MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ

KMB402 - Kimyasal Teknolojiler

Prof. Dr. Yıldıray TOPCU

BİTKİSEL YAĞ ÜRETİMİ VE ANALİZLERİ

KMB402 - Kimyasal Teknolojiler

Hafta - 10

1. YAĞIN TANIMI

- Yağ asitlerinin trigliseridleri olarak bilinen yağlar, insan beslenmesinde enerji kaynağı olarak kullanılan önemli gıda maddeleridir
- Yağlar sanayi hammaddesi olarak da büyük öneme sahiptir. Hayvansal kökenli yağların üretiminin pahalı ve yeterli olmaması sebebiyle, insan beslenmesi için ihtiyaç duyulan yağların büyük bir kısmı (%91,7), bitkisel kökenli yağlardan karşılanmaktadır [2].

https://www.yenibiyoloji.com/trigliseritler-notral-yaglar-nedir-ozellikleri-nelerdir-2904/

2. BİTKİSEL YAĞ ÜRETİM PROSESİ

- Ticari amaçla üretilen bitkisel rafine yağlar yaklaşık 22 bitkisel kaynaktan elde edilmektedir. Bu kaynaklar yağlı tohumlar ve meyve hamuru olarak iki başlık altında toplanmaktadır.

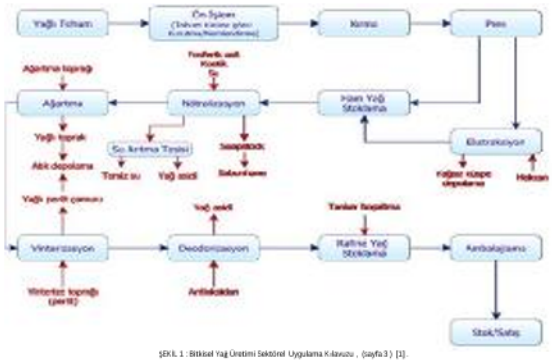
- Bitkisel yağ üretiminde kullanılacak tohumlar, ayçiçeği tohumu, fındık, soya fasulyesi, hardal tohumu, keten tohumu, pamuk tohumu vb. tohumlardır.
- Zeytinyağı ise meyve hamurundan bitkisel yağ üretimi olarak ele alınmaktadır [1].

https://www.aromantic.co.uk/blogs/aromantic-blog/9-organic-carrier-oils-for-skin-care

2.1. SIVI BİTKİSEL YAĞ ÜRETİMİ

- Yağlı tohumdan yağ üretimine başlamadan bazı ön işlemler uygulanmaktadır. Tohumlara uygulanan ilk işlem '***temizleme***' dir. Temizleme işleminde yağlı tohumların içinde bulunabilecek kum, taş, metal parçaları, bitki kalıntıları gibi yabancı maddeler, ağırlık, irilik yada manyetik özelliklerinden yararlanılarak ayrılır.
- Daha sonra işlenecek yağlı tohumun cinsine göre ilave fiziksel işlemler uygulanabilmektedir. Örneğin soya tohumları kırılmaya elverişli olmayacak seviyede nem içermektedir, bu yüzden soya tohumları için ön kurutma işlemi uygulanmaktadır. Pamuk tohumlarında ise proses için çok düşük nem seviyelerinde olduğundan ön nemlendirme işlemi uygulanmaktadır. Temizlenip işlenmeye hazır hale gelen yağlı tohumlar silolarda depolanmaktadır.
- Zeytin yağı üretiminde ise temel amaç yağın hem fiziksel hem de kimyasal özelliklerinin korunarak ve rafine edilmeksizin sadece fiziksel yollar kullanılarak yağ elde etmektir. Zeytinyağı üretiminde uygulanan ön işlemler; zeytinden yağ ekstraksiyonuna uygun bir meyve hamuru elde etmek amacıyla uygulanır. Bu işlemler sırasıyla; *temizleme (yıkama, dal/yaprak ayırma), kırma ve yoğurma (malaksiyon)* aşamalarıdır [1].

BİTKİSEL SIVI YAĞ ÜRETİMİ AKIŞ ŞEMASI



ŞEKİL 1 : Bitkisel Yağ Üretimi Sektörel Uygulama Kılavuzu , (sayfa 3) [1].

Prof. Dr. Yıldıray TOPCU

2.1.1. KABUK KIRMA-AYIRMA VE KAVURMA

- Yağlı tohumlardan kabukların alınması elde edilecek yağın miktar ve kalitesini artırmak yönünden son derece gereklidir. Kabuk kırma ve ayrılması aşamasını gerekli kılan koşullar:
  - Eğer yağ içermeyen tohum kabukları uzaklaştırılmazsa, presyon veya ekstraksiyon esnasında iç daneden yağ emerek, yağ kaybına neden olurlar.
  - Kabuktan yağa yabancı renk, tat, koku maddeleri ve bitkisel mumlar geçebilir ve bu yabancı maddeler ileri rafinasyon aşamalarında sorun oluştururlar.
- Kabuk kırma ve ayırma işleminde dikkat edilmesi gereken hususlar:
  - İri parçalar halinde kırılması
  - Kırma işleminden sonra kabukla iç tanelerin birbirinden ayrılmasında, iç danelerin kabuk yönünden, kabuğun da iç daneler yönünden olabildiğince fakir olması sağlanmalıdır.
  - Kabuğu kırılmış tohumlarda iç ve kabuğun birbirinden ayrılması süratle yapılmalı dır [3].

TOHUM İÇİNİN ÖĞÜTÜLMESİ

- Tohumlardan yağ eldesin de hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, tohum içlerinin mutlaka öğütülmesi gerekir. Bu işlem ile:

1. Tohum yüzeyini saran zarın yanı sıra daneyi oluşturan dokuların da parçalanması sağlanmaktadır.
2. Hücre ve doku içinde hapsedilmiş olan yağın sızdırılması kolaylaştırılmaktadır.
3. Ezme ve öğütme işlemi sonucu yüzey alanı arttırılarak, yağın sızdırılmasına ait yüzey alanında artış sağlanmaktadır.
4. Yağ dışı unsurların yağın sızdırılmasına karşı gösterdiği direnç düşürülmüş olur [3].

- Tohum içindeki badem kısmı ile kabuğunun ayrılması işleminin gerçekleşmesi için ilk önce tohumdaki nem oranının %7'nin altına düşürülmesi gerekmektedir. Bunun için tohumlar sıcak hava ile temas ettirilerek kurutma işlemi gerçekleştirilir.
- Kurutmadan çıkan tohum tamburlar içine alınır. Tambur içinde hem dönme etkisi hem de metal bir yüzeye çarpma etkisi ile kabuk kırılır ve badem ile kabuk kısımları birbirinden ayrılır. Ayrılan kabuklar aspirasyon etkisi ile ortamdan çekilir ve kapalı taşıyıcı bantlar üzerinde depolama alanına taşınır.
- Kabuk kırma ve parçalama işleminin ardından kavurma işlemi uygulanmaktadır [1].

KAVURMA İŞLEMİ

- Kavurma işleminin süresi çoğu kez kavurma ustalarının deneyimine bırakılmakta ve genellikle kavrulmuş tohumun avuçlanarak sıkılması halinde, içerdiği yağın kolayca sızıp akması, tavında bir kavurma için yeterli kabul edilmektedir.
- Kavurma işlemi düşük kapasitedeki işletmelerde direkt ateşle ısıtılan tek katlı tavalarda, büyük kapasiteli işletmelerde ise 4-6 katlı tavalarda kızgın buharla yapılmaktadır.
- Bazı işletmelerde, kavurmadan çıkan ezmenin sıcaklık ve nem yönünden bir değişime uğramaksızın preslere aktarımını sağlamak üzere, kavurma tavaları doğrudan presler üzerine monte edilmiştir [3].

ŞEKİL 2: (http://www.imeskosgeb.com/vf_tr/munir.htm).

Kavurma Tavası
Kavurma tavası yağlı tohumun sıkma işlemine (preslemeye) girmeden önce belli oranda ısıtılarak sıkma işleminde tohumdan yağın ayrılmasını kolaylaştırmak için tohumu kavuran ısıtıcıdır.

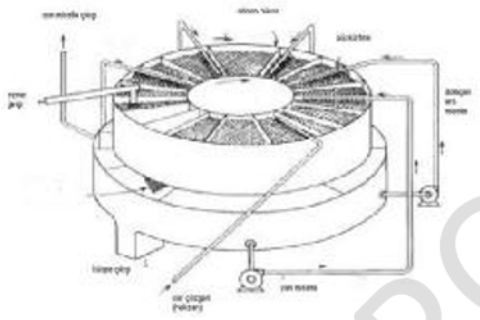
2.1.2. MEKANİK PRESLEME

- Mekanik presleme işlemi; katı-sıvı faz ayırma yöntemi olarak ifade edilebilir. Genellikle yağ oranı %20'den daha düşük olan yağlı tohumların işlenmesinde mekanik presleme yöntemi kullanılmaktadır. Mekanik presleme işlemi sonucu tohum içindeki yağın yaklaşık %50-60'ı alınırken işlem sonunda esas ürün olarak ham yağ, yan ürün olarak yağı alınmış küspe elde edilmektedir.
- Mekanik presleme işleminde kesikli çalışan hidrolik presler, sürekli vidalı presler ve döner presler kullanılabilir.
- Preslerden elde edilen yağlı küspe keki %18 civarında yağ içermektedir. Yağlı kek küspe kırıcı makinelerden geçirilerek ekstraksiyon ünitesine gönderilir. Diğer taraftan ham yağ nem ve tortulardan temizlenmesi için yağ kurutucudan geçirilerek filtrelere gönderilir, elek ve filtrelerden geçerek tortusundan arındırılan ham yağ tanklarda depolanmaktadır [1].
- Özetle preslerde, sıkılacak ezme, metalden yapılmış sızdırma plakaları yardımıyla olabildiğince ince katmanlar oluşturacak şekilde yüklenmektedir [3].

Prof. Dr. Yıldıray TOPCU

2.1.3. ÇÖZÜCÜ EKSTRAKSİYON ÜNİTESİ

- Çözücü (Solvent) ekstraksiyonun temeli yağın içinde çözündüğü bir organik çözücüyle yağlı tohum küspesini muamele edip yağın çözücüye geçmesini sağlamaktır. Sonra çözücü süzülerek ayrılıp, uçurulur ve geriye ham yağ kalır.
- Ekstraksiyon ünitesi öncesi kırılan küspe, hekzan ve buhar ile distile edilerek kalan yağın alınmasını sağlayan ekstraktöre alınır. Elde edilen karışımın katı kısmı çökelip ayrılarak küspe silosuna, misella (50/50 hekzan-yağ karışımı) olarak adlandırılan sıvı kısım ise misella tankına alınır.
- 3 aşamalı damıtma (distilatör) tanklarına alınan misella, burada 100-120 °C sıcaklıkta ve vakum altında hekzan ve ham yağ olarak ayrılır. Sistem kapalı devre çalıştığından hekzan geri dönüşümlü olarak tekrar kullanılır. Burada elde edilen ham yağ ise ilk aşamadaki mekanik presten elde edilen ham yağ ile karıştırılarak ham yağ tankında depolanır.
- Pres işlemi ile ayrılan ilk yağ ile katı kısımdan hekzan ile ayrılan yağ birleştirilerek rafinasyona gönderilir [1].



ŞEKİL 3 : Rotoceli tipi ekstraktör [3]

2.1.4. RAFİNASYON ÜNİTESİ

Rafinasyonun amacı

1. Ham yağlardan istenmeyen bileşikleri uzaklaştırmak
   - Serbest yağ asitleri (FFA)
   - Fosfolipitler (gumlar)
   - Okside ürünler
   - Metaller ve bulaşanlar
   - Renk pigmentleri
   - Diğer
2. Vitaminlerin korunması
   (vitamin E veya tokoferol–doğal antioksidanlar)
3. Yağ kaybının minimize edilmesi
4. Yağın bozulmalara karşı korunması [5].

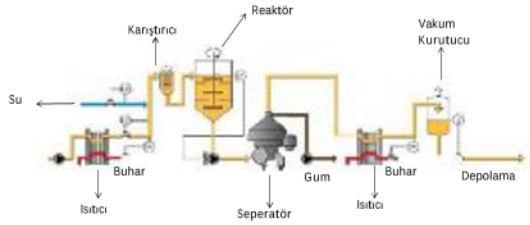
- Ham yağlar içerdikleri trigliseritler dışında çok az miktarda küspe, su, fosfolipidler, steroller, mumlar, alkoller, antioksidanlar, lipovitaminler, lipokromlar, serbest yağ asitleri, istenmeyen renk, tat, koku maddeleri içerirler. Serbest asitler, müsilajlı (gumlı, yapışkanlı) maddeler, istenmeyen renk, tat ve koku maddeleri, su ve küspe kalıntıları yağın yapısını bozar, tüketimini engeller. Bunların uzaklaştırılması işlemine *rafinasyon (arıtma) denir. Klasik yaklaşımla rafinasyonun 4 aşamadan oluştuğu söylenebilir:*
- 1. Yapıdaki yapışkan maddelerin uzaklaştırılması *(Degumming)*
- 2. Serbest yağ asitlerinin giderilmesi *(Nötralizasyon)*
- 3. Yağdaki istenmeyen rengin uzaklaştırılması, açılması *(Ağartma= dekolorizasyon)*
- 4. Yağdaki istenmeyen koku maddelerinin uzaklaştırılması *(Deodorizasyon)*

! Bazı yağlarda, örneğin ayçiçeği yağında olduğu gibi, soğukta bulanıklık yapan maddelerin alındığı 5. aşama yani vinterizasyon (stearinsizleştirme) aşaması da uygulanır [4].

1- DEGUMMING

- Ham yağlar ne kadar filtre edilirse edilsin içinde mutlaka fosfatitler kalır. Bir kısmı süspansiyon bir kısmı kolloidal halde bulunur. Bunlar uzaklaştırılmaz ise daha sonra yağda hem koyu hem de kalıcı bir bulanıklık olur.
- Fosfatitleri uzaklaştırmak amacı ile su ve/veya fosforik asit çözeltisi kullanılır. Bu işlemlere su veya asit ile degumming adı verilir. Ayrıca enzimatik degumming işlemi de uygulanabilmektedir.
- Asit ile degumming yapmak için, %75-85 lik fosforik asit çözeltisi yağa %1-2 oranında karıştırılır. Uygulanan sıcaklık 80-85°C civarındadır. Çözeltiler pulverize halde verilir ve homojen bir karışım sağlanır.
- Mikrobiyal fermentasyon ile elde edilen fosfolipaz A1 veya A2 enzimi musilaj giderme işlemi için kullanılmaktadır. Kullanılan enzim fosfolipitleri lisofosfolipitlere ve serbest yağ asitlerine dönüştürmektedir [5].

Su ile degumming işlemi şematik gösterimi ;



ŞEKİL 4 :
https://www.memoirecollins.com/12/13/8197/m_Etude-comparative-et-suivi-des-parametres-physicochimiques-d-huiles-de-soja-raffinees_chimiquement13.html

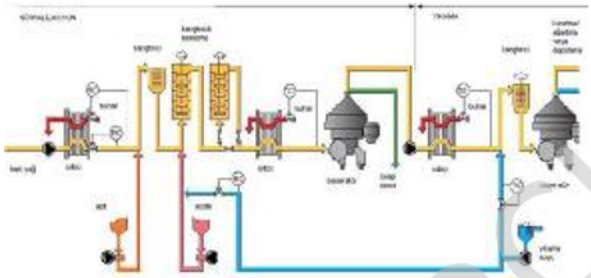
Prof. Dr. Yıldırım TOPCU

2- NÖTRALİZASYON

- Yağlarda serbest asitlik tamamıyla yağın yemeklik kalitesini arttırmak amacıyla düşürülür.
- Nötralizasyon işlemi, kimyasal olarak (kostik uygulaması ile) serbest asitlerin yağdan uzaklaştırılmasıdır.
- Buna ilaveten, reesterifikasyon işlemi de serbest asitleri katalizör eşliğinde gliserole tekrar bağlamaktadır, fakat kullanılması tağşiş kapsamında değerlendirilir ve yasaktır.

- Not : Reesterfikasyon işlemi yağın doğal yapısını bozduğu için yasaktır [5].

Nötralizasyon prosesi (Long-mix)



ŞEKİL 5:
https://searchpdf.com/?desc=PDF_Cours_Exercices_Gratuit_6.php?Cours_Exercices_PDF=35431&PDF=indice_dh27ande_huile_de+tournesol

- Nötralizasyon işleminde serbest asitlerin yağdan uzaklaştırılması amaçlanır. Ancak hiçbir zaman yalnızca asitlik azaltılmaz. Aynı zamanda peroksit ve hidroperoksitler de parçalanılır.
- Özellikle yıkama esnasında yağın metal kontaminasyonu azalır.
- Yağda bulunan karotenoid ve sterol miktarında da azalma olur [5].

3- RENK AÇMA = AĞARTMA = BLEACHING

- Ağartma işleminde yağın bünyesindeki karotenoidler oksidasyon sonucu oluşan renk maddeleri (klorofil ve gossipol) belirli düzeylerde yağdan uzaklaştırılmalıdır.
- İşlem ağartma toprağı kullanılarak yapılan ve adsorbsiyon esasına dayanan fiziksel bir işlemdir.
- Kullanılan toprak montmorillonit kristallerince zengin ve kil yapısında olmalıdır.
- Bu topraklar inorganik asitlerle (HCl, H_2SO_4) aktive edilerek renk açma kapasiteleri yükseltilir.
- Ağartma toprakları, yağ içindeki renk maddelerini adsorbe ederek uzaklaştırırlar. Eğer yağ koyu renkli değilse %0,15-0,3 oranında kullanılmaları yeterlidir. Fakat pamuk ve palm yağı gibi koyu renkli yağlarda bu oran %3'e çıkabilir.

- Ağartma sırasında renk açılmasının yanında özellikle peroksit ve hidroperoksit parçalanması da söz konusudur [7].

Ağartma İşleminde Sıcaklık

- Sentetik silika ve ağartma toprağı gibi maddelerle ağartma işlemi yapılırken, bu maddeler nispeten düşük sıcaklıklarda (70°C) yağ ile bulamaç haline getirilir ve daha sonra bu karışımın sıcaklığı 90 – 110°C'ye yükseltilir.
- Sıcaklık arttıkça yağın viskozitesi azalacağından ağartma işleminin etkinliği artmaktadır.
- Optimum ağartma sıcaklığı yağ çeşidine ve kullanılacak ağartma sistemine bağlı olarak değişmektedir. Ancak maksimum 110 °C olmalıdır [7].

Ağartma İşleminde Süre

- Adsorbsiyon olayı teorik olarak anlık bir olaydır. Renk maddelerinin adsorbe olması ilk birkaç dakika boyunca çok hızlı gerçekleşir.
- Ancak daha sonra adsorbsiyon yavaşlamaktadır. Safsızlıkların giderilmesi için belirli bir süre gerekmektedir.
- Genellikle temas süresi, 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda 15 – 20 dakikadır.
- Ağartma işleminin optimum süreden daha uzun süre devam ettirilmesi, genel olarak uygulanan bir hatadır [7].

Prof. Dr. Yıldıray TOPÇU

Ağartma İşleminde Nem

- İyi bir adsorbsiyon ve ağartma işlemi için bir miktar nem bulunması önemlidir.
- Ağartma toprakları kullanılmadan önce tam kurudur ve aktif değillerdir.
- Adsorbsiyon yapan maddeler normal olarak %10 – 18 düzeyinde nem içerirler ve içerdikleri nem montmorillonit tabakalarını ayrı tutabilmek için yapısal destek görevi yapmaktadır [7].

Filtrasyon

- Safsızlıkları tutabilecek seçiciliğe sahip bir adsorban madde eklendikten sonra bu maddenin yağdan uzaklaştırılması gerekmektedir.
- Çünkü, adsorban madde istenmeyen reaksiyonlar ve renk gelişiminde katalizör görevi yapabilir.
- Ağartma toprağının uzaklaştırılmasında en sık kullanılan yöntem olan filtrasyon, geçirgen filtre materyalinden sıvının geçirilirken partiküllerinden arındırılması işlemidir.
- Filtre kağıdı, filtrasyon bezi ve membran kullanımı yaygın olan filtrasyon materyalleridir [7].

4- KOKU ALMA = DEODORİZASYON

- Bitkisel kaynaklı yağlar özellikle ait oldukları ham maddeden kaynaklanan tat ve koku maddelerini içerir.
- Bunun yanında bazı tat ve koku maddeleri de işlemler veya tepkimeler sonucu oluşurlar.
- Aldehit, keton, kısa zincirli organik asitler ve ester şeklinde görülebilen bu bileşikler uzaklaştırılmaz ise tüketiciye sunulacak kalitede ürün elde etmek mümkün olmaz [7].

- Deodorizasyon işleminde kızgın su buharı ile destilasyon yapılmaktadır. İşlem 180 – 240°C aralığında ve yüksek vakum altında yapılmaktadır.
- Sıcaklık ne kadar yüksek ise süre o kadar kısadır. Daha yüksek sıcaklıklarda yağda konjügasyon ve polimerizasyon reaksiyonları gerçekleşir.
- Bu işlemde dikkat edilmesi gereken noktalar şu şekildedir.

1. Sıcaklık 240°C'nin üzerinde olmamalıdır.
2. Süre mümkün oldukça kısa tutulmalıdır
3. İşlem bittikten sonra sıcaklık düşürülmeden vakum kaldırılmamalıdır. Aksi halde yağ yanar. İdeal olarak kazan içeriği 60°C'ye düşürülüp içine 50 ppm düzeyinde sitrik asit (stabilite) ilave edildikten sonra vakum kaldırılmalıdır.
4. Vakum kaçağına izin verilmemeli ve vakum çok sıkı kontrol edilmelidir [7].

5- VİNTERİZASYON

- Yağlarda yüksek derecede eriyen bileşenlerin düşük sıcaklıklarda kristallendirilerek yağdan uzaklaştırılması işlemidir.
- Bu sayede yağlar soğuğa karşı dayanıklı hale getirilir.
- Perlit, Kieselguhr (diatomit) toprağı ilavesi ile işlem hızlandırılır.
- Sıcaklık 4 – 5°C olup, işlem 8 saat ile 48 saat sürer.
- İşlem sonunda yine düşük sıcaklıkta kristaller yağdan filtrasyon ile ayrılır.
- Uygulanan basınç çok düşüktür. Çünkü yüksek basınç uygulandığında yumuşak olan yağ kristalleri yağ fazına geçebilir [7].

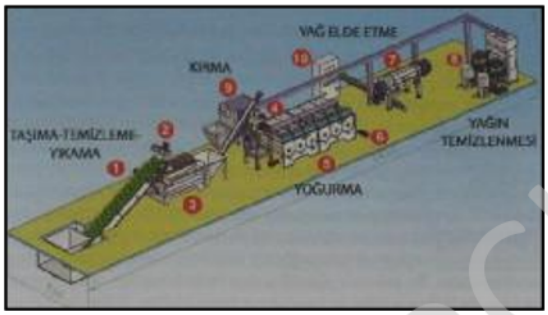
RAFİNASYON YAN ÜRÜNLERİ

- Ham yağların içerisinde, nötral ve açık renkli yağ üretimi için uzaklaştırılması gereken bir çok materyal bulunmaktadır.
- Bu safsızlıklar, önceleri yok edilmesi gereken atıklar olarak düşünülmekteydi ancak bu maddeler etkin bir şekilde işlendiklerinde değerli yan ürünler elde edilmektedir.
- Kostik ile nötralizasyon işleminde elde edilen sabun ve musilaj giderme işleminde elde edilen hidratasyon çamuru iki önemli yan üründür.
- Bunlara ilaveten son yıllarda deodorize distilatları da önemli yan ürünler arasında sayılmakta ve değerlendirilmektedir.
- Kullanılmış ağartma toprağı ise işletmeler için problemdir. Özellikle doymamış yağ asitlerinden oluşmuş yağlar çok hızlı okside olur [7].

Prof. Dr. Yıldıray TOPCU

ZEYTİNYAĞI ELDE EDİLMESİNDE UYGULANAN İŞLEMLER

- Günümüzde zeytinyağı yaygın olarak sürekli (continue) zeytinyağı fabrikalarında üretilmektedir.
- Bu işlem için nadiren taş baskı yada sulu baskı denilen tesisler kullanılmaktadır.
- Fabrikaya geldiği anda başlayan süreç:
  1. Yıkama
  2. Kırma
  3. Yoğurma
  4. Sıvı faz ayırma
  5. Yağın su ve tortudan ayrılması [12]



Sıralı işlem makinelerinin örnek yerleşimleri

(ŞEKİL 6 : Göğüş ve ark., 2009)

Yıkama

Zeytinlerin fabrikada yağa işlenmesi yaprak ayırma ve yıkama işlemiyle başlar. Hasat sırasında yaprak, taş, toprak gibi yabancı maddeler zeytinlerle birlikte toplanır veya taşınır.

Zeytin yıkama makinesi

ŞEKİL 7:

http://www.tutkurmakina.com.tr/urunler/dik-fircali-yuksekgiri-yikama-makinasi/

Kırma

Kırma işlemi hem kimyasal hem de fiziksel bakımdan önemlidir. Çünkü zeytinyağının dokularından çıkarılması zeytinlerin kırılması ve ezilmesiyle başlar.

Metal kırıcılar

ŞEKİL 7 VE ŞEKİL 8

(food.ege.edu.tr/sunumlar/yagi_uretim_teknolojisi_ders_sunum.ppt)

Yoğurma (Malaksasyon)

Bu aşamada temel amaç; yağ damlacıklarının hücrelerden ayrılmasını ve serbest kalan bu damlacıkların birleşerek daha büyük yağ damlacıkları oluşturmasını ve bu büyük yağ taneciklerinin de hamurdan daha kolay ayrılmasını sağlamaktır [8].

Malaksör

ŞEKİL 9

http://marsizeytinyagi.com/sayfacikla.asp?id=12

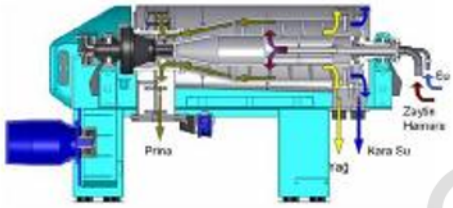
Sıvı Faz Ayırma

- Üçüncü ve en önemli işlem olan sıvı faz ayırma işlemini temel amacı yoğurma ile olgunlaştırılmış hamurda bulunan yağın alınması olup bunun için uygulanan 3 temel prensip vardır. Bunlar;
  - Kuvvetli basınçla presleme
  - Santrifüjleme
  - Perkolasyon (sinolea) dediğimiz yüzey gerilim farklılığına dayanan sistem olarak gruplandırabiliriz [8].

Prof. Dr. Yıldıray TOPCU

Santrifüjleme

- Santrifüjleme; yağ, su ve çözünmeyen katıların yoğunluk farkından ayırım yapma prensibine dayanan sürekli bir zeytinyağı işleme yöntemidir. İki ve üç fazlı sürekli sistemler olarak çalışmaktadır [8].



3 fazlı dekantör

ŞEKİL 10

(http://www.polatas.com.tr/images/dekanter/3faz1_dex_tpg_1.

Yağın Su ve Tortudan Ayrılması:

- Değişik sistemlerden elde edilen yağ+karasu karışımındaki karasuyun, zeytinyağı üretiminde son işlem basamağı olan ayırma işlemiyle yağdan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla dekantasyonla ayırma ve santrifüjle ayırma yöntemleri kullanılmaktadır.
- Zeytin yağının süzülmesi (filtrasyonu): Filtrasyon işlemi pamuk filtrelerle veya kağıt filtrelerle (filtre pres) gerçekleştirilir.

Zeytinyağının depolanması

1. Paslanmaz çelik veya seramik kaplı yer altı sarnıçları zeytinyağı depolama için idealdir.
2. Yer üstü depoları konik dipli olmalıdır.
3. Kokuya karşı korunaklı olmalıdır.
4. Depo sıcaklığı 15-18 °C'yi geçmemelidir.
5. Hava oksijenine karşı depolar tam dolu olmalıdır.
6. Depolar veya sarnıçlar her kampanya başında dolumdan önce mutlaka temizlenmelidir.
7. Aynı kalitedeki yağlar aynı kaba konmalıdır [8].

YAĞLARIN ERİME NOKTALARINI BELİRLEYEN ETMENLER

- Yağların erime noktaları;
  1. Yapılarında yer alan yağ asitleri
  2. Trigliseritlerin birbiri içinde çözünme ve konsantrasyonlar
  3. Aynı yağ asitinin trigliserit molekülünde farklı yerleşim yerlerine sahip olması
  4. Trigliseritlerin kristalize olurken gösterdikleri polimorfik niteliklerden etkilenir.
- Yağların erime noktasını etkileyen faktörler göz önüne alınarak yağ sanayinde bazı modifikasyon teknikleri geliştirilmiştir [9].

BAŞLICA MODİFİYE YAĞ ÜRETİM YÖNTEMLERİ

- Modifiye yağ üretim yöntemleri 3 ana başlıkta incelenebilir;
  - Fraksiyone kristalizasyon (Sıvı yağ içinde karışım halinde bulunan ve ergime dereceleri yüksek olan trigliseritlerin, soğuk tekniği uygulanarak katı faz haline dönüştürülmeleri ve daha sonra bu fazların birbirinden ayrılmaları şeklinde iki aşamada gerçekleştirilen bir işlemdir)
  - Hidrojenasyon (trigliserit yapıdaki doymamış yağ asitlerinin doyurulmasıyla)
  - İnteresterifikasyon (Yağ asitlerinin trigliserit molekülündeki yerleşim yerlerinin değiştirilmesiyle) [9].

https://www.foodelphi.com/tag/fraksiyone-kristalizasyon/

Prof. Dr. Yıldıray TOPCU

FRAKSİYONE KRİSTALİZASYON

Yağ (SSS,UUU,SSU,SUU) → Kristalizasyon → Fraksiyonlama → Katı yağ fazı (SSS,SSU) / Sıvı yağ fazı (SUU,UUU)

Tablo: Radikal kısımları doymuş-doymamış olmasına göre gruplandırıldığında yağı oluşturan trigliseritler, yapısındaki yap asitleri ve ergime noktaları (°C)

Trigliserit Adı	Yapısındaki Yağ Asitleri	Ergime noktası (°C)
SSS	Palmitik ve Stearik asit	66-65
SSU	Oleik asit	40-45
SUU	Linoleik ve Linolenik asit	18-25
UUU	Linoleik ve Linolenik asit	5

HİDROJENASYON TEKNOLOJİSİ

- Tekniğin prensibi; yağların yapısında yer alan doymamış bileşiklerdeki ve özellikle yağ asitlerindeki çift bağların doyurularak, yağın ergime noktasının yükseltilmesi ve oda sıcaklığı koşullarında yağa katı bir kıvam kazandırılmasıdır.
  - Tam (sıfır iyot sayısına kadar, doymamış bağ kalmayıncaya kadar doyurmak)
  - Kısmi (başlangıçtaki iyot sayısının yarısına kadar doyurmak)
  - Selektif (kısmi hidrojenasyonda öncelikle çoklu doymamışların doyrulmasının teşvik edildiği doyurma tepkimeleri) olmak üzere 3 çeşit hidrojenasyondan bahsedebiliriz [9].

- Hidrojenasyonda meydana gelen tepkimeler
  - Esas tepkimeler (doyma tepkimeleri): Yağın doymamış bileşenlerine hidrojen bağlanır.
  - Yan tepkimeler (izomerizasyon tepkimeleri): Yerel ve geometrik izomeri gösteren yağ asitleri oluşur.
- Hidrojen ihtiyacı: Kuramsal olarak hesaplandığında, 1 ton sıvı yağın iyot sayısını 1 birim düşürmek için 0,89 m^3 civarında hidrojen gerektiği tespit edilmiş olsa da, bu değer uygulamada 1,3 m^3 olarak alınır. Katılaştırma işleminde kullanılacak hidrojen gazı, çok yüksek bir saflıkta (%99,99) olmalıdır [9].

İNTERESTERİFİKASYON (İN-ES) İŞLEMİ

- Trigliserit moleküllerindeki yağ asitlerinin yeri molekül içi veya moleküller arası yer değiştirme tepkimesine tabi tutularak yağın erime noktasının değiştirilmesi sağlanabilmektedir.
- Hidrojenasyondaki gibi doymamış yağ asitlerinin yapısına müdahale söz konusu değildir. Buna bağlı olarak in-es sonucu kısmi hidrojenasyondaki gibi trans yağ asiti oluşumu da görülmez [9].

- Kimyasal in-es'te kullanılan katalizörler:
  1. Alkali metal hidroksitleri (NaOH, KOH)
  2. Alkali metal sabunları (Na-stearat)
  3. Alkali metaller ve alaşımları (Na, K, Na/K alaşımı)
- Alkali metal alkolatları (Na-metilat, Na-etilat)

MARGARİN

- Margarinlerin yapısında esas olarak su ve yağ fazları yanında değişik amaçlarla kullanılan katkı maddeleri olmak üzere üç grup madde yer almaktadır.
- Su ve yağ fazları margarinlerin ana bileşenleri olup, üretilen yağın amaç ve niteliklerine bağlı olarak, su/yağ veya yağ/su emülsiyonu olarak yapıda yer alırken, katkı maddeleri çözünme özelliğine bağlı olarak bu fazlardan biri içinde çözünmüş olarak yer alır.
- Margarinlerdeki yağ miktarı değişik ülkelerdeki mevzuat hükümlerine göre bilinen klasik margarinlerde % 78-82 ve su fazı miktarı ise, yine bu değerlere bağlı olarak % 18-22 arasında değişebilmektedir.
- Su ve yağ fazlarına katılan katkı maddelerinden kaynaklanan yağsız ve susuz kuru madde miktarı ise% 2-3 arasında değişmektedir.[10]

Prof. Dr. Yıldıray TOPCU

Margarinlerin yapılarında;

- Emülgatörler
- Vitaminler
- Renk verici maddeler
- Tat ve koku (aroma) verici maddeler
- Koruyucu (konservatif) maddeler
- Asitlendiriciler
- Sıçramayı önleyiciler
- Belirteç (indikatör) maddeler ve
- Mutfak tuzu yer alır [10].

Margarin üretim aşamaları;

- Katı yağın hazırlanması
- Yağ fazının hazırlanması
- Su fazının hazırlanması
- Emülsiyon oluşturma
- Kristalizasyon- Olgunlaştırma
- Paketlemedir.

ŞEKİL 11
https://yeyler.ekinoks.com/bartismali-gida-maddesi-margarin-hakkinda-bilmenizi-gerekenler/

ŞEKİL 12
https://dokuzeylul.biz.tr/dide/27759862/

YAĞ ANALİZLERİ VE ÖNEMİ

- İnsan hayatında bir çok önemli fonksiyonu bulunan yağların, insanların kullanımına sunulmadan önce, kendine has doğal özelliklerini koruması ve bazı parametre değerlerine sahip olması gerekmektedir.
- Bu sebeple yağlar üretim öncesinde, üretim sırasında ve üretim sonrasında bir çok yöntem, alet ve ekipman kullanılarak çeşitli analizlere tabi tutulmaktadır.

  Şimdiye kadar standart metotlar kullanılan bu analizler;

  - Yağın durum ve kalitesini belirlemek
  - Yağın işlem basamağının hangi aşamasında olduğuna karar vermek
  - Yağın durumuna göre işleme son verip verilmeyeceğine karar vermek amacıyla yapılmaktadır [11].

1. Ham Yağ Analizi

- Yağ tayininde çoğunlukla soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılmaktadır.
- Ekstraksiyon yönteminin esası kimyasal çözücülerle yağ ve benzeri bileşikleri çözündürerek diğer kısımlardan ayırmaktır.
- Analizin amacı: yağlı tohumların ve bazı gıdaların ticari değerini belirlemede yağ oranı önemli bir kriterdir. Ürün fiyatının belirlenmesini doğrudan etki eder. Yağ sanayinde randıman ve kapasite belirlenir presyonla mı yoksa presyon+ekstraksiyonla mı işleneceğine karar verilir.
- Üretilen gıda maddelerinin standarda uygunluğunun kontrolünde kullanılan önemli bir analizdir [11]

2. Serbest Yağ Asitleri (%FFA)

- Yağın üretimi depolanması ve paketlenmesinde (market) en sık belirlenen kalite parametrelerinden biridir.
- %FFA (*Free Fatty Acids*) içeriği trigliserid molekülü ester bağlarından serbest bırakılan yağ asitlerinin yani hidroliz büyüklüğünün bir ölçüsüdür.
- Yüksek %FFA içeriği yağ kalitesinin düşük olduğunu gösterir.

  - Serbest yağ asitleri yağların ekstrasksiyon ve rafinasyonu işlemlerinin kötü yapılması sonucu oluşabilir.
  - Yağlık tohum – meyvelerin ve rafine yağların depolanması sırası oluşabilir [11].

Prof. Dr. Yıldıray TOPCU

3. Peroksit Sayısı (PV)

- Yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeninin meq cinsinden miktarıdır.
- Peroksitler gıdalardaki oksidatif bozulmanın belirtecidirler, bu yüzden yağların üretiminden önce, üretim sırasında ve üretim sonrasında sık sık kontrol edilmelidir [11].

4. Anisidin Sayısı (AS)

- Birincil oksidasyon ürünleri olarak nitelendirilen ve oldukça kararsız bir yapıya sahip olan peroksitlerin bozunması sonucu meydana gelen aldehit, keton ve konjuge dien (ikincil bozunma ürünleri) gibi bozunma ürünlerinin miktarının belirlenmesinde önemli bir parametredir [11].

KAYNAKLAR

[1] https://webdosya.csb.gov.tr/db/sanayihavarehberi/icerikler//04_b-tk-sel-yag-uret-m--20200103075113.pdf .
(Dokuz Eylül Üniversitesi-Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Bitkisel Yağ Üretimi, Sektörel Kılavuzu)

[2] https://docplayer.biz.tr/104608306-Yag-bitkilerine-giris-prof-dr-necmi-isler-mustafa-kemal-universitesi-ziraat-fakultesi-tarla-bitkileri-bolumu.html
(Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, *Yağ Bitkilerine Giriş , Prof. Dr. Necmi Işler*)

[3] Ondokuz Mayıs Üniversitesi , Mühendislik Fakültesi, Gıda Müh. Böl., Yağ Teknolojisi 5-6.hafta ders notu, Dr.Öğr.Üyesi Belkıs TEKGÜLER

[4] Ondokuz Mayıs Üniversitesi , Mühendislik Fakültesi, Gıda Müh. Böl., Yağ Teknolojisi 7-8.hafta ders notu, Dr.Öğr.Üyesi Belkıs TEKGÜLER

[5] https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/66532/mod_resource/content/0/8.Hafta.pdf.

[6] https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/66529/mod_resource/content/0/7.Hafta.pdf.

[7] https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/66533/mod_resource/content/0/9.Hafta.pdf.

[8] Ondokuz Mayıs Üniversitesi , Mühendislik Fakültesi, Gıda Müh. Böl., Yağ Teknolojisi 10-11 . hafta ders notu, Dr.Öğr.Üyesi Belkıs TEKGÜLER

[9] Ondokuz Mayıs Üniversitesi , Mühendislik Fakültesi, Gıda Müh. Böl., Yağ Teknolojisi 12-13.hafta ders notu, Dr.Öğr.Üyesi Belkıs TEKGÜLER

[10] Ondokuz Mayıs Üniversitesi , Mühendislik Fakültesi, Gıda Müh. Böl., Yağ Teknolojisi 14.hafta ders notu, Dr.Öğr.Üyesi Belkıs TEKGÜLER

[11] Hacettepe Üniversitesi,Gıda Müh. Böl. Bitkisel Yağ Laboratuar Ders Notları (basılmadı)

[12] http://www.elitolea.com/index.php/sss

SORULAR

1.SORU: Aşağıdakilerden hangisinde rafinasyon işlem basamakları doğru sıra ile verilmiştir.

A. Nötralizasyon-Dekolorizasyon-Deodorizasyon-Vinterizasyon-Degumming
B. Degumming-Nötralizasyon-Dekolorizasyon-Deodorizasyon-Vinterizasyon
C. Degumming-Nötralizasyon-Deodorizasyon-Dekolorizasyon-Vinterizasyon
D. Dekolorizasyon-Nötralizasyon-Deodorizasyon-Degumming-Vinterizasyon
E. Deodorizasyon-Nötralizasyon-Dekolorizasyon-Degumming-Vinterizasyon

2.SORU: Aşağıdakilerden hangisi yağların erime noktasını belirleyen faktörlerden biri değildir ?

A. Yapılarında yer alan yağ asitleri
B. Trigliseritlerin birbiri içinde çözünme ve konsantrasyonları
C. Aynı yağ asitinin trigliserit molekülünde farklı yerleşim yerlerine sahip olması
D. Oluşan fazların birbirinden ayrılması
E. Trigliseritlerin kristalize olurken gösterdikleri polimorfik nitelikler

3.SORU: Aşağıdakilerden hangisi meyve hamurundan bitkisel yağ üretimi sınıfında yer alır.

A. Soya fasulyesi
B. Fındık
C. Ayçiçeği tohumu
D. Pamuk tohumu
E. Zeytin

4.SORU: Solvent ekstarksiyon ünitesinde, "Ekstraksiyon ünitesi öncesi kırılan küspe, ...ve ..... ile distile edilerek kalan yağın alınmasını sağlayan ekstraktöre alınır" ifadesinde boşlukları uygun şekilde dolduracak seçeneğini işaretleyiniz.

A. Hekzan – Buhar
B. Yağ – Su
C. Buhar- Hekzan
D. Su- Yağ
E. Benzen - Su

Prof. Dr. Yıldıray TOPCU

5.SORU: 80-85°C civarındaki sıcaklıklarda Asit ile degumming yapmak için yağa %1-2 oranında karıştırılan kimyasal madde hangisinde doğru olarak verilmiştir ?

A. %75-85 lik sülfürik asit
B. %60-70 lik sülfürik asit
C. %75-85 lik fosforik asit
D. %75-85 lik asetik asit
E. %35-37lik hidroklorik asit

CEVAP ANAHTARI : 1B 2D 3E 4A 5C

Prof. Dr. Yıldıray TOPCU