

## امولسیفایر چیست و چه تاثیری در محصولات غذایی دارد؟

برای توضیح این مطلب بهتر است ابتدا به معرفی امولسیون بپردازیم.

### امولسیون :

امولسیون سیستمی است که از دو ماده غیر قابل امتزاج تشکیل شده که یکی در دیگری پخش شده است. در امولسیون دو فاز وجود دارد:

(۱) فاز پراکنده : ماده ای که بطور یکنواخت در سراسر ماده دیگر پخش شده است.

(۲) فاز پیوسته : ماده ای که فاز پراکنده در سراسر آن پخش شده است.

فاز پراکنده به شکل قطراتی با قطر ۱ تا ۵۰ میکرون در فاز پیوسته توزیع شده است. زمانی که دو ماده غیر قابل امتزاج با یکدیگر مخلوط می شوند، انرژی در سطح دو فاز بوجود می آید. کشش سطحی می تواند در اثر مخلوط کردن یا شکستن فاز پخش شده به شکل ذرات کوچکتر افزایش یابد. اگرچه نتیجه افزایش کشش سطحی بی ثباتی امولسیون است که باعث یک یا ترکیبی از سه مکانیسم زیر می شود :

(۱) خامه ای شدن ( Creaming )

(۲) منعقد شدن ( Flocculation )

(۳) بهم چسبیدگی ( Coalescence )

خامه ای شدن باعث جدا شدن دو فاز بر اساس تفاوت چگالی ناشی از نیروی وزنی می شود. منعقد شدن عبارتست از حرکت یا خوشه ای شدن قطرات فاز پراکنده، دلیل عمده منعقد شدن بار الکتریکی ناکافی در سطح گلبولی می باشد.

بهم چسبیدن زمانی رخ می دهد که قطرات به یکدیگر چسبیده و لایه مابین دو فاز تخریب شود.

برای کاهش کشش سطحی که مابین دو ماده غیر قابل امتزاج وجود دارد می توان از امولسیفایر استفاده کرد. امولسیفایر ها - سورفاکتانت ها ( مواد فعال سطحی ) - به سطح مابین دو فاز منتقل می شوند جایی که کشش سطحی را تسهیل می کنند و میزان بهم چسبیدگی را کاهش می دهند. بنابراین ثبات و پایداری یک امولسیون به میزان مخلوط کردن و حضور امولسیفایرها بستگی دارد.

Surface Active Agent = Surfactant

هر دو اصطلاح امولسیفایرها و سورفاکتانت ها ( مواد فعال سطحی ) مورد استفاده قرار می گیرند گرچه در صنایع غذایی از اصطلاح امولسیفایر ها و در صنایع دیگر همچون شوینده ها از اصطلاح سورفاکتانت ها عموماً استفاده می شود.

### انواع امولسیون ها :

دو نوع امولسیون عمده در محصولات غذایی وجود دارد: امولسیون روغن در آب ( O/w ) و امولسیون آب در روغن ( W/O ). اگرچه سایر انواع امولسیون ها نظیر مایع و گاز، مایع و مایع و امولسیون مایع و جامد نیز وجود دارند.

امولسیون آب در روغن مانند کره ( که دارای ۸۰٪ چربی و ۲۰٪ آب می باشد )، مارگارین ( که دارای ۸۰٪ چربی و ۲۰٪ آب می باشد ) و Icing ها.

امولسیونهای روغن در آب که در آن روغن در یک فاز آبی پخش می شود مانند محصولات نظیر مایونز، سس سالاد، خمیر کیک و Muffin ها ( muffin نوعی کیک است ) .

## امولسیفایرها :

به منظور حفظ پایداری یک امولسیون، با استفاده از امولسیفایرها باید از بهم چسبیدن ( Coalescence ) جلوگیری کرد. وظایفی که امولسیفایرها ( عوامل امولسیفیه کننده ) در محصولات غذایی انجام می دهند آنها را برای صنایع غذایی ارزشمند می نماید. امولسیفایرها نه تنها امولسیونها را بلکه کفها و سوسپانسیونها را نیز پایدار می سازند. در نتیجه، در اثر برهم کنش با پلیمرهایی مانند نشاسته و پروتئین نقش مهمی بر روی بافت دارند. امولسیفایرها همچنین می توانند کریستالیزاسیون لیپیدها را اصلاح کنند.

## خواص امولسیفایرها:

HLB (۱) مزومورفیسم (۲)

### (۱) خاصیت تعادل هیدروفیلیک / لیپوفیلیک (HLB)

#### Hydrophilic Lipophilic Balance

از خصوصیات ساختمانی کلیدی یک امولسیفایر این است که بطور طبیعی آمفی فیلک می باشد. بدین معنا که امولسیفایرها هر دو ترکیب هیدروفیلیک و لیپوفیلیک را دارا می باشند.

قسمت لیپوفیلیک ( چربی دوست ) یا هیدروفوبیک یک مولکول تمایل دارد در محیط لیپید ( چربی ) حضور داشته باشد که غیر قطبی است و معمولاً یک اسید چرب با زنجیر بلند است که از روغن یا چربی با درجه خوراکی بدست آمده و به روغنها و چربیها در امولسیون متصل می شود.

قسمت هیدروفیلیک ( آب دوست ) ترجیح می دهد در محیط آبی باقی بماند که قطبی است و تمایل برای پیوستن به آب دارد مانند گلیسرول. این قسمت می تواند غیر یونی، آنیونی ( دارای بار منفی ) یا کاتیونی ( دارای بار مثبت ) باشد. در سیستم های غذایی امولسیفایر های کاتیونی بکار نمی روند زیرا از منابع باکتریایی بدست می آیند و ممکن است سمی باشند.

زمانی که قسمت لیپوفیلیک امولسیفایر در چربی و بخش هیدروفیلیک در آب قرار می گیرد باعث می شود تا انرژی آزاد ترمودینامیکی ( کشش سطحی ) سیستم به حد اقل برسد. به عبارت دیگر امولسیفایرها با کاهش دادن کشش سطحی در تعلیق ( امولسیون ) سبب پایداری آن می شوند.

میزان اتصال یا جذب به آب یا روغن بسته به نوع امولسیفایر خاص تغییر می نماید و این موضوع تحت عنوان خاصیت تعادل هیدروفیلیک لیپوفیلیک ( HLB: Hydrophilic Lipophilic Balance ) امولسیفایرها شناخته می شود.

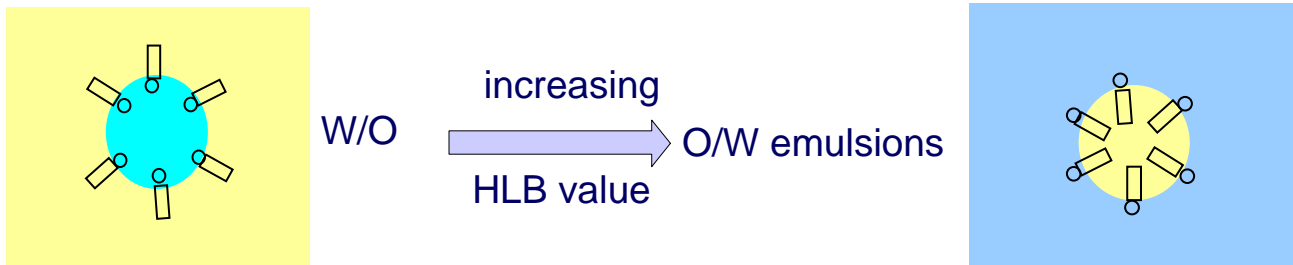
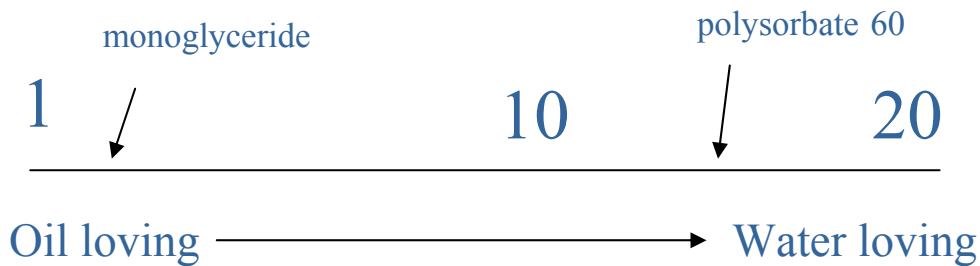
امروزه صدها امولسیفایر در صنایع غذایی وجود دارد و می توان با استفاده از توازن هیدروفیلیک/لیپوفیلیک ( HLB ) مناسب ترین آنها را انتخاب نمود. این پارامتر از ۰ تا ۲۰ تغییر می کند.

HLB با معادله زیر محاسبه می گردد:

$$HLB = 20 \left( \frac{m h}{M} \right)$$

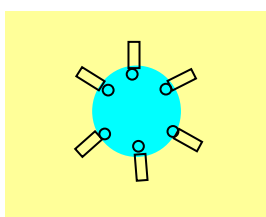
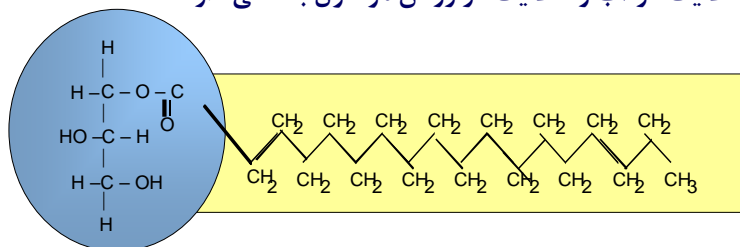
در فرمول فوق  $mh$  معادل وزن ملکولی بخش هیدروفیل ملکول است و  $M$  وزن ملکولی کل ملکول می باشد. در نتیجه در فرمول فوق  $HLB$  از صفر ( برای چربی دوست ترین ) تا ۲۰ ( برای آب دوست ترین ) متغیر خواهد بود. هر چه میزان  $HLB$  افزایش یابد نشان دهنده بالاتر بودن قدرت هیدروفیل ملکول است.

HLB, Hydrophile/Lipophile Balance, an arbitrary scale describing the oil or water loving nature of an emulsifier

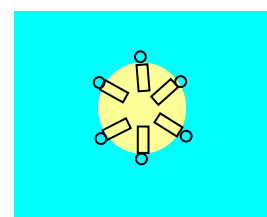


## Emulsification Hydrophilic / Lipophilic Balance

HLB به ویژگیهای حلالیت در آب و حلالیت در روغن مولکول بستگی دارد



افزایش  
W/O → O/W امولسیون های  
اندریس HLB



تقسیم بندی کاربرد امولسیفایر ها بر اساس میزان HLB آنها به شرح ذیل می باشد :

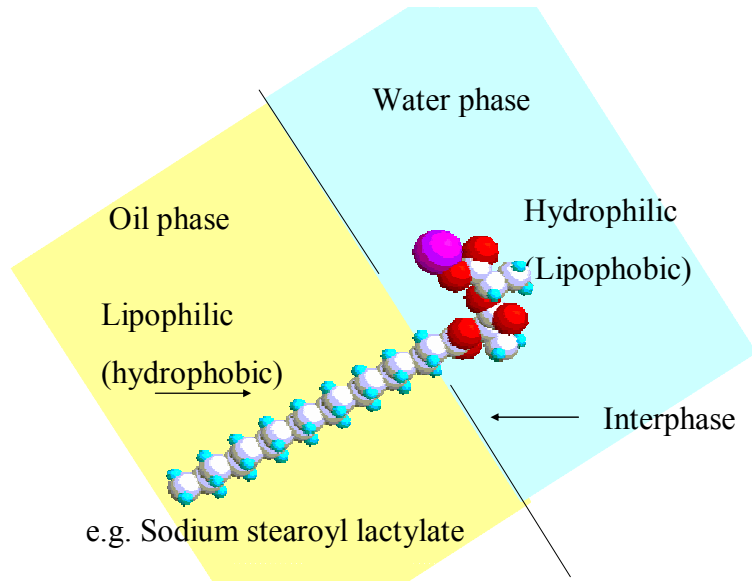
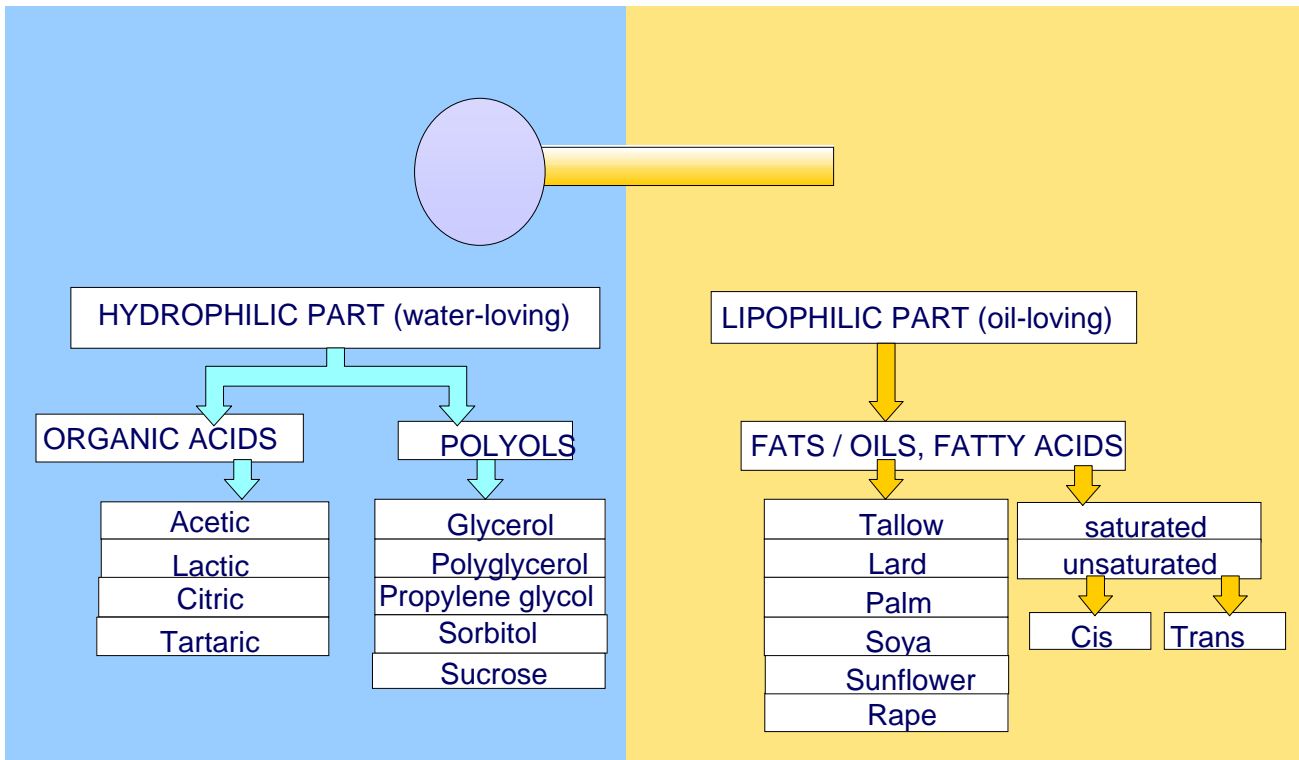
- 0-3 - Antifoaming Agent
- 4-6 - W /O emulsifying agent
- 7-9 - Wetting agent
- 8-18 - O / W emulsifying agent
- 13-15 - Detergent
- 10-18 - Solubilizers

امولسیفایر هایی که دارای HLB بین ۱ تا ۵ هستند عموماً در سیستم های آب در روغن بکار می روند و با داشتن ویژگی میل قوی به روغن مشخص می شوند.  
امولسیفایر های با HLB بین ۶ تا ۸ امولسیفایرهایی هستند که می توانند در هر کاربردی بکار روند زیرا آمفی فیلیک هستند.

نهایتاً امولسیفایرهای با HLB بین ۹ تا ۱۲ به علت میل زیاد شان به قسمت آبی امولسیون عموماً جهت استفاده در امولسیون روغن در آب بکار می روند.

مقادیر تخمینی HLB برای امولسیفایرهای گوناگون

مقدار HLB	امولسیفایر
۱,۸	Acetem
۲,۰	کلسیم استئارویل-لاکتیلات
۲,۳	سورباتین تری استئارات
۲,۸	منو و دی گلیسریدها
۳-۴	لسیتین
۳,۵	پروپیلن گلیکول منو استئارات
۳,۷	GMS خود امولسیفیه کننده
۴,۳	منو گلیسرید تقطیر شده
۵	سورباتین منو استئارات
۵,۵-۷,۰	استرهای پلی گلیسرول
۵-۸	Lactem
۷-۸	Datem
۸-۱۱	لستین تعدیل شده
۱۰	سدیم استئارویل لاکتیلات
۱۰,۵	پلی سوربات ۶۵ ( تری استئارات )
۱۱	Citrem
۱۵	پلی سوربات ۶۰ ( منو استئارات )
۸-۱۵	استرهای ساکاروز



## کف :

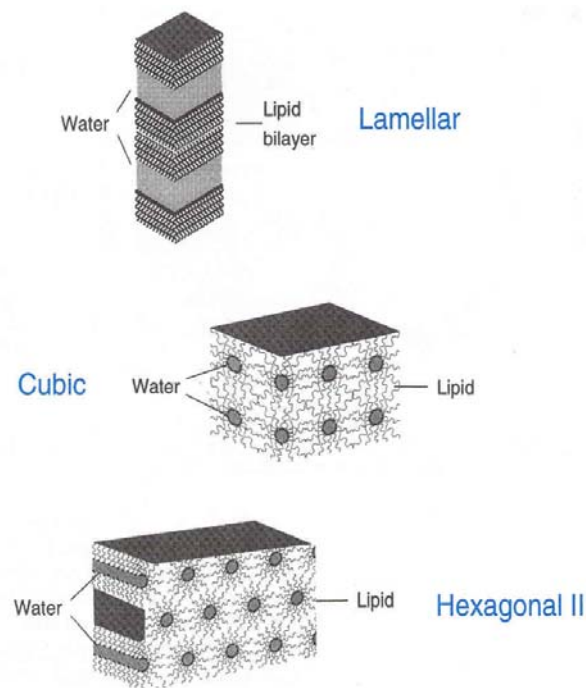
کف مخلوطی از مایع و گاز می باشد. کف نیز همانند امولسیون درگیر نیروی کشش سطحی است و بنابر این امولسیفایرهای حل شده در فاز آبی می توانند باعث ایجاد کف شوند. قسمت چربی دوست سورفاکتانت در فاز گازی وارد می شود همانند فاز روغنی یک امولسیون. در این حالت امولسیفایر معمولاً یک پروتئین است. زمانی که حباب های هوا توسط مخلوط کردن به درون محلول هیدروفیلیک وارد می شوند، پروتئین در سطح مابین هوا - آب باز شده، زنجیره های جانبی هیدروفوبیک وارد فاز هوا می شوند و زنجیره های جانبی هیدروفیلیک در فاز آبی باقی می ماند. قسمتی از پروتئین که در فاز آبی قرار دارد آب را نگه داشته و از خشک شدن و به هم چسبیدن و بی ثباتی کف جلوگیری می کند.

## ۲) شکل کریستالی و رفتار مزومورفیک امولسیفایر ها :

امولسیفایر ها مشتقات چربی ها هستند بنابراین پلی مورفیسم ( چند شکلی ) می باشند و اشکال مختلف کریستالی نظیر  $\alpha$  ،  $\beta$  و  $\beta'$  از خود نشان می دهند. به منظور اینکه بدانیم چگونه امولسیفایر ها در مواد غذایی انجام وظیفه می کنند مهم است با این اشکال کریستالی آشنا شویم. علاوه بر شکل کریستالی، اندازه کریستال ها تاثیر مهمی در عمل قسمتهای بدون آب امولسیفایر در سیستم های غذایی دارد.

واکنش منوگلیسریدها با آمیلوز به حالت فیزیکی منوگلیسرید و مخصوصاً شکل کریستالی آن بستگی دارد. نتایج نشان داده اند که شکل  $\alpha$  امولسیفایرها با افزایش فعالیت امولسیفایری، تسهیل قابلیت پخش شوندگی و تشدید ویژگی های هوا دهی دارای مزایای ویژه ای نسبت به سایر اشکال کریستالی می باشد. مزومرفیسم توانایی ترکیبات برای تشکیل مزوفازها، یا حالت های کریستالی مایع می باشد. مزومرفیسم لیوتروپیک به شکل ترکیباتی وجود دارد که هرگاه با غلظت مناسبی از آب تیمار شود به شکلی جهت گیری می کند تا دافعه موجود را به حداقل رسانده و فاز کریستالی آبی تشکیل می دهد. امولسیفایرها به علت خصوصیت آمفی فیلیکشان توانایی تشکیل مزوفازهای لیوتروپیک را دارند، انواع زیادی ساختمان مزوفازی وجود دارد، اما تنها فازهایی که مورد نظر در صنعت پخت می باشند عبارتند از: ساختمانهای لایه ای ( Lamellar )، مکعبی ( Cubic ) و شش وجهی ( Hexagonal ) .

این ساختمان ها در این شکل نمایش داده شده اند.



ساختمان لایه ای ( Lamellar ) : در این حالت لایه های آب و امولسیفایر به صورت یک در میان در کنار یکدیگر قرار می گیرند.

ساختمان مکعبی ( Cubic ) : در این ساختمان گوی های آب به طور منظم درون کالبد مکعبی امولسیفایر جای می گیرند. حالت معکوس مزوفاز مکعبی زمانی روی می دهد که گوی های امولسیفایر در درون آب پخش شوند. ساختمان شش وجهی ( Hexagonal ) : در این حالت استوانه های آب داخل کالبد مکعبی امولسیفایر قرار می گیرند. ساختمان معکوس مزوفاز شش وجهی، استوانه های امولسیفایر احاطه شده با آب است.

زمانیکه یک سیستم غذایی به صورت یک مزوفاز لیوتروپیک وجود داشته باشد، امولسیفایرها قادرند تا در سطح مولکولی با ترکیبات آرد واکنش دهند. مشروط کننده های موثر خمیر و عوامل کمپلکس دهنده با نشاسته که قابل پخش شدن در آب می باشند، بسیار قطبی هستند زیرا آنها مزوفازهای لیوتروپیک با ویژگیهای کریستالی مایع تشکیل می دهند. بطور مثال منوگلیسریدهای تغلیظ شده که معمولاً در آب نا محلول هستند قادرند در درجه حرارتی نزدیک نقطه ذوبشان در آب پخش شوند. زمانیکه این مسئله اتفاق می افتد ساختمان لایه ای ( Lamellar ) تشکیل می شود که همانطور که اشاره شد، از دو لایه منوگلیسرید که به صورت یک در میان با یک لایه آب قرار گرفته است، ایجاد شده است. این نوع از آرایش به منوگلیسریدهای اشباع شده اجازه می دهند تا به صورت بهینه با آمیلوز واکنش دهند. از بین تمامی امولسیفایرهای با درجه خوراکی، منوگلیسریدهای تقطیر شده کارآمدترین ترکیب تشکیل دهنده کمپلکس با نشاسته هستند و همبستگی خوبی بین میزان تشکیل کمپلکس با آمیلوز و نرمی مغز نان مشاهده شده است. امولسیفایرهای آنیونی نظیر DATEM و SSL نیز فازهای لایه ای تشکیل می دهند. به علت ویژگی هیدروفیلی قوی آنها هر دو این امولسیفایرها می توانند به سادگی در آب پخش شوند. این ترکیبات آنیونی در حالت کریستالی خودشان به عنوان مشروط کننده خمیر عمل می کنند.