. روش‌های مرسوم تهیه امولسیون‌ها عبارتند از آسیاب‌های کلوئیدی، سیستم‌های rotor-stator و هموژنایزهای فشار بالا. بسته به روش امولسیون‌سازی قطر قطرات بین ۱۰۰-۱۰/۱ μm متغیر است (۱). انتخاب هر یک از این روش‌ها معمولاً وابسته به کاربرد امولسیون حاصل، ویسکوزیته ظاهری، مقدار انرژی مکانیکی مورد نیاز و نیازهای تبادل حرارتی است (۲). ولی در طول چند سال اخیر توجه زیادی به روش امولسیون‌سازی غشایی معطوف شده است (۳). این روش به دلیل سادگی، نیاز بالقوه کمتر به انرژی، نیاز به امولسیفایر کمتر و توزیع اندازه قطرات محدودتر بسیار مورد توجه بوده (۵) و در مورد هر دو



شکل ۱. دیگرام فرآیند امولسیون سازی غشایی

به اندازه کافی باریک باشد می توان امولسیون هایی با اندازه ذرات یکسان تولید کرد (۱۲).

به عنوان یک قانون، فاز پراکنده نباید منافذ غشاء را مرطوب کند. این بدان معناست که غشاهای هیدروفیل برای ساخت امولسیون های o/w و غشاهای هیدروفوب برای امولسیون های w/o مناسب هستند (۴).

تخلخل یک غشاء نیز مهم است چرا که فاصله بین منافذ مجاور را تعیین می کند. این فاصله با کاهش تخلخل، افزایش می یابد. هرچه منافذ به یکدیگر نزدیک تر باشد (در تخلخل های بالا) تمایل قطرات به الحاق در سطح غشاء، قبل از جداسدن قطرات بیشتر است. از طرف دیگر، اگر تخلخل بسیار کم باشد، ممکن است شار فاز پراکنده برای تولید امولسیون ناکافی باشد (۶).

سرعت فاز پیوسته: قطرات شکل گرفته در سطح غشاء، تحت تأثیر جریان فاز پیوسته جدا می شوند. سرعت جریان عرضی متداولاً بین $0/8$ تا 8 متر بر ثانیه می باشد. تأثیر سرعت فاز پیوسته اغلب به صورت تنش برشی در جداره بیان می شود. با افزایش سرعت جریان عرضی، اندازه قطره به سرعت کاهش می یابد و به اندازه ای می رسد که کمابیش مستقل از سرعت جریان است (۱۳، ۱۴) (شکل ۲).



شکل ۲. اثر تنش برشی در جداره بر اندازه قطرات امولسیون های روغن در آب تولید شده به روش امولسیون سازی غشایی

در این روش برای عبور فاز پراکنده از غشایی با توزیع اندازه حفرات یکنواخت، به سمت فاز آبی پیوسته، از فشار کمی استفاده می شود. نکته حائز اهمیت این است که اساساً اندازه قطرات حاصل تحت کنترل شکست توربولانسی نبوده بلکه با انتخاب غشاء کنترل می شود. اندازه نهایی قطرات و توزیع اندازه آن ها توسط اندازه منافذ و توزیع اندازه منافذ غشاء، همچنین توسط درجه الحاق قطرات در سطح غشاء و درون محلول تعیین می شود (۷).

پارامترهای فرآیند: مهم ترین پارامترهای کنترل کننده فرآیند امولسیون سازی غشایی عواملی نظیر اندازه و توزیع منافذ، تخلخل غشاء، نوع بار سطح غشاء، نوع و غلظت امولسیفایر، شار فاز پراکنده، سرعت فاز پیوسته و فشار در دو سمت غشاء می باشند (۸). با توجه به نیازمندی های محصول و نرخ تولید امولسیون، یافتن تعادلی بین این عوامل به منظور دستیابی به نتیجه مطلوب، که اغلب تولید امولسیونی با کوچک ترین اندازه قطرات و باریکترین توزیع اندازه است، ضروری می باشد.

نوع غشاء، اندازه و توزیع منافذ غشاء، تخلخل و نوع سطح: در مطالعات انجام شده اغلب از غشاهای لوله ای $\text{Micro Porous Glass (MPG)}$ و $\text{Shirasu Porous Glass (SPG)}$ استفاده شده است. این غشاهای دارای ریز منافذ Micro Porous استوانه ای یکنواخت با ارتباط بینابینی هستند. توزیع اندازه منافذ در این غشاهای باریک است و اندازه منافذ اسمی این غشاهای معمولاً در محدوده $0/05 - 14 \mu\text{m}$ می باشد. این غشاهای تحت فشارهای مورد استفاده تغییر شکل نداده و فشرده نمی شوند. بطور کلی در شرایط عملیاتی معین، اندازه قطرات امولسیون با اندازه منافذ غشاء رابطه خطی مستقیم دارد (۹-۱۱). در صورتی که توزیع اندازه منافذ غشاء

هستند. مقادیر متداول فشار بین غشایی برای امولسیون‌سازی با استفاده از غشاهایی با اندازه منافذ ۰/۲، ۰/۵ و ۰/۸ میکرومتر برای ساخت امولسیون‌های O/W، در محدوده بین ۲۰ تا ۵۰۰ کیلوپاسکال است. افزایش فشار بین غشایی، شار فاز پراکنده از خلال غشاء را مطابق با قانون داری فریز می‌دهد (۶). ولی این امر می‌تواند منجر به ایجاد قطرات بزرگتری شود (۲۰، ۱۹). مشخص نمودن حدود خاص برای فشارهای امولسیون‌سازی دشوار است. فشارهای بسیار بالا منجر به جریان سریع روغن و تولید قطرات بسیار بزرگ می‌شوند. فشارهای بسیار پایین نیز باعث افزایش مدت زمان لازم برای امولسیون‌سازی می‌شود. پیشنهاد شده که فشارهای ۲ تا ۱۰ برابر حداقل فشار غشاء، احتمالاً در محدوده قابل استفاده قرار دارد (۱۲).

دما و ویسکوزیته: دما پارامتری مهم در امولسیون‌سازی است که ویسکوزیته فازهای پراکنده و پیوسته و همچنین طبیعت امولسیفایر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲). ولی دمای امولسیون‌سازی معمولاً با توجه به نیازمندی‌های محصول مشخص می‌شود و تاکنون حرارت‌های بالاتر تنها به منظور سیال‌تر کردن فاز روغن و حل کردن امولسیفایر به کار گرفته شده است و بر سایر کارکردهای آن تکیه نشده است. در مورد امولسیون‌های W/O حرارت‌دهی فاز پیوسته به منظور کاهش اساسی در ویسکوزیته، سیرکولاسیون آن را آسان‌تر می‌سازد (۲۲). در مطالعه‌ای بر روی امولسیون‌های غذایی W/O مشخص شد که تغییر در ویسکوزیته فاز پیوسته، منجر به تغییر در اندازه متوسط قطرات امولسیون می‌شود. افزایش ویسکوزیته منجر به افزایش در اندازه ذره می‌شود ولی شار بسیار پایین بوده (۲۴) و همچنین در امولسیون‌های بسیار ویسکوز، تنش برشی پمپ‌ها و غیره باعث شکستن امولسیون می‌شود (۲۴).

اثر pH: pH پارامتری است که به نوع محصول بستگی دارد. این فاکتور (pH محصول) بر خواص سطحی غشاء اثر می‌گذارد طوری که سطح غشاء در نقطه ایزوالکتریک بدون بار بوده و در pH های بالاتر و پایین‌تر به ترتیب دارای بار منفی و مثبت می‌باشد (۲۴) بار سطح غشاء می‌تواند اثر زیادی بر جذب مواد فعال سطحی داشته باشد. این مسئله می‌تواند یک غشاء هیدروفیل را به غشایی هیدروفوب تبدیل کند که اثرات نامطلوب زیادی بر اندازه قطرات امولسیون دارد.

هرچه اندازه منافذ اسمی غشاء کوچک‌تر باشد، اندازه قطره کمتر بوده و تنش برشی موردنیاز برای رسیدن به این قطره کم‌تر است. برای مثال مشخص شده که تنش برشی بیش از ۲ Pa در جداره برای غشاهای ۰/۵-۰/۱ μm و تنش برشی بیش از ۲۰ Pa در مورد غشاهای ۰/۸ μm نیاز می‌باشد. در تنش‌های برشی کوچک‌تر، اندازه قطره به سرعت افزایش می‌یابد و توزیع اندازه به دلیل الحاق در سطح غشاء بسیار گسترده می‌شود (۱۳).

امولسیفایر: امولسیفایرها دو نقش اصلی در تشکیل امولسیون دارند. اول این که کشش بین سطحی روغن و آب را کاهش می‌دهند. این امر توزیع قطرات را تسهیل کرده و در مورد غشاهای، حداقل فشار امولسیون‌سازی را کاهش می‌دهد (۱۳). دوم اینکه امولسیفایرها قطرات را در برابر الحاق و یا تجمع پایدار می‌کنند. این امر وابسته به نوع و غلظت امولسیفایر است.

هرچقدر جذب مولکول‌های امولسیفایر بر سطوح تازه تشکیل شده سریع‌تر باشد، قطرات امولسیون کوچک‌تر خواهند بود. با مقایسه دو امولسیفایر SDS که سریع جذب می‌شود و Tween 20 که آهسته جذب می‌شود، مشخص شد تفاوت در اندازه قطرات، فاکتوری در حدود ۶ بود (۶).

مشخص شده که در یک فشار معین، در تولید امولسیون‌های O/W با استفاده از امولسیفایر، در مقایسه با امولسیون‌هایی که هیچ‌گونه امولسیفایری در فاز روغنی آنها استفاده نشده است، شار بیشتر می‌باشد (۱۵). افزودن امولسیفایر محدوده فشار مؤثر برای تولید امولسیون‌های پایدار را گسترده‌تر می‌سازد (۱۶).

امولسیون‌های پایدار با اندازه ذرات یکسان را تنها می‌توان در کشش بین سطحی کمتر از ۱ mNm⁻¹ تولید کرد (۱۷).

مشخص شده که در صورت استفاده از کنسانتره آب پنیر به عنوان امولسیفایر برای ساخت امولسیون‌های O/W حاوی ۱۰٪ روغن سویا در آب، پروتئین‌هایی می‌توانند امکان تولید امولسیون با اندازه ذرات یکسان را فراهم آورند که کمتر داناتوره شده باشند (یعنی فعالیت سطحی بیشتری داشته باشند) (۱۸).

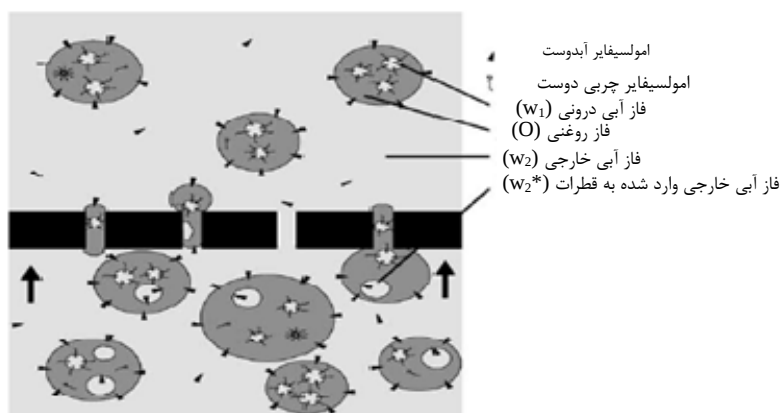
فشار امولسیون‌سازی و شار فاز پراکنده: فشار امولسیون‌سازی، شار فاز پراکنده از خلال غشاء را تعیین می‌کند. بطوری‌که هر چقدر غشاهای دارای منافذ اسمی کوچک‌تری باشند در شرایط ثابت، نیازمند به فشار بیشتری

وسیع تر از روش امولسیون سازی غشایی cross-flow است (۲۸، ۲۹). البته هنوز این توزیع اندازه نسبت به فرآیندهای متداول باریک تر می باشد (۳۱، ۳۰) و می توان به شارهای بالاتری دست یافت (شکل ۳).

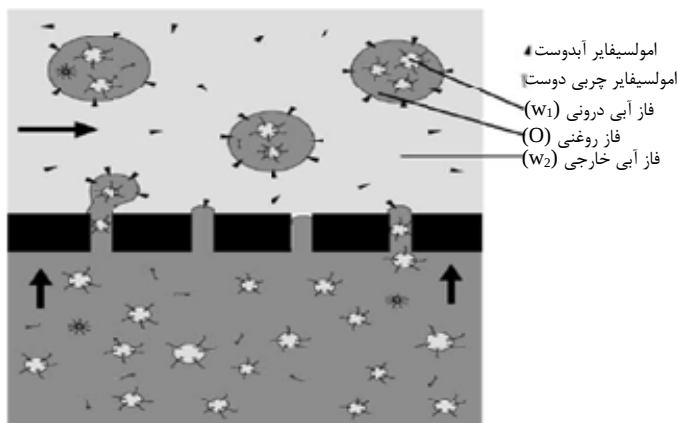
در امولسیون سازی غشایی cross-flow، فازی که باید پراکنده شود از خلال یک غشاء ریزمنفذ عبور داده می شود، درحالی که فاز پیوسته در امتداد سطح غشاء جریان می یابد. قطرات در منافذ غشاء تشکیل شده و در اندازه معینی جدا می شوند (۳۲). اگر از یک امولسیون یگانه (مثلاً w/o) به عنوان فازی که باید پراکنده شود استفاده شود، می توان با این روش امولسیون های دوگانه (مثلاً w/o/w) تولید کرد (شکل ۴). امولسیون ابتدایی را می توان با روش های مرسوم و همچنین توسط امولسیون سازی غشایی تولید کرد. شرایط ملائم امولسیون سازی غشایی، به ویژه برای مرحله دوم امولسیون سازی، به منظور جلوگیری از گسیختگی قطرات امولسیون که حتی ممکن است منجر به تبدیل امولسیون به یک امولسیون یگانه o/w شود، مفید است (۳۳).

تهیه امولسیون های دوگانه توسط امولسیون کردن

غشایی: یک امولسیون دوگانه امولسیونی در یک امولسیون دیگر است. امولسیون های w/o/w نسبت به o/w/o متداول ترند. امولسیون های دوگانه کاربردهای زیادی در صنایع غذایی، آرایشی، دارویی و سایر زمینه ها مانند کشاورزی و تولید میکروذرات چندجزئی دارند. این امولسیون ها نسبت به امولسیون های یگانه دارای سطح مشترک بیشتری بوده و حتی از نظر ترمودینامیکی ناپایدارترند. در نتیجه کنترل نیروهای برشی یکی از مسائل اصلی است که می تواند از طریق یک روش تولید نسبتاً جدید، یعنی امولسیون کردن غشایی محقق شود (۲۶، ۲۷). برای تولید امولسیون های دوگانه توسط غشاء، دو روش عملیاتی cross-flow و pre-mix مورد استفاده قرار می گیرد. در روش pre-mix ابتدا یک امولسیون دوگانه با قطرات بزرگ ساخته می شود که متعاقباً از خلال یک غشاء عبور داده می شود. در نتیجه عبور قطرات بزرگ از غشاء، آنها به قطرات کوچک تر شکسته می شوند. توزیع اندازه قطرات حاصل کمی



شکل ۳. تولید امولسیون دوگانه به روش pre-mix



شکل ۴. تولید امولسیون دوگانه به روش cross-flow

نتیجه‌گیری: با در نظر گرفتن آنچه که در مورد فرایند امولسیون‌سازی به روش غشایی عنوان شد می‌توان گفت که این روش فرآیندی نسبتاً آسان و قابل اطمینان برای تولید امولسیون‌هاست.

اندازه قطرات امولسیون در این روش به میزان زیادی وابسته به اندازه منافذ غشاء می‌باشد. به این معنا که می‌توان به راحتی مناسب‌ترین غشاء برای این کاربرد را انتخاب کرد. در نهایت می‌توان گفت در حال حاضر این روش می‌تواند برای تولید محصولات خاص، که در تولید آنها نیاز به سطح تکنولوژی بالایی می‌باشد و کاربردهایی که در آنها نیاز به درجه یکنواختی بالای قطرات باشد، در مقایسه با روش‌های معمول امولسیون‌سازی، فرایندی مناسب‌تر باشد.

تولید در مقیاس صنعتی: سیستم‌های غشایی به ویژه برای تولید در مقیاس بزرگ مناسب می‌باشند زیرا افزایش مقیاس و افزودن مدل‌های غشایی بیشتر ممکن است. قابلیت تکرار پذیری در این سیستم‌ها خوب و مصرف انرژی در آنها بهینه می‌باشد (۲۹). البته باید توجه شود که به دلیل ظرفیت کم‌تر سیستم‌های غشایی در مقایسه با هموژنایزهای تجارتي، زمان بیشتری برای تولید حجم مشخصی از امولسیون توسط روش غشایی مورد نیاز است. فشار کم در غشاهایی با اندازه منافذ $0.2 \mu\text{m}$ یا کمتر نیز می‌تواند فاکتوری محدودکننده باشد.

References

1. van der Graaf S, Schroën C, Boom RM. Preparation of double emulsions by membrane emulsification—a review, *J. Membr. Sci* 2005; 251: 7–15
2. Lynch MJ, Griffin WC. Food emulsions. In: *Emulsions and Emulsion Technology*, Surfactant Science Series. vol. 6(1), Marcel Dekker, New York 1974. P. 249–289 .
3. Kandori K. Applications of microporous glass membranes: membrane emulsification. In: Gaonkar AG editor, *Food Processing: Recent Developments*, Elsevier Science, Amsterdam, 1995. p. 113–142 .
4. Nakashima T, Shimizu M, Kukizaki M, Membrane emulsification by microporous glass, *Key Eng. Mater* 1991; 61/62: 513–516 .
5. Dickinson E. Emulsions and droplet size control. In: Wedlock DJ editor, *Controlled Particle, Droplet and Bubble Formation*, Butterworth–Heinemann, Oxford. 1994. p. 189–216 .
6. Schröder V, Behrend O, Schubert H. Effect of dynamic interfacial tension on the emulsification process using microporous ceramic membranes, *J. Colloid Interface Sci* 1998; 202: 334–40 .
7. Joscelyne SM, Trägårdh G. Membrane emulsification—a literature review, *J. Membr Sci* 2000; 169: 107–117 .
8. Berot S, Giraudet S, Riaublanc A, Anton M, Popineau Y. Key Factors in Membrane Emulsification, *Chem. Eng. Res. Des.* 2003; 81: 1077–82.
9. Peng SJ, Williams RA. Controlled production of emulsions using a cross-flow membrane, *Syst. Charact* 1998; 15: 21–25 .
10. Katoh R, Asano Y, Furuya A, Sotoyama K, Tomita M. Preparation of Food Emulsions using Membrane Emulsification System. *Proceedings of the 7th International Symposium on Synthetic Membranes in Science*; 1994; Tübingen, Germany.
11. Mine Y, Shimizu M, Nakashima T. Preparation and stabilization of simple and multiple emulsions using microporous glass membrane, *Colloids Surfaces B: Biointerfaces* 1996; 6: 261–268 .
12. Williams RA, Peng SJ, Wheeler DA, Morley NC, Taylor D, Whalley M, et al. Controlled production of emulsions using a cross-flow membrane Part II. Industrial scale manufacture, *Chem. Eng. Res. Des.* 1998; 76 A (8): 902–910 .
13. Schröder V, Schubert H. Emulsification using microporous, ceramic membranes. *Proceedings of the First European Congress on Chemical Engineering (ECCE 1)*; 1997 May 4–7; Florence, Italy.
14. Schröder V, Wang Z, Schubert H. Production of oil-in-water emulsions by microporous membranes. *Proceedings of the Third International Symposium on Progress in Membrane Science and Technology*, Euromembrane; 1997; University of Twente, 439.
15. Katoh R, Asano Y, Furuya A, Sotoyama K, Tomita M. Preparation of food emulsions using a

- membrane emulsification system, *J. Membr. Sci* 1996; 113: 131–135 .
16. Kawakatsu T, Komori H, Oda N, Yonemato T. Relation between the concentration of a surfactant and pressure for droplet creation and effect on droplet size in microchannel O/W emulsification *Kagaku Kogaku Ronbunshu* 1998; 24 : 313–317 .
 17. K. Kandori, K. Kishi, T. Ishikawa, Formation mechanisms of monodispersed W/O emulsions by SPG filter emulsification method, *Colloids and Surfaces* 61 (1991) 269–279 .
 18. Muscholik G, Dräger S, Scherze I, Rawel HM, Stang M. Protein-stabilized emulsions prepared by the micro-porous glass method. In: Dickinson E, editor, *Food Colloids: Proteins, Lipids and Polysaccharides*, Royal Society of Chemistry: Cambridge; 1997: 393–400 .
 19. Schröder V, Schubert H. Production of emulsions using microporous, ceramic membranes, *Coll. Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects* 1999; 152: 103 .
 20. Gijsbertsen -Abrahamse AJ, van der Padt A, Boom RM. Influence of membrane morphology on pore activation in membrane emulsification, *J. Membr. Sci* 2003; 217: 141–150 .
 21. Shaw DJ, Emulsions and Foams. In: *Introduction to Colloid and Surface Chemistry*, third ed. Butterworths, London; 1980: 232–244 .
 22. Joscelyne SM, Trägårdh G. Food emulsions using membrane emulsification: conditions for producing small droplets, *J. Food Eng* 1999; 39: 59–64 .
 23. Katoh R, Asano Y, Furuya A, Sotoyama K, Tomita M, Okonogi S. Preparation of food emulsions using a membrane emulsification system 2. Conditions for preparation of W/O food emulsions using a membrane emulsification system, *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi* 1997; 44: 44–49 .
 24. Katoh R, Asano Y, Furuya A, Sotoyama K, Tomita M, Okonogi S. Preparation of food emulsions using a membrane emulsification system 3. A method of preventing dispersed droplets from crushing using a membrane emulsification system, *Nippon Shokuhin Kagaku Kokaku Kaishi* 1997; 44: 233–237 .
 25. Huisman I, Trägårdh G, Trägårdh Ch, Pihlajamäki A. Determining the zeta potential of microfiltration membranes using the electroviscous effect, *J. Membr. Sci* 1999; 156: 153–158 .
 26. Lambrich U, van der Graaf S, Dekkers KS, Boom RM, Schubert H. Production of double emulsions using microchannel emulsification. *Proceedings of the ICEF*; 2004; vol. 9, Montpellier.
 27. Sugiura S, Nakajima M, Yamamoto K, Iwamoto S, Oda T, Satake M, et al. Preparation characteristics of water-in-oil-in-water multiple emulsions using microchannel emulsification, *J. Colloid Interface Sci* 2004; 270: 221–228.
 28. Suzuki K, Fujiki I, Hagura Y. Preparation of corn oil/water and water/corn oil emulsions using PTFE membranes, *Food Sci. Technol. Int. Tokyo* 1998; 4 (2): 164–167 .
 29. Gijsbertsen-Abrahamse AJ, van der Padt A, Boom RM. Status of cross-flow membrane emulsification and outlook for industrial application, *J. Membr. Sci* 2004; 230: 149–159 .
 30. Vladisavljevic GT, Shimizu M, Nakashima T. Preparation of monodisperse multiple emulsions at high production rates by multistage premix membrane emulsification, *J. Membr. Sci* 2004; 244 : 97–106 .
 31. Shima M, Kobayahsi Y, Fujii T, Tanaka M, Kimura Y, Adachi S, et al. Preparation of fine W/O/W emulsion through membrane filtration of coarse W/O/W emulsion and disappearance of the inclusion of outer phase solution, *Food Hydrocolloid* 2004; 18: 61–70 .
 32. Rayner M, Trägårdh G. Membrane emulsification modeling: how can we get from characterization to design? *Desalination* 2002; 145: 165–172 .
 33. Yuan Q, Hou R, Aryanti N, Williams RA, Biggs S, Lawson S, et al. Manufacture of controlled emulsions and particulates using membrane emulsification, *Desalination* 2008; 224: 215–220 .

Role of membrane technique in preparing emulsions

Farzi M¹, Mohammadifar MA^{*2}, Karimi N³

1- PhD Student in Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran, Karadj, Iran

2- Associate Prof. Dept. of Food Science and Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: mohamdif@ut.ac.ir

3- Students' Research Committee, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Abstract

Nowadays, many food systems, cosmetic and pharmaceutical products are consisted of emulsions. The formation of emulsions with membrane technique has attracted considerable attention in food industry due to its high energy efficiency. So, in the present study, the advantages, limitations and the factors which affect the efficiency of process are discussed. Factors which influence the formation of emulsion with membrane are diameter of pores in membrane, droplet size distribution, pressure gradients, the velocity of continuous phase, type and concentration of emulsifiers. Membrane technique is an appropriate and easy process for producing emulsions. The major advantages of membrane homogenizers are their ability to produce emulsions with very narrow droplet size distributions .

Keywords: Membrane technique, Emulsions, Process factor