

YAĞ RAFİNASYONU

Prof. Dr. Sevil YÜCEL

Bitkisel kaynaklı ham yağlarda bulunan çeşitli safsızlıklar nedeniyle ham yağ; istenmeyen tat, aroma, koku ve renge sahiptir Bu safsızlıkların giderilmesi için uygulanan rafinasyon işlemi, fiziksel ve kimyasal olmak üzere iki yöntemle gerçekleştirilmektedir.

Fiziksel rafinasyon; degumming, ağartma, buhar distilasyonu gibi işlem basamaklarından oluşurken; kimyasal rafinasyon ise degumming, nötralizasyon, ağartma, deodorizasyondan oluşur

Hangi prosesin kullanılacağına dair karar, işlenecek ham yağın cinsine ve kalitesine bağlıdır (Şekil 1). Fiziksel ve kimyasal arıtma isimleri, asitliğinden sorumlu olan serbest yağ asitlerini (FFA) nötralize etmek için kullanılan proses teknolojilerinden gelir. Fiziksel rafine etme, trigliserid yağının kaynama noktasına kıyasla ŞYA'nın daha düşük kaynama noktasını kullanan bir işlemdir. Kimyasal veya alkali nötralizasyonda, FFA'yı nötralize etmek için bir alkali kullanılır.

Serbest yağ asidi içeriği %3.5'in üzerinde olan yağlarda; rafinasyon kayıpları, işletme giderleri ve sabunun oluşturduğu atık sorunu birlikte değerlendirildiğinde fiziksel rafinasyon yöntemi tercih edilmektedir.

Rafinasyon işlemi sırasında istenmeyen bileşenler yağdan uzaklaştırılırken ya da miktarları kabul edilebilir düzeye düşürülürken; yağda bulunan biyoaktif özellikteki bileşenler (tokoferoller, fenolik maddeler, steroller, skualen vb.) nitel ve nicel olarak kayba uğramakta, konjugasyon ve trans izomerizasyon reaksiyonları meydana gelmekte, bir proses bulaşanı olan 3-MCPD (3-monokloropropan 1,2 diol) oluşabilmektedir.

- Bitkisel kaynaklı yağların en önemli bileşeni triaçilgliserollerdir. Yağlar ayrıca serbest yağ asitleri, monoaçilgliseroller, diaçilgliseroller, fosfolipidler, serbest ve esterleşmiş bitkisel steroller, fenolik maddeler, triterpen alkoller, tokoller (tokoferoller, tokotrienoller), hidrokarbonlar (skualen, karotenler vb.), iz metaller (demir, sülfür, bakı vb.), oksidasyon ürünleri, yapışkan maddeler, vakslar, pestisit kalıntıları, tat ve koku bileşenleri gibi minör bileşenleri de içermektedir. Bu bileşenlerden; tokoller, fenolik maddeler, bitkisel steroller, karotenler ve skualen yağda bulunan en önemli biyoaktif bileşenlerdir

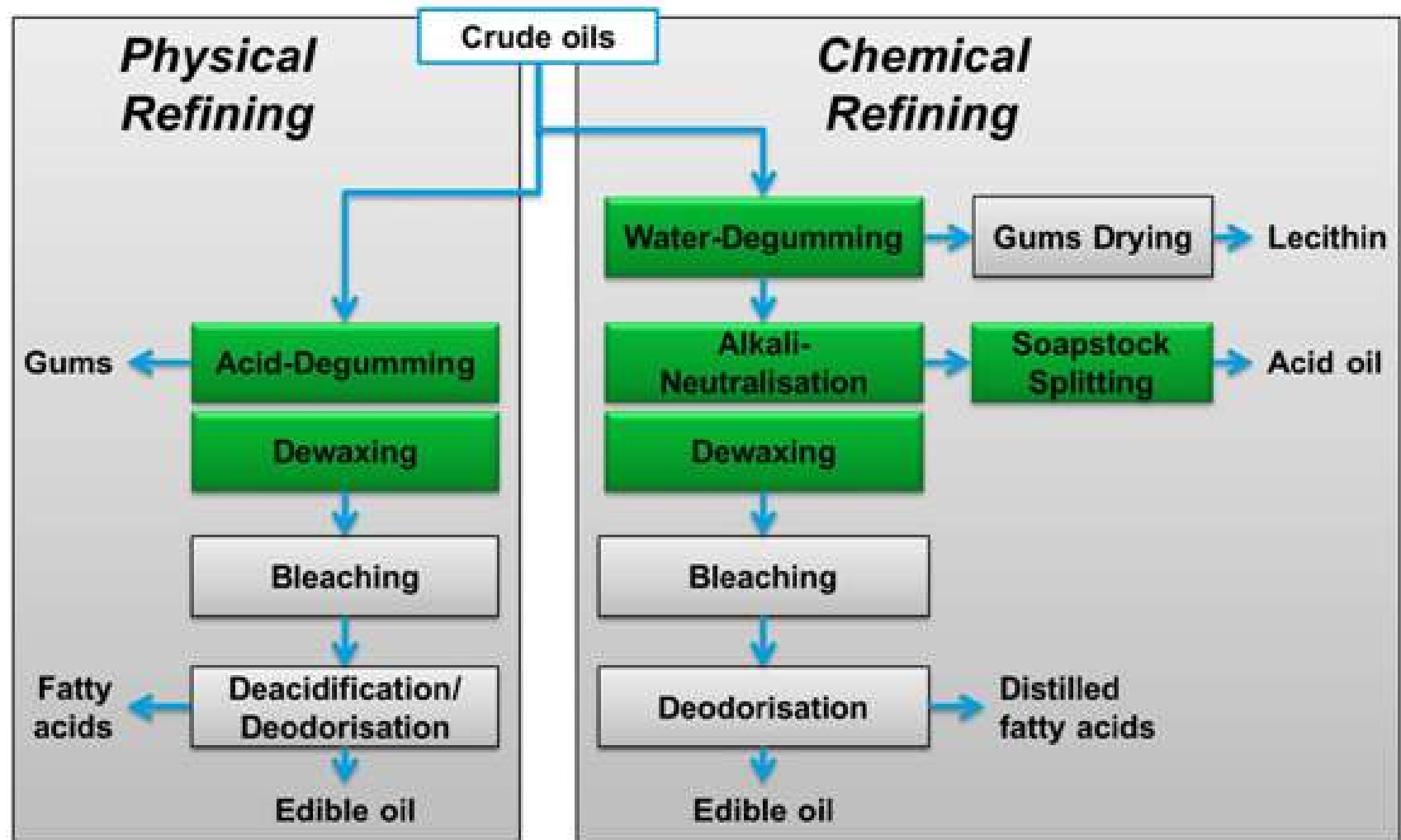


Figure 1. Chemical and physical refining

- Kimyasal arıtma, geçmiş yüzyıllarda kullanılan geleneksel yöntemdir. Kimyasal rafinasyonun temel amacı, FFA'yı alkali bir çözelti ile sabunlaştırmak ve elde edilen sabunları bir su fazında seyreltmektir. Bu sabunlar ayırıcılarla uzaklaştırılır. Küçük ölçekli kesikli işlemler için statik ayırma kullanılır, ancak sürekli işleme ve büyük ölçekli işlemler için santrifüjlü ayırma kullanılır. Nötr yağlar daha sonra ağartılır ve kokusu giderilir. Bu kimyasal arıtma, hint yağı haricinde, düşük kaliteli yağlar da dahil olmak üzere neredeyse tüm ham yağların güvenilir bir şekilde rafine edilmesi için kullanılabilir.
- FFA'nın giderilmesine ek olarak diğer istenmeyen gliserid olmayan malzemeler de çıkarılır. Bunlar esas olarak:
 - Fosfolipidler (gum)
 - Okside ürünler
 - Metal iyonları (ör. Demir, bakır)
 - Renk pigmentleri (örn. Gosipol)
 - Çözünmeyen safsızlıklar (meal fines)
- Kimyasal saflaştırmadaki proses adımları, kabul edilebilir yağ kayıpları ile iyi bir yağ kalitesi sağlamak için ham yağ kalitesine göre uyarlanabilir.

Ham yağlarda bulunan bazı istenmeyen safsızlıklar

Madde sınıfı	Tipik bileşenleri	Olumsuz Özellikleri
• Oksidasyon ürünleri	Uçucu aldehit, keton ve hidrokarbonlar, vb.	İstenmeyen koku
• Serbest yağ asitleri	Doymuş ve doymamış serbest yağ asitleri	Düşük oksidatif kararlılık, düşük duyuşal özellikler
• Fosfolipidler	Lesitin	Düşük oksidatif kararlılık, düşük duyuşal özellikler
• Pigmentler	Klorofiller, karotenoidler	Düşük oksidatif kararlılık
• Metal tuzları	Demir ve bakır bileşenleri	

• Bu maddelerin büyük bir kısmı yağların yemeklik olarak kullanımında istenmeyen maddeler olarak kabul edilirken, bazıları sağlık için yararlı maddelerdir. Örneğin tokoferoller yağları oksidasyona karşı koruyan doğal antioksidanlardır ve yağ cinsine göre değişen miktarlarda ham yağda bulunurlar.

RAFİNASYON

Rafinasyon işlemini kısaca berrak ve normal yağ elde etmek için ham yağda bulunan ve istenmeyen tüm maddelerin yağdan uzaklaştırılmasıdır. Aşamaları

- Yapışkan maddelerin giderilmesi(Deguming)
- Asit giderme(Nötralizasyon)
- Renk giderme(ağartma)
- Koku giderme(deoderizasyon)
- Vinterizasyon

YAPIŞKAN MADDE GİDERME İŞLEMİ (DEGUMMING)

Fosfolipidler ham yağın rafinasyonu ve depolanması esnasında problem oluştururlar. Bu yapıların büyük bir bölümü su ile temas halinde çözünmeyip şişerek topaklanırlar ve giderilmesi güç, yapışkan bir madde halinde çökelirler. Bu nedenle yemeklik yağ teknolojisinde bu yapıları isimlendirmek için „reçine“ terimi kullanılmaktadır.

Fosfolipidleri ifade etmek için literatürde kullanılan bir diğer terim ise «fosfatit”lerdir. Yağlı tohumlarda fosfolipid içerikleri ve çeşitleri, tohumların türüne göre farklılık gösterirken aynı tür içerisinde de dahi farklılıklar mevcuttur. En yaygın bulunan fosfolipidler ise; fosfatidilkolin (PC), fosfatidiletanolamin (PE), fosfatidilinositol (PI) ve fosfatidik asittir (PA)

Bazı fosfolipidler, özellikle fosfatidik asidin metalik tuzları, yüksek oranda çoklu doymamış yağ asidi içerikleri ile oksidasyon hızlandırıcı etki göstererek yağların okside olmasına neden olurlar ve oksidatif, hidrolitik enzimler ile birleşime yatkınlardır. Bu özelliklerinden dolayı istenmeyen koku ve renk oluşumuna, kızartma esnasında da dumanlanmaya neden olurlar.

Degumming işlemi her iki rafinasyon yöntemlerinin ilk basamağı olup yapışkan maddelerin uzaklaştırılması işlemidir. Ham yağlar gumlar (fosfolipidler, reçineler, iz metaller) içerir. Yapışkan maddelerin giderilmesi işlemi, ham yağın, fosfolipidler, reçineler ,iz metaller ve diğer safsızlıkların giderilmesi için, su, tuz çözeltileri, enzim, kostik soda, ve seyreltik asitlerle (sitrik, fosforik, maleik asit gibi) muamelesi işlemidir. Ham yağda bu maddeler %0,03-3,0 arasındadır. Fosfolipid yapıların tümü su ile etkileşime girebilir özellikte değildir, bu özelliklerine bağlı olarak da hidrate olabilen fosfolipidler (HP) ve NHP olarak iki gruba ayrılırlar. Bu bileşikler yağ içerisinde çözünür, çözünmez veya koloidal halde bulunabilen kompleks moleküllerdir. Bunlar; emülsifikasyon özelliklerinden dolayı kostik rafinasyon kayıplarını artırır, deodorizasyonda yüksek sıcaklık derecelerine ısıtmadan dolayı yanar, buna bağlı olarak son yağda yağın renginin koyulaşmasında artış olur. Kalsiyum, magnezyum, demir, bakır gibi metallerle tuzlar veya koordinasyon bileşikleri oluşturarak oksidatif stabilite ürünleri ve rengi olumsuz etkiler. Rafinasyon öncesinde bu bileşenlerin büyük bir çoğunluğu degumming işlemi ile yağdan ayrılabilir. Bu proses genellikle fosfolipidleri hidrate edebilmek amacıyla ham yağın düşük miktarda su ile işlem görmesi ve böylece santrifüj ile yağdan ayrılmalarını sağlamak şeklinde gerçekleşmektedir. Fosfolipidlerin yapısına bağlı olarak degumming işlemi, hidrasyon işlemi ile ya da düşük pH'lı çözeltiler kullanılarak yapılır.

Degumming işlemi ile yağdan uzaklaştırılan fosfolipid miktarları soya yağında %2,2, kanola yağında %2, mısır yağında %1,25, pamuk yağında %0,8, ayçiçeği yağında %0,7, zeytinyağında %0,1, palm yağında <%0,075, hindistancevizi yağında <%0,07'dir. Rafinasyon işlemlerinin artıklarını değerlendirilmesi açısından bu miktarlar oldukça önemlidir.

YAPIŞKAN MADDE GİDERME İŞLEMİ (DEGUMMING)

Yapışkan madde giderme işleminin başlıca yöntemleri; hidratasyon, asidik ve enzimatik yolla yapışkan maddelerin giderilmesidir. Bu yöntemlere ilave olarak birçok yapışkan madde giderme yöntemi mevcuttur bunlardan bazıları, Süper kritik CO₂ ile degumming, toplam degumming ve ultrafiltrasyon prosesi gibi yöntemlerdir fakat endüstriyel alanda, bazı dezavantajlarından dolayı fazla uygulama alanı bulamamışlardır

Soya yağından yapışkan madde giderme işleminde kullanılan yöntemin etkisi

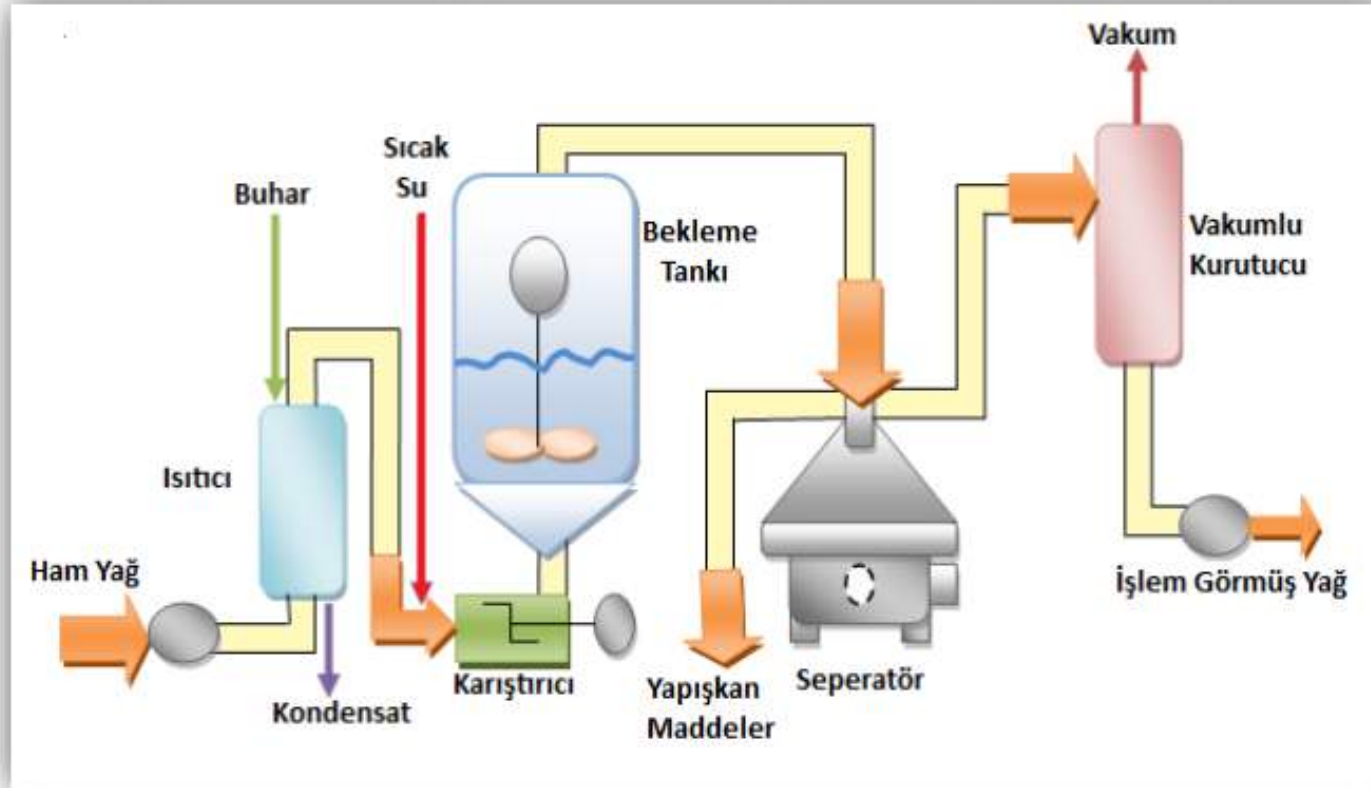
<u>Kullanılan Yöntem</u>	<u>Fosfolipid (%)</u>	<u>Fosfor (ppm)</u>
[Ham Yağ]	1,8-3,2	700-1300
Hidratasyon	0,3-0,6	100-250
Asidik	0,05-0,12	20-50
Enzimatik	0,01-0,02	5-10

Yapışkan madde giderme işleminde kullanılan yöntemler

1. **Hidratasyon yöntemiyle yapışkan madde giderme işleminde**, hidrate olabilen fosfolipidlerin su fazına geçmesi ile safsızlıkların yağdan ayrılması amaçlanmaktadır.

Hidratasyon yöntemiyle yapışkan madde giderme işleminde, hidrate olabilen fosfolipidlerin su fazına geçmesi ile safsızlıkların yağdan ayrılması amaçlanmaktadır. Bu işlemin gerçekleştirilmesi sırasında öncelikle preslenmiş ya da çözücü ekstraksiyonu işlemlerinden geçmiş olan ham yağ 60-70oC aralığına (sürekli sistemde 80 oC) kadar ısıtılıp hacimce % 1-3 oranında su (fosfolipid içeriğinin yaklaşık %75 i kadar) ile 30-60 dakika boyunca (sürekli sistemde ise 10-15 dk, yüksek hızlı karıştırıcı kullanılması ile 1 dk'dan kısa süre dahi yeterli olabilmektedir) karıştırılır ve santrifüjlenerek seperatörler yardımıyla safsızlıklar ayrılır çünkü hidrate olabilen fosfolipidler, TAG'lerden daha yoğun hale gelerek çökelirler. Yapışkan maddeleri giderilmiş olan yağ ise kurutmaya gönderilir

Hidratasyon yöntemiyle yapılan yapışkan madde giderme işleminde kalsiyum ve magnezyum tuzları içeren fosfolipidler, lizofosfolipidler, gliserofosfatlar ve inorganik fosfatlar suda çözünemediklerinden dolayı işlem sonucunda yağdan ayrılmazlar. Bu nedenle hidratasyon yöntemi yeterli düzeyde verimi sağlayamadığından günümüzde pek tercih edilmemektedir. Buna rağmen lesitin üretimi için ayrılan yapışkan maddelerde, renk kararması yaptığı için asidik yöntem tercih edilmediğinden hidratasyon yöntemi bu konuda ise bir avantaj oluşturmaktadır



- Hidratasyon yöntemi ile yapışkan maddelerin giderilmesi işlemi

Lesitin

Lesitin (fosfatidilkolin) genel olarak glikolipidler, trigliseridler ve fosfolipidlerden oluşan bir karışımdır. Yapışkan maddelerden biri olan lesitin ortamdan ayrılması ve yan ürün olarak üretimi sağlanırsa degumming işleminin verimliliği artacak, buna paralel olarak maliyeti azaltacaktır. **Soya yağı, lesitin gibi fosfolipidlerin geri kazanımı için degumming işlemine tabi tutulan en bilindik yağdır.** Degumming işlemiyle lesitin üretimi amaçlanıyorsa doğru yöntem seçilmelidir. Çünkü lesitin asitlerden etkilenen bileşiktir. İşte bu **nedenle hidrasyon yöntemi** tercih edilir.

Lesitin, katıldığı ürünlerde metaller ile kompleks oluşturarak onları inaktif hale getirdiğinden otoksidasyonu engelleyici olarak görev yapmaktadır.

Gıda katkı maddesi olarak lesitin (E 322) genel olarak yoğunlaştırıcı, karıştırıcı, yalıtıcı ve ilaçların etrafındaki koruyucu tabakaların yapımında kullanılır. Lesitin; örneğin; çikolatalarda emülgatör olarak kullanılır ve kakao ile kakao yağının birbirinden ayrılmasını önler.

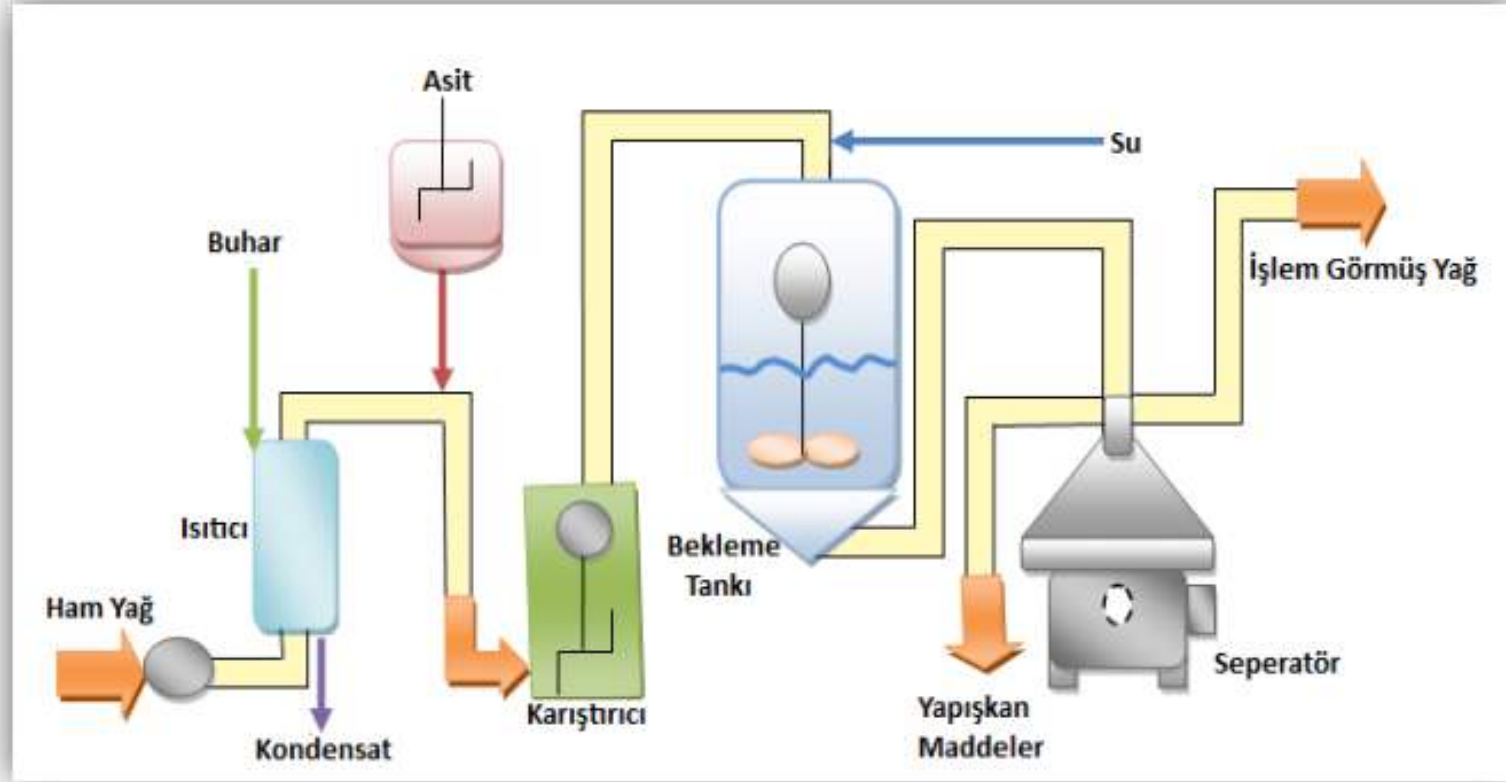
Şekerleme sektöründe; vizkoziteyi düşürmede, şekerlemeyi kontrolde, bazı ürünlerde raf ömrünü uzatmada, bütün karışımların tam olarak karışmasında, pastacılıkta yağ ve yumurta kullanımının azaltmada, hamurun dağılımı düzenlemede, fermantasyonunun dengelenmesinde ve hacim kazandırmada kullanılır. Hamur mayası donsa bile koruyucu etkiye yardımcı olur, hamurun yapışmasını engeller .

Lesitin vücutta çok önemli bir yer teşkil ederek HDL'lerin esterleşmesini ve olgunlaşarak partiküllerin büyümesini sağlar. Büyüyen partiküller vagonlar halinde karaciğere taşınır. Karaciğere taşınan bu kolesterol partikülleri vücuttan atılır (kolesterol yalnızca karaciğer tarafından organizmadan dışarıya atılabilmektedir). Yani, hücrelerimizde biriken kolesterolden kurtulmamızın birinci koşulu, onun karaciğere taşınabilmesidir.

Lesitin sadece gıda ve tıp dünyasında kullanılmayıp, kozmetik sektöründe de kendine yer bulmaktadır. Farklı deri tiplerinde kullanılmak üzere ve farklı amaçlara hizmet etmek amacıyla farklı sabun tipleri kullanılmaktadır. Lanolin, lesitin, yağ alkolleri ve yağ asitleri gibi yağlandırıcılar ürünlere ilave edilerek derinin yıkama sırasında tekrar yağlanmasını sağlar. Kurutucu etkiyi önleyerek, deri için olumlu etki yaratırlar.

2.Asidik yöntemle yapışkan maddelerin giderilmesi

Asidik yöntemle yapışkan madde giderme prosesinde, hidrate olamayan fosfolipidlerin hidrate hale getirilerek yağdan uzaklaştırılması amaçlanmaktadır. Kalsiyum ve magnezyum tuzları halinde bulunan fosfatidik asit ve fosfatidiletanolamin gibi hidrate olmayan fosfolipidler, bu yöntem ile hidratlanabilir hale getirilirler. Bu işlem doğrultusunda yaygın olarak sitrik asit veya fosforik asit çözeltileri kullanılmaktadır. Bu asitlerin kullanılma nedenleri; yemeklik kalitede yeteri kadar güçlü ve iki değerlikli metal iyonlarıyla şelat oluşturabilme özelliklerindendir. Bazı asidik yöntemlerde katyonların giderilmesi için EDTA gibi şelat oluşturucu ajanlar eklenmektedir, (EDTA kullanılan yöntem literatürde «soft degumming» adı ile bilinmektedir maliyeti yüksektir.

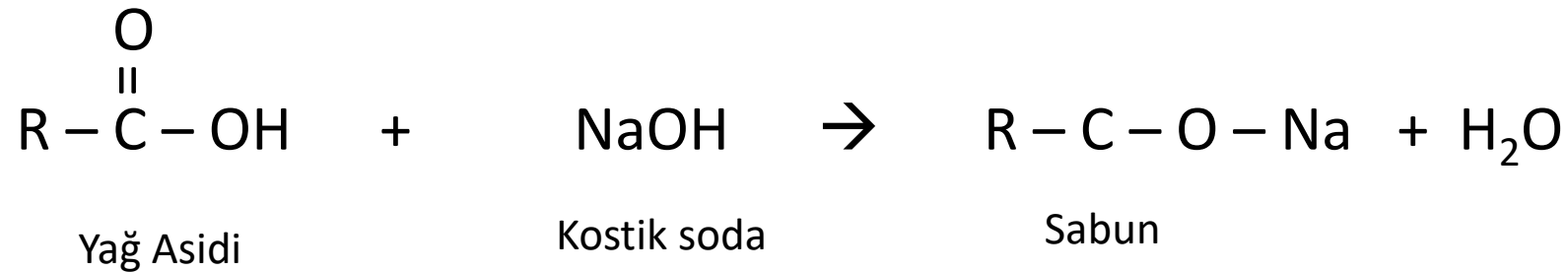


Asidik yöntem ile yapışkan maddelerin yağdan giderilmesi işlemi

3. Enzimatik yolla yapışkan madde giderme prosesi

Enzimatik yapışkan madde giderme yöntemi, fosfolipidlerin fosfolipaz enzimi yardımıyla hidrate olabilen fosfolipidler haline getirilerek tek aşamalı bir santrifüj ile yağdan ayrılmasına olanak veren bir fiziksel rafinasyon işlemidir

Nötrleştirme reaksiyonu



Endüstride en yaygın olarak kullanılan bu yöntemde, tercihen zamksı maddeleri giderilmiş yağa bir alkali ilave edilerek SYA'ların sabunlaşması sağlanır. Bu işlemde SYA'lar ile birlikte yağda bulunan fosfolipitler ve pigmentler de kısmen giderilmektedir. Nötralizasyon için en çok kullanılan alkali sodyum hidroksit olduğundan, yöntem “kostikle asit giderme” olarak da bilinmektedir. Reaksiyonda oluşan sabunu içeren sulu faz (soap stock) yağ fazından ayrıldıktan sonra, yağ fazında kalan sabun kalıntısının uzaklaştırılması için sıcak su ile yıkama işlemi yapılmaktadır. Kimyasal asit giderme yönteminde kullanılan alkali ile yağın ana bileşeni olan nötr trigliseridler de reaksiyona girdiğinden, bu yöntemde her zaman nötr yağ kaybı söz konusu olmaktadır.

Kimyasal rafinasyon işleminde özellikle yüksek asitli yağlarda nötralizasyon işlemi sırasında oluşan emülsiyon, rafinasyon kaybının yükselmesine neden olmaktadır. Ayrıca nötralizasyon sıcaklığına, süresine ve alkali çözeltisinin konsantrasyonuna bağlı olarak nötr yağ da sabunlaşarak rafinasyon kaybını yükseltmektedir.

Örneğin %4 serbest yağ asidi içeren bir yağın kimyasal yöntemle rafine edilmesi sonucu rafinasyon kaybı %8 iken, fiziksel rafinasyon işlemi ile bu oran %4.4'e düşmektedir. Yemeklik yağ endüstrisinde bu reaksiyon için hemen hemen **sadece kostik soda kullanılır**, ancak potasyum hidroksit de birkaç üretici tarafından kullanılmaktadır.

Serbest yağ asidinin asitliği, karboksil grubunun H + 'sinden gelir. Stearik asidin fonksiyonel grubunun bu H + 'sı, sabun ve su üretmek için kostik sodanın (NaOH) OH⁻ grubu ile reaksiyona girer.

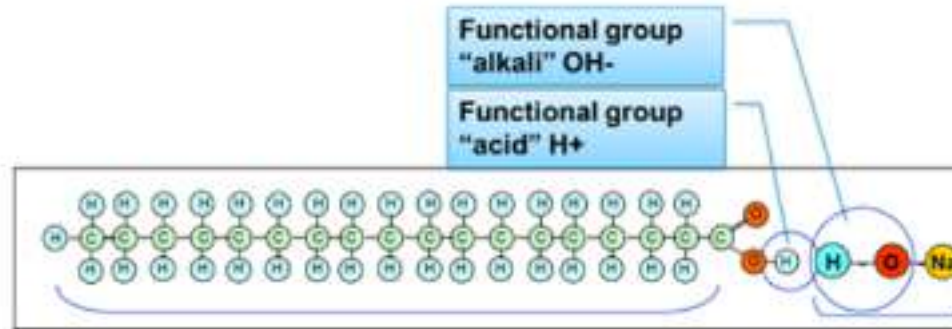


Figure 3. Saponification reaction.

Asit Giderme (Nötralizasyon)

Yağ sanayide asitlik giderme işlemi yaygın olarak serbest asitlerin bazlarla nötralizasyonu şeklinde uygulanmaktadır. Yağda serbest halde bulunan yağ asitleri NaOH ile muamele edilince yağda erimeyen sabun meydana gelerek çöker. Asit karakterde olan diğer bazı maddelerle sabun tarafından absorbe edilen diğer bir çok maddelerde çöker. Bu işlem için sürekli veya kesikli yöntemler kullanılabilir ve kullanılacak baz miktarı bir ön deneme ile saptanabilir. **Ayrıca, yüksek derecede vakumda damıtılarak serbest yağ asitlerinin yağdan ayrılması işlemi de uygulanmaktadır. Buna fiziksel nötralizasyon denir.** Kesikli sistemde genellikle 10-12 tonluk nötralize kazanları kullanılır. Bu kazanlar ısıtıcı buhar helezonları, karıştırma paletleri ve baz çözeltisi püskürten sistemlerle donatılmıştır. Kullanılacak bazın bir kısmı nötr yağ ile reaksiyona girebileceğinden hesaplanan miktarın %10 fazlası kullanılır. Asit giderme kayıpları yabancı maddelerin cins miktarına, serbest yağ asitleri miktarına göre değişir. Fosfatidler az olursa kayıp azalır.

Proses Adımları

Nötralizasyon tesisleri tipik olarak tüm işlem aşamalarında sürekli olarak çalışmaktadır. Hint yağı haricindeki tüm bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağları rafine etmek için uygundurlar. Kesikli nötralizasyonu temelde aynı işlem adımlarını takip eder. Günümüzde çoğu tesis iki ayırma aşaması ile çalışmaktadır, ancak üç aşamalı ve tek aşamalı süreçler de yaygın proseslerdir.

Üç aşamalı işlem, pamuk tohumu yağı gibi bazı özel yağlar için, daha yüksek bir yağ kalitesi elde etmek veya işlem kayıplarını azaltmak için kullanılır. Tek aşamalı nötrleştirmede, artık sabunlar silika, silikat, selüloz veya ağartma toprağı gibi bir filtre yardımcısı kullanılarak filtrasyon yoluyla çıkarılır.

Üç aşamalı bir işlem için işlem sırası aşağıdaki akış sayfasında gösterilmektedir (Şekil 4). İşlenmesi gereken yağa bağlı olarak ikinci işlem aşaması atlanabilir. Tohum yağları nötralize edilecekse, ham yağlar genellikle yüksek fosfatid içeriğine sahip olduğundan, verimi olumsuz etkilediğinden işlemden önce bunların zambının giderilmesi önerilir.

Ham ürün temiz ve kuru olmadığı sürece kesintisiz bir arıtma tesisinin sorunsuz çalışması garanti edilemez. Proses hattına dahil edilen ek filtreler, yalnızca pompaların yanı sıra kayıt ve ölçüm cihazlarının zarar görmesini önlemek için safsızlıkları tutmaya yöneliktir. Isıtmadan sonra, ham yağ akışı bir kütle debimetresi ile ölçülmeli ve proses kontrol monitöründe gösterilmelidir. Bu kütle akışı, kimyasalların ve suyun dozajını hesaplamak için gereklidir.

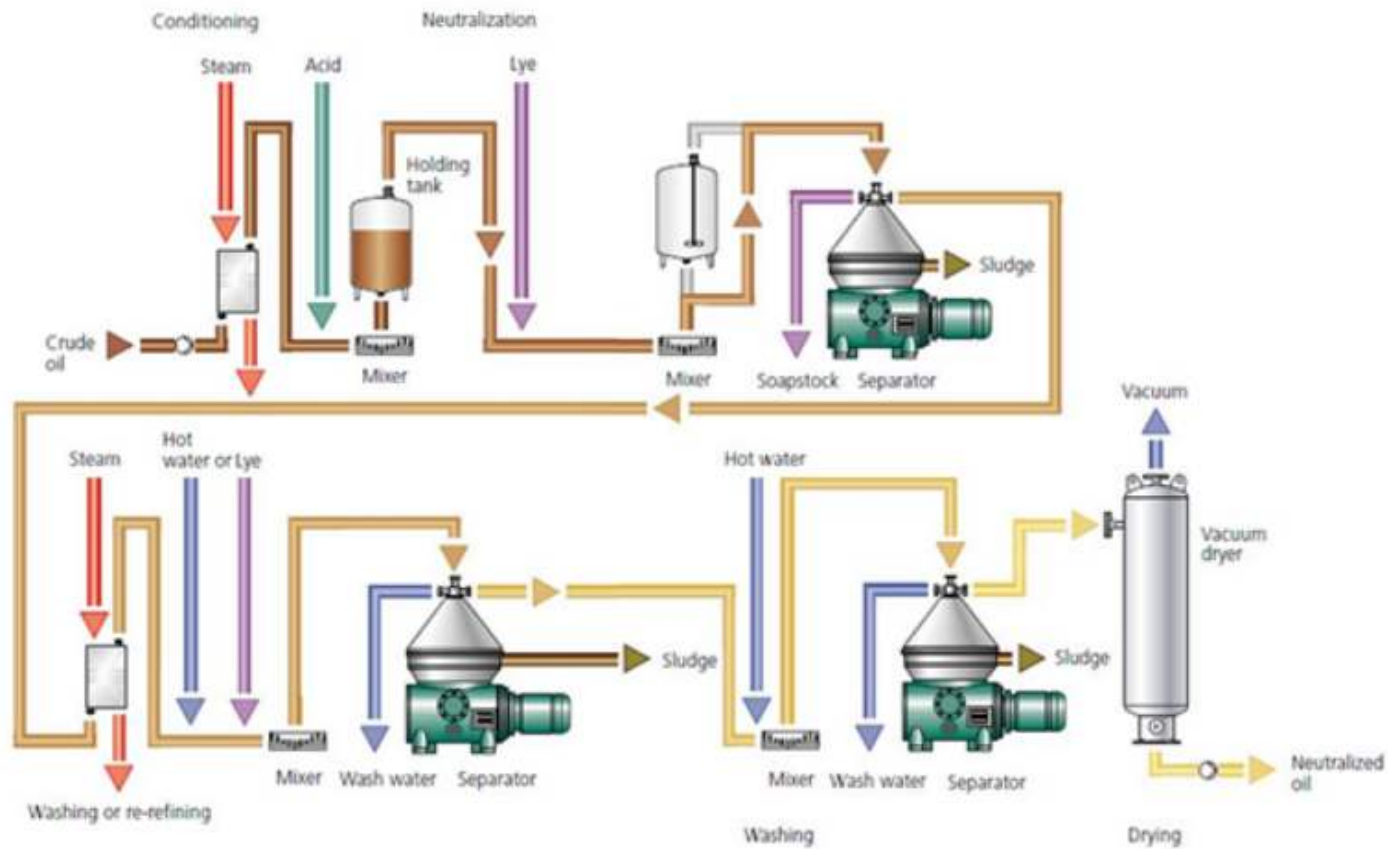


Figure 4. Three-stage neutralisation process.

1. Aşama

Ham yağın ısıtılması: Muamele edilecek ham yağ, yağ ölçüm pompası ile ara depolama tankından emilir. Isıtma için çoğunlukla **düşük basınçlı doymuş buhar** (yani 3 bar abs., 133 ° C) kullanılır.

Koşullandırma: Kızgın yağ birinci miksera taşınır. Dinamik bir karıştırıcının kullanılması tavsiye edilir. Daha yoğun bir karıştırma, daha düşük asit dozu ile çalışmaya izin verir. **Hidratlanamayan fosfatidlerin koşullandırılması için tipik olarak% 75'lik bir fosforik asit kullanılır.** Çalışma tankında depolanan asit, karıştırıcının hemen önünde yağa eklenir. Bir pompa ile sirküle edilir ve sirkülasyon hattındaki sabit bir basınç, bir basınç kontrol vanası ile sağlanır. Dozaj, bir kontrol valfi ile sağlanır ve akış, bir manyetik akış ölçer ile ölçülür ve kontrol edilir. Tam akış hızı, kontrol panelindeki bir frekans dönüştürücü vasıtasıyla dozlama pompasının motor hızını ayarlayarak ham petrol akışının bir fonksiyonu olarak PLC (programlanabilir mantık denetleyicisi) tarafından kontrol edilir. Ham petrol akışı ile orantılı olması için proses kontrol sistemi ile kontrol edilmelidir. **Karıştırıcı yardımı ile yağ / asit karışımı belli bir bekleme süresine sahip olduğu reaksiyon tankına pompalanır.**

Nötralizasyon

Nötralizasyon için, **kostik soda, daha önce eklenen serbest yağ asitleri ve fosforik asit tamamen nötralize edilecek bir miktarda ikinci karıştırıcının hemen önüne eklenir.** Serbest yağ asitlerinin nötralizasyonu için gerekli stokiometrik kostik miktarına ek olarak, yağın türüne ve kalitesine bağlı **olarak belirli bir kostik soda fazlası gereklidir.** Çoğunlukla% 32 veya% 50 konsantrasyona sahip kostik soda bir kostik tankta tutulur. Bu kostik de aynı şekilde dolaştırılır. Süzgeç, bir basınç kontrol vanası ile sirkülasyon hattında ayarlanan pompayı ve basıncı korur. Nötralizasyon için gerekli olan kostik soda hacmi, ham petrolün girilen FFA içeriğinin, verimin, eklenen asit miktarının ve istenen fazlalığın bir fonksiyonu olarak proses kontrolü tarafından hesaplanır ve kostik soda akışına bir ayar noktası değeri olarak iletilir. Bu kontrolör, kostik soda akışını bir elektrik-pnömatik kontrol vanası ile ayarlar. Doğal olarak, konsantre kostik soda, işleme ve yağ tipine ve kalitesine uygun bir konsantrasyona seyreltilmelidir. Bu aynı zamanda gerekli seyreltme suyu miktarını hesaplayan proses kontrol sistemine de girilir. Bu değer, sabit basınçlı bir sıcak su sirkülasyon hattından alınan seyreltme suyu için kontrol vanasına iletilir. Konsantre kostik soda ve seyreltme suyu, yağa eklenmeden önce statik bir karıştırıcıda karıştırılır.

İkinci Aşama: Yağ ve kostik sodanın dinamik bir karıştırıcıda yoğun şekilde karıştırılmasından (işlenen yağa bağlı olarak) sonra, karışım ya doğrudan sabun stoğunu ayıran birinci disk seperatöre aktarılır ya da çalkalama ile hidrasyon tankından pompalanır.

Yağı optimum işleme sıcaklığına getirmek için ikinci bir plakalı ısı eşanjörü kullanılır. Buhar kontrol vanasıyla birlikte bir sıcaklık kontrol cihazı sabit bir sıcaklık sağlar.

Tekrar nötralizasyon: Yeniden rafine etme, yani yağın kostik soda ile ikinci işleminden geçirilmesi, yalnızca belirli yağ türlerine veya özellikle kalitesiz olanlara uygulanır. Bu işlem esas olarak pamuk tohumu yağı için renk bileşiği gossipolü büyük ölçüde ortadan kaldırmak için kullanılır. İlk aşamadaki kostik soda sirkülasyon hattından az miktarda konsantre kostik soda alınır. Elektro-pnömatik kontrol vanası ile kostik soda dozajını kontrol eden kontrol sistemine istenilen miktar girilir. Doğal olarak, kostik soda hala seyreltilmelidir. Bunun için, akış ölçer ve elektro-pnömatik kontrol vanası ile aynı şekilde ölçülen sirkülasyon hattından gelen sıcak su tekrar kullanılır. Gerekli hacim, proses kontrol sistemi tarafından bir kez daha hesaplanır. Kostik soda ve seyreltme suyu bir karıştırıcıda karıştırılır. Seyreltilmiş kostik soda, dinamik karıştırıcının hemen önünde yağa eklenir. Karıştırıcı, yağ ve kostik sodanın yoğun şekilde karışmasını sağlar ve yağı, sabunun ayrıldığı ve sabun stoku tankına beslendiği ayırıcıya taşır. Yağ fazının tahliye basıncı, bir kontak basınç göstergesi ile tekrar izlenmelidir.

İlk yıkama. Bu aşama, ilk aşamadan itibaren yağın kalan sabun içeriğini azaltmak için çoğu kez ilk yıkamada kullanılır. Yağı optimum sıcaklığa kadar ısıttıktan sonra, sıcak su için debimetre ve elektro-pnömatik ölçüm valfi aracılığıyla dinamik karıştırıcının hemen önüne belirli bir miktar yıkama suyu eklenir. İstenen hacim, ilgili ayar noktası değerini akış ölçere ileten proses kontrol sistemine tekrar girilir. Karıştırıcıya kostik soda akışı kapalı kapama valfi ile engellenir. Dinamik karıştırıcı, yağı ve yıkama suyunu son derece yoğun bir şekilde karıştırır ve karışımı, sabunla zenginleştirilmiş yıkama suyunun ayrıldığı diskli ayırıcıya taşır. Yağ fazının tahliye basıncı, kontak basınç göstergesi ile tekrar izlenir. Ayırıcının işlevi ile ilgili olarak, yine mevcut veri sayfalarına başvuruyoruz.

3. Üçüncü aşama - yıkama

Nötr yağda minimum kalıntı sabun içeriği elde etmek için ikinci bir yıkama aşaması gereklidir.

Yıkama suyu asitleştirmesi: Nötr yağda çok düşük kalıntı sabun içeriği varsa, asitlenmiş yıkama suyu ile yıkanması önerilir. Bu amaçla, küçük bir çalışma tankından bir ölçüm pompası ile beslenen fosforik asit veya sitrik asit kullanılabilir. Su akış hızının bir fonksiyonu olarak yıkama suyuna az miktarda asit eklenir ve bu akış hızı bir akış ölçer ile gösterilir.

4.Vakumlu kurutma

Diğer Arıtma Süreci

- Soğuk nötrleştirme
 - ✓ Birleşik nötrleştirme ve mum giderme (alma)
- Miscella (çözücü-yağ karışımı) Arıtma
 - ✓ Miscella aşamasında nötrleştirme.
- Modifiye Kostik Arıtma (MCR)

Alkali Nötrleşme Miktarı

$$\text{Alkali çözeltisi miktarı} = \frac{A * \text{FFA} * 1000 * k}{100 * M * N} \quad \text{l/h}$$

- İfadeler

A = yağ akışı (kg / h)

FFA = serbest yağ asitlerinin içeriği (%)

k = Alkali fazlalığı faktörü

M = yağ asitlerinin moleküler ağırlığı (kg / mol)

N = Alkali normalitesi (mol / l)

Fiziksel asit giderme yöntemi

Fiziksel asit giderme yöntemi uygun bir sıyırıcı gaz, genellikle de su buharı, kullanılarak yağın içindeki SYA'ların vakumda distilasyonla giderilmesine dayanmaktadır. Uygulanan yüksek sıcaklık ve düşük basınç koşullarında SYA'ların uçuculuğunun nötral trigliseridlerden yüksek olması, yöntemin temelini oluşturmaktadır.

Distilasyon ile asit giderme, özellikle yüksek SYA içeren yağlarda kimyasal asit giderme yönteminin fazla nötral yağ kaybına neden olması sonucunda geliştirilmiş; ancak yüksek vakum sistemlerine ve yüksek sıcaklıkta asit buharlarına dayanıklı konstrüksiyon malzemelerinin yeterince gelişmemiş olması nedeniyle endüstriyel uygulamaları yaygınlaşamamıştır. Ancak daha sonra Avrupa'da yemeklik yağ rafinasyonunda distilasyon ile asit gidermenin uygulandığı tesisler kurulmuştur. Distilasyon yönteminin uygulanması 1970'lerden sonra ise Malezya'da palm yağı endüstrisindeki gelişmeden sonra tekrar önem kazanmıştır. Fiziksel asit giderme yönteminin alkali nötralizasyon yöntemine göre en önemli avantajı soapstock'un oluşmaması ve buna bağlı olarak atık oluşumunun azalması ile basitliği ve enerji ekonomisidir. Ancak buna karşılık, yüksek iyot sayılı ısıya hassas yağlara uygulanamaması, ham yağın ön işlemlerden geçmesi gereksinimi (ileri derecede fosfor ve demir giderilmesinin gerektirmesi) ve yüksek sıcaklık nedeniyle polimer, trans izomerleri ve 3-MCPD (3 Monokloropropan 1,2-diol) esterlerinin oluşması dezavantajları arasında sayılabilir.

Ağartma (Renk Giderme Bleaching)

Yağ sanayide ağartma işlemi amacı, ham yağın doğal olarak içerdiği ve tohumun yağa işlenmesi sırasında oluşan renk maddelerin uzaklaştırılmasıdır. Bu işlem için Tonsil, Bentonit gibi çeşitli adlar altında satılan ve sanayide “ağartma toprağı” genel adı ile bilinen adsorbant maddeler kullanılır. Son zamanlarda bu amaçla, sülfirik ve hidroklorik asitle muamele edilip, aktif hale getirilen diğer topraklar da kullanılmaktadır. Ayrıca aktif kömür de kullanılır.

Koku Giderme (Deoderizasyon):

Koku alma işleminin amacı istenmeyen koku ve tat maddelerinin yağdan uzaklaştırılmasıdır. Koku alma işlemini kısaca yağın tat ve kokusunu bozan bazı uçucu maddeleri, su buharı ile yağdan ayırma şeklinde tanımlayabiliriz. Koku alma için; kurutma ve gazları uçurma, ısıtma, koku alma, soğutma, boşaltma işlemleri uygulanır. Yağlarda koku alma işlemi sürekli ve kesikli olarak yapılır. Ülkemizde daha çok kesikli yöntem uygulanmaktadır. Kokusu giderilecek yağ kazana alınır. Kazana alttan buhar verilerek sıcaklık, 3-5 mm'lik vakumda 180 °C'ye çıkarılır. Buhar kazana alttan verildiği için aynı zamanda yağ karıştırılmış olur. Bu sırada yağda istenmeyen koku maddeleri buharla birlikte uzaklaştırılmış olur. Kokusu giderilmiş yağ yüksek vakum altında 100 °C'ye soğutulur. Oradan da soğutuculara gönderilerek sıcaklık 30-50 °C'ye soğutulur. Bu arada oksidasyonu önlemek amacı ile 1 kg yağa 50 mg sitrik asit çözeltisi verilmelidir.

Vinterizasyon (Soğuklatma):

Yemeklik yağlara uygulanan bir işlemdir. Yağlarda bulunan doymuş trigliseritlerin; özellikle de stearinlerin, 8-10 °C'de donarak yağı bulandırmalarını önlemek amacıyla yapılır. Bu işlem genellikle ayçiçeği, çigit ve mısırözü gibi yağlarda yapılır. Bu yağlar, düşük sıcaklıklarda kristalleşen ve yağda bulanıklığa neden olan mumlar (uzun zincirli yağlı alkollerin esterleri ve yağ asidi esterleri) içerir. Rafinasyonu biten yağ kristalizatörlere alınır ve istenilen kristalizasyon sıcaklığına kadar (0-10 °C) soğutulur. Böylece yağlarda bulunan ve yüksek derecede eriyen trigliseritlerle (genellikle stearin) vax'lar (mumlar) ayrılır. Bu işlemle yağın oda derecesinde kristalleşmeler sonucu bulunması önlenmiş olur. Ayırma işleminden sonra yağ soğutulmuş filtrelerden geçirilerek berrak kısım alınır.

Vinterizasyonun başarılı olabilmesi için yağ mutlaka diğer rafinasyon aşamalarından geçmiş olmalıdır. Aksi halde ortamdaki serbest asitlik, yapışkan maddeler ve renk maddeleri kristalizasyonu güçleştirir.

Geleneksel kimyasal ve fiziksel rafinasyonda; asitlik giderme işleminde kuvvetli alkali çözeltilerinin, renk açma işleminde ise asitle aktifleştirilmiş ağartma topraklarının kullanılması, deodorizasyon ve su buharı distilasyonu sırasında yüksek sıcaklık, çok düşük basınç uygulanması; tokoferoller, fenolik maddeler, bitkisel steroller, skualen, karotenoidler gibi biyoktif bileşenlerin kaybına ya da bu bileşenlerin yapısal değişikliğe uğramalarına neden olmaktadır

Refinasyon kademesi	Meydana gelen bileşenler	Miktarları azaltılan ve yağdan uzaklaştırılan bileşenler
Yapışkan maddelerin giderilmesi	-	Fosfolipitler Bazı renk maddeleri
Nötralizasyon	-	Serbest yağ asitleri Fosfolipitler Bazı renk maddeleri
Renk açma	Konjuge yağ asitleri Peroksitler Diğer oksidasyon ürünleri	Renk maddeleri Hidrokarbonlar
Deodorizasyon	Doymamış yağ asitlerinde geometrik izomerizasyon Polimerize ürünler	Serbest yağ asitleri Peroksitler Aldehitler,ketonlar Steroller Tokoferoller Pestisitler

Yağ Kirliliği

- Fosfolipidler

- ✓ emülsiyonlara neden olur
- ✓ yağı ısı ile birlikte koyulaştırır

- Renkli Maddeler

- ✓ Bazılarının besin değeri vardır.
- ✓ Endüstriyel kullanımlarda tüketici çekiciliği ve işlevselliği arttırmak için kaldırılır(ısıya dayanıklı değil)

- Metal İyonlar

- ✓ yağ kalitesini ve stabilitesini bozan pro-oksidan görevi görür.

büyüme dönemlerinde ve yağın işlenme aşamalarında bir miktar metal bitki tarafından emilir. Eser miktarda, Cu, Ni, Fe, Mn, dahi yağların oksidatif kararlılığını düşürürler bunun yanında, Na, Mg, Ca metalleri de rafinasyonun bazı basamaklarında verimde düşmeye neden olurlar.

Kuru Rafine Yağ Kalitesi Hedefleri

- Sabun - < 30 ppm
- Fosfor - < 2 ppm
- Demir - < 0.2 ppm
- Bakır - < 0.01 ppm
- FFA - < 0.05% ppm
- Nem - < 0.05% ppm