

کاربرد تکنولوژی غشایی در تولید امولسیون‌ها

مینا فرضی^۱، محمد امین محمدی فر^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، استیتو 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، استیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده 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 از روش زیادی را به خود معطوف داشته است. در این پژوهش روند تولید امولسیون‌های یگانه و دوگانه توسط سیستم‌های غشایی و پارامترهای مؤثر بر فرآیند، مزایا و محدودیت‌ها بررسی شده است. عواملی نظری 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، فرآیند مناسب‌تر می‌باشد.

وازگان کلیدی: تکنولوژی غشایی، امولسیون‌ها، پارامترهای فرآیند

مقدمه

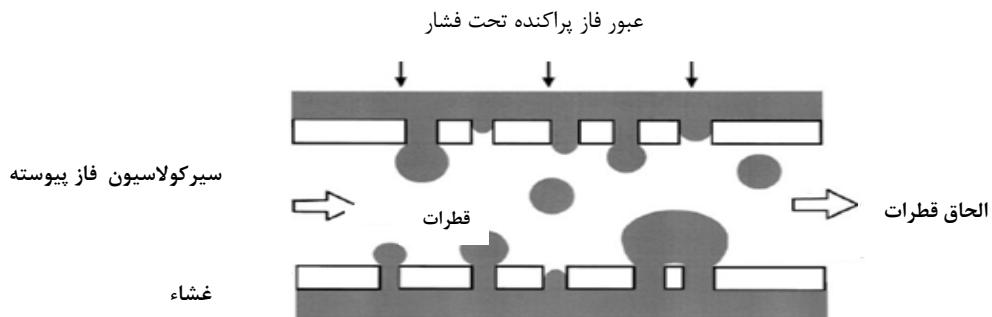
امولسیون روغن در آب (w/o) و آب در روغن (o/w) کاربردی است.

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، در حالی که 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، بولیانسی 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 هموژنایزرهای فشار بالا. بسته به روش امولسیون‌سازی قطر قطرات بین $1-100 \mu\text{m}$ 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



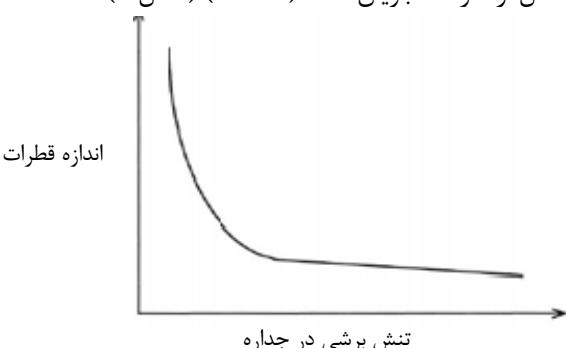
شکل ۱. دیاگرام فرآیند امولسیون سازی غشایی

به اندازه کافی باریک باشد می‌توان امولسیون‌هایی با اندازه ذرات یکسان تولید کرد (۱۲).

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

تخلخل یک غشاء نیز مهم است چرا که فاصله بین منافذ مجاور را تعیین می‌کند. این فاصله با کاهش تخلخل، افزایش می‌یابد. هرچه منافذ به یکدیگر نزدیک‌تر باشد (در تخلخل‌های بالا) تمايل 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 جريان فاز پیوسته جدا می‌شوند. سرعت جريان عرضی متداولًا بين 0.8 تا 8 متر بر ثانیه می‌باشد. تأثیر سرعت فاز پیوسته اغلب به صورت تنفس برشی در جداره بيان می‌شود. با افزایش سرعت جريان عرضی، اندازه قطره به سرعت کاهش می‌یابد و به اندازه‌ای می‌رسد که کمابیش مستقل از سرعت جريان است (۱۳، ۱۴) (شکل ۲).



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

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

پارامترهای فرآیند: مهم‌ترین 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 می‌باشند (۸). با توجه به نیازمندی‌های محصول و نرخ تولید امولسیون، یافتن تعادلی بین این عوامل به منظور دستیابی به نتیجه مطلوب، که اغلب تولید امولسیونی با کوچک‌ترین اندازه قطرات و باریک‌ترین توزیع اندازه است، ضروری می‌باشد.

نوع غشاء، اندازه و توزیع منافذ غشاء، تخلخل و نوع سطح: در مطالعات انجام شده اغلب از غشاها لوله‌ای Shirasu Porous Glass و Micro Porous Glass (MPG) استفاده شده است. این غشاها دارای ریز منافذ (SPG) استوانه‌ای یکنواخت با ارتباط بین‌ابینی (Micro Porous) هستند. توزیع اندازه منافذ در این غشاها باریک است و اندازه منافذ اسمی این غشاها معمولاً در محدوده $0.5-14 \mu\text{m}$ می‌باشد. این غشاها تحت فشارهای مورد استفاده تغییر شکل نداده و فشرده نمی‌شوند. بطورکلی در شرایط عملیاتی معین، اندازه قطرات امولسیون با اندازه منافذ غشاء رابطه خطی مستقیم دارد (۹-۱۱). درصورتی که توزیع اندازه منافذ غشاء

هستند. مقادیر متدائل فشار بین غشایی برای امولسیون‌سازی با استفاده از غشاها ای با اندازه منافذ ۰/۲، ۰/۵ و ۰/۸ میکرومتر برای ساخت امولسیوهای w/w ، در محدوده بین ۲۰ تا ۵۰۰ کیلوپاسکال است. افزایش فشار بین غشایی، شار فاز پراکنده از خلال غشاء را مطابق با قانون دارسی افزایش می‌دهد (۶). ولی این امر می‌تواند منجر به ایجاد قطرات بزرگتری شود (۷، ۸). 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 (۹).

دما و ویسکوزیته: دما پارامتری مهم در امولسیون‌سازی است که ویسکوزیته فازهای پراکنده و پیوسته و همچنین طبیعت امولسیفاير را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۰). 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 امولسیفاير 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، سیرکولاتیون آن را آسان‌تر می‌سازد (۱۱). 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 (۱۲) و همچنین در امولسیون‌های بسیار ویسکوز، تنش برشی پمپ‌ها و غیره باعث شکستن امولسیون می‌شود (۱۳).

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 ایزوکلریک بدون بار بوده و در pH های بالاتر و پایین‌تر به ترتیب دارای بار منفی و مثبت می‌باشد (۱۴) 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 مورد نیاز برای رسیدن به این قطره کمتر است. برای مثال مشخص شده که تنش برشی بیش از 2 Pa در جداره برای غشاها $0.5 \mu\text{m}^2$ و تنش برشی بیش از 20 Pa در مورد غشاها $0.8 \mu\text{m}^2$ نیاز می‌باشد. در تنش‌های برشی کوچک‌تر، اندازه قطره به سرعت افزایش می‌یابد و توزیع اندازه به دلیل الحق در سطح غشاء بسیار گسترده می‌شود (۱۵).

امولسیفاير: امولسیفايرها دو نقش اصلی در تشکیل امولسیون دارند. اول این که کشنش بین سطحی روغن و آب را کاهش می‌دهند. این امر توزیع قطرات را تسهیل کرده و در مورد غشاها، حداقل فشار امولسیون‌سازی را کاهش می‌دهد (۱۶). دوم اینکه امولسیفايرها قطرات را در برابر الحق و یا تجمع پایدار می‌کنند. این امر وابسته به نوع و غلظت امولسیفاير است.

هرچقدر جذب مولکول‌های امولسیفاير بر سطوح تازه تشکیل شده سریع‌تر باشد، قطرات امولسیون کوچک‌تر خواهند بود. با مقایسه دو امولسیفاير SDS که سریع جذب می‌شود و Tween 20 که آهسته جذب می‌شود، مشخص شد تفاوت در اندازه قطرات، فاکتوری در حدود ۶ بود (۱۷).

مشخص شده که در یک فشار معین، در تولید امولسیون‌های w/o با استفاده از امولسیفاير، در مقایسه با امولسیون‌هایی که هیچ‌گونه امولسیفايري در فاز روغنی آنها استفاده نشده است، شار بیشتر می‌باشد (۱۸). افزودن امولسیفاير محدوده فشار مؤثر برای تولید امولسیون‌های پایدار را گسترده‌تر می‌سازد (۱۹).

امولسیون‌های پایدار با اندازه ذرات یکسان را تنها می‌توان در کشنش بین سطحی کمتر از 1 mNm^{-1} تولید کرد (۲۰).

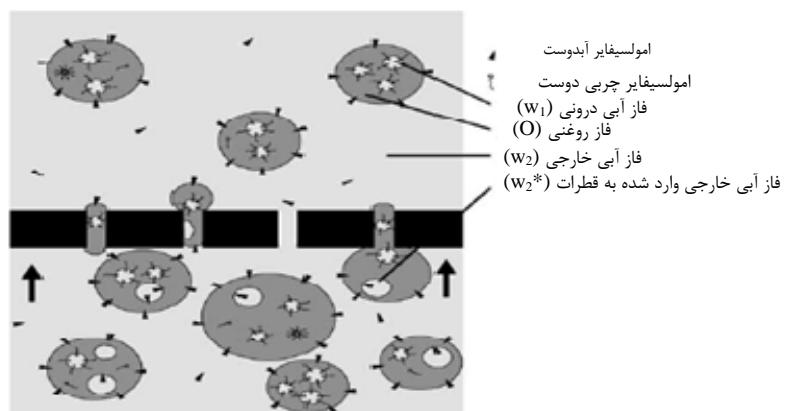
مشخص شده که در صورت استفاده از کنسانتره آب پنیر به عنوان امولسیفاير برای ساخت امولسیون‌های w/o حاوی ۱۰٪ روغن سویا در آب، پروتئین‌هایی می‌توانند امکان تولید امولسیون با اندازه ذرات یکسان را فراهم آورند که کمتر دناتوره شده باشند (یعنی فعالیت سطحی بیشتری داشته باشند) (۲۱).

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

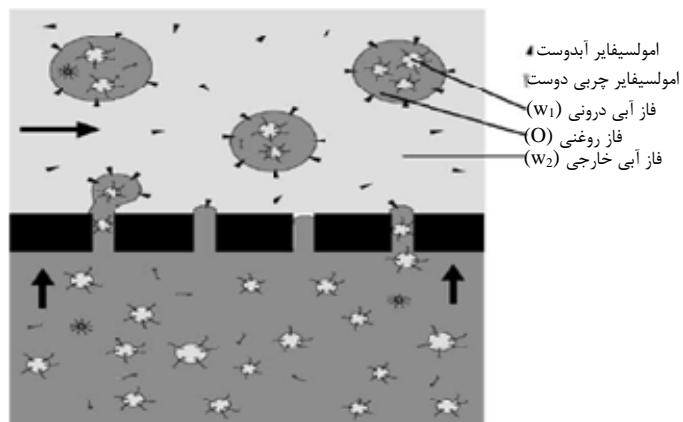
وسيع تر از روش امولسيون سازی غشایی cross-flow است (۲۸، ۲۹). البته هنوز اين توزيع اندازه نسبت به فرآيندهای متداول باريکتر می باشد (۳۰، ۳۱) و می توان به شارهای بالاتری دست یافت (شکل ۳).

در امولسيون سازی غشایی cross-flow، فازی که باید پراکنده شود از خلال يك غشاء ريزمنفذ عبور داده می شود، در حالیکه فاز پیوسته در امتداد سطح غشاء جريان می یابد. قطرات در منافذ غشاء تشکيل شده و در اندازه معينی جدا می شوند (۳۲). اگر از يك امولسيون يگانه (w/o) به عنوان فازی که باید پراکنده شود استفاده شود، می توان با اين روش امولسيون های دوگانه (w/o/w) تولید کرد (شکل ۴). امولسيون ابتدائي را می توان با روش های مرسم و همچنين توسط امولسيون سازی غشایي تولید کرد. شرياط ملايم امولسيون سازی غشایي، به ويرژه برای مرحله دوم امولسيون سازی، به منظور جلوگیري از گسيختگي قطرات امولسيون که حتی ممکن است منجر به تبديل امولسيون به يك امولسيون يگانه w/o شود، مفید است (۳۳).

تهيه امولسيون های دوگانه توسط امولسيون کردن غشایي: يك امولسيون دوگانه امولسيوني در يك امولسيون دیگر است. امولسيون های w/o نسبت به o/w متداول ترند. امولسيون های دوگانه کاربردهای زیادي در صنایع غذایي، آرایشي، دارويی و سایر زمینه ها مانند کشاورزی و تولید ميكروذرارات چندجزئي دارند. اين امولسيون ها نسبت به امولسيون های يگانه داراي سطح مشترك بيشتری بوده و حتی از نظر ترموديناميکي ناپايدار ترند. در نتيجه کنترل نiroهاي برشی يکی از مسائل اصلی است که می تواند از طريق يك روش تولید نسبتاً جديد، يعني امولسيون کردن غشایي محقق شود (۲۶، ۲۷). برای تولید امولسيون های دوگانه توسط غشاء، دو روش عملياتی pre-mix و cross-flow مورد استفاده قرار می گيرد. در روش pre-mix ابتدا يك امولسيون دوگانه با قطرات بزرگ ساخته می شود که متعاقباً از خلال يك غشاء عبور داده می شود. در نتيجه عبور قطرات بزرگ از غشاء، آنها به قطرات کوچک تر شکسته می شوند. توزيع اندازه قطرات حاصل کمي



شکل ۳. تولید امولسيون دوگانه به روش pre-mix



شکل ۴. تولید امولسيون 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، فرآیندی 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 هموژنایزرهای تجاری، زمان بیشتری برای تولید حجم مشخصی از امولسیون توسط روش غشایی موردنیاز است. فشار کم در غشاهایی با اندازه منافذ $0.2 \mu\text{m}$ یا کمتر نیز می‌تواند فاکتوری محدود کننده باشد.

References

- van der Graaf S, Schroën C, Boom RM. Preparation of double emulsions by membrane emulsification—a review, *J. Membr. Sci* 2005; 251: 7–15
- 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 .
- Kandori K. Applications of microporous glass membranes: membrane emulsification. In: Gaonkar AG editor, Food Processing: Recent Developments, Elsevier Science, Amsterdam, 1995. p. 113–142 .
- Nakashima T, Shimizu M, Kukizaki M, Membrane emulsification by microporous glass, *Key Eng. Mater* 1991; 61/62: 513–516 .
- Dickinson E. Emulsions and droplet size control. In: Wedlock DJ editor, Controlled Particle, Droplet and Bubble Formation, Butterworth-Heinemann, Oxford. 1994. p. 189–216 .
- 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 .
- Joscelyne SM, Trägårdh G. Membrane emulsification—a literature review, *J. Membr Sci* 2000; 169: 107–117 .
- Berot S, Giraudet S, Riaublanc A, Anton M, Popineau Y. Key Factors in Membrane Emulsification, *Chem. Eng. Res. Des.* 2003; 81: 1077–82.
- Peng SJ, Williams RA. Controlled production of emulsions using a cross-flow membrane, *Syst. Charact* 1998; 15: 21–25 .
- 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.
- 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 .
- 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 .
- 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.
- 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.
- 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, Yonemoto 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. Muschiolik G, Dräger S, Scherze I, Rawel HM, Stang M. Protein-stabilized emulsions prepared by the micro-porous glass method. In: Dickingson 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