



KGP240 ÖZEL GIDALAR



ŞEKER ÜRETİMİ

• PANCARIN ŞEKERE İŞLENMESİ

Pancarın Şekere işlenmesi aŐamaları

1. Hasat ve fabrikaya nakil
2. Yıkama, tartım, kıyma
3. Ham Şerbet eldesi
4. Şerbetin temizlenmesi
5. İnce Şerbetin koyulaŐtırılması
6. Lapaya işleme
7. Kristalizasyon
8. Ham Şeker eldesi
9. Ham Şekerin artırılması



1. PANCARIN HASADI VE ŞEKER FABRİKASINA NAKLİ

Pancarın Hasadı ve Şeker Fabrikasına Nakli

- Pancarların olgunlaşması

1. ekolojik koşullara

2. pancarın çeşidine göre farklı zamanlarda olur.

Birim zamanda oluşan = kullanılan şeker miktarı \longrightarrow fizyolojik olgunluk, şeker birikimi durmuş. Ülkemiz pancarlarında bu zaman genellikle Eylül-Ekim aylarına rastlar.

Ancak, pancarın hasat tarihinin belirlenmesinde fizyolojik olgunluğun yanısıra fabrikanın kapasitesi ve işleme düzeni ile havanın gidişi de göz önüne alınır. Türkiye'de pancar sökümü Ağustos ayında başlayıp Aralık başına kadar sürer (pancarların bir kısmının tam fizyolojik olgunluğa erişmeden – erken söküm, bir kısmının da aşırı olgun halde hasat edilmesi – geç söküm).

- Tarlada sökülen pancarların baş, boyun ve kuyruk kısımları kesilerek fabrikaya sevk edilir. Birkaç günü geçmemek kaydıyla tarla kenarında bekletilebilir. Bu bekletme eğer uzun sürerse solunum devam ettiği için şeker kaybı artar. Pancarlar silolanacak ise 1-2 tonu geçmeyecek kitleler halinde yığılmalı ve yığınların doğrultusu rüzgarın yn göz önüne alınarak yapılmalıdır. Eğer don ihtimali varsa yığınlar örtülebilir.
- Tarlada sökülen pancarların baş ve yaprakları kesilir. Pancarın baş kısmı tüm pancar ağırlığının yaklaşık %10'unu oluşturur. Fazla kesme pancarın dayanıklılığını azaltır.

- Pancarın depolanmasını etkileyen faktörler sıralandığında:
- 1. Olgunluk derecesi: *Erken hasat edilen dolayısı ile fizyolojik olgunluğa erişmemiş pancarlar olgunlara oranla daha fazla solunum yapar. Pancarın depolanma sıcaklığının yüksek olması da solunumu arttıran bir diğer etmeni oluşturur.*
- 2. Pancarın fiziksel durumu (zarar görmesi, zedelenmesi): *Hastalıklı, çürümeye başlayan ya da berelenmiş, yaralanmış pancarlar depolanmaya uygun değildir. Kısa sürede tüm kitlenin bozulmasına ya da kalite kaybına uğramasına neden olurlar*
- 3. Hastalıklı ve çürük olması
- 4. Donmaya maruz kalıp kalmaması durumu: *Dona maruz kalmış pancarlar da depolanmaya uygun değildir. Don olayı sonucunda pancar dokuları ve hücreleri parçalandığından difüzyon işlemi sırasında bu tür pancarlardan elde edilen ham şerbete fazla miktarda istenmeyen maddeler karışır. Ayrıca böyle pancarlar mikroorganizma etkinliğine de uygun haldedir.*
- 5. Depolama sıcaklığı
- 6. Havalandırma durumu

Pancarda biyokimyasal tepkime ve değişimler hasattan sonra da sürer. Bu değişimler kendini solunum şeklinde belli eder. Solunum sırasında solunum şiddetine bağlı olarak pancarın şeker içeriği azalır.

- DEPOLAMA:
- Pancarlar fabrikaya nakledilmeden önce ve sonra depolanır.
- **Sökülen pancarın fabrikaya nakledilene değin bir süre bekletilmesi gerekebilir.** Bu durumda pancarlar tarla kenarında ya da nakil vasıtasına yükleneceği yerde silolanır. Pancarlar mümkün olduğunca fazla yüksek olmayan 1-2 tonluk kitleler halinde yığılanılır. Daha büyük yığınlarda ise havalandırmayı kolaylaştırmak için yığının ortasına uzunluğuna bir tahta koymak yararlı olur. Yığınlar rüzgar doğrultusunda uzunlamasına yapılır. Yığının eni 3-5 metre olabilir. Fakat her durumda yığınların 2-2.5 metreden yüksek olmamasına özen gösterilmelidir.
- **Yağış ve soğuktan korumak amacıyla pancar yığınlarının üzeri örtülür.** Örtme işlemi şöyle yapılır: Pancar yığını üzerine önce biraz toprak, sonra ot ve saman, bunun üzerine yine toprak örtülür. Bu tür örtme pancar yığınlarındaki ağırlık kaybını da azaltmaktadır.
- **İşlenecek pancarlar fabrikaya traktör römorku, kamyon ve trenle nakledilir.**

- Tren vagonları ya da kamyonlar fabrikanın betondan yapılmış silolarına yanaşarak yüklerini boşaltırlar. Boşaltma işlemi kürekle, hidrolik devirme tertibatı ile ya da "Elfa" adı verilen basınçlı su sistemi ile yapılır. Silodaki pancarlar elfa sistemi olarak adlandırılan basınçlı su tertibatı ile kanala boşaltılır ve kanaldaki suyun akışı ile fabrikaya ulaşır. Bu suretle , pancar bir ön yıkamaya da tabi tutulmuş olur. Kanal üzerinde pancarın fabrikaya girişini durdurmak için kullanılan bir kanal sürgüsü ile pancar akış hızını düzenleyen ayar çarkı bulunur. Ayrıca kanalın son tarafında birer ot ve taş tutucu düzenekte yer alır.



2.PANCARIN YIKANMASI, TARTILMASI VE KIYILMASI

- Pancarların asıl yıkanması, fabrikanın en alt katında bulunan **yıkama teknesinde** olur. Teknenin ortasındaki mile bağlı, değişik uzunluk ve şekillerde kollar, paletler vardır. Pancarlar bunların yardımıyla teknede ilerler ve yıkanır. Taş ve topraklar altındaki ızgaradan geçerek ortamdan uzaklaşır. Olası demir parçacıkları mıknatıs düzenekleri ile tutulur. Yıkama sırasındaki kurumadde kaybını arttırmamak için yıkama suyu sıcaklığının 15 derecenin altında olması tercih edilir.

- Yıkanmış pancarlar elevatörlerle fabrikanın en üst katına nakledilerek **kantara** ve daha sonra da **kıyım makinesine aktarılır**
- Tartımdan gelen pancar **doğrama makinasına düşerler** (Lapa halinde olmamalı). Pancarlar bu makinada **5-10 cm uzunluğunda ve 3-5 mm genişliğinde ve 0.5-1.0 mm kalınlığında şeritler biçiminde kıyılır** (pancar parçaları sıcak suyla temasa geldiği zaman; hücrelerde **moleküler dispers halde bulunan maddelerin, özellikle şekerin, ozmoz yoluyla** kısa zamanda tamamen suya geçmesi, buna karşı büyük moleküllü ve özellikle kolloid halindeki şeker olmayan maddelerin hücrelerde kalması istenir)

Bunun için de kıyılmış pancar lapa halinde olmamalı ve büyük bir yüzeye sahip olmalıdır. Bu nedenle pancar makinasındaki bıçakların çok keskin olması gerekir.

3. HAM ŞERBETİN ELDE EDİLMESİ

Şeker pancarı hücrelerindeki kofullar, içinde fazla miktarda sakkaroz ve bunun yanı sıra diğer bazı maddelerin çözünmüş olduğu yoğun bir sıvıyla (hücre suyuyla) doludur. Şeker fabrikasyonunda amaç bu şekerin dışarı çıkarılmasıdır. Bu işlem hücre zarının yarı geçirgen özelliğinden yararlanılarak diffüzyon yoluyla gerçekleştirilir.

Bunun için de ters akım prensibine göre çalışan değişik tiplerde diffüzörlerden yararlanır.

- Diffüzyon Yoluyla Pancardan Çıkarılan Şeker Miktarını Etkileyen Faktörler
- 1. Sıcaklık derecesi (73-75°C civarında su kullanılır)

Protoplazmanın denatüre edilmesi -pancar dilimleri buharla haşlanır ya da sıcak su ve sıcak şurupla muamele edilir. Protoplazmanın denatüre olması için 70-80°C sıcaklık yeterlidir),

- 2. Diffüzyon süresi, (kesikli sistem 60-70 dak , sürekli 45-55 dak)

Sıcaklığın yükselmesi diffüzyon hızını artırır. Ancak, sıcaklık derecesinin fazla olması ya da sıcaklık uygulama süresinin uzaması pancardaki şeker olmayan maddelerin de şerbete geçmesine neden olur. Ayrıca, hücre zarının yapısında ve hücreler arası oluşumlarda yer alan pektik maddeler hidrotasyona uğrayıp şişerek hücre zarı geçirgenliğinin azalması, dolayısıyla diffüzyonun yavaşlaması hatta bazen durmasına neden olurlar ki bu olaya “diffüzyonun oturması” adı verilir.

- 3. Alınan ham şerbet miktarı (=çekiş),
- 4. Pancar dilimlerinin yüzeyinin fazlalığı

- Diffüzyon uygulamasında göz önüne alınması gereken en önemli hususlar şunlardır;
- 1.Pancar dilimlerinde bulunan şekeri mümkün olduğunca almak, dilimlerde çok az şeker bırakmak.
- 2.Mümkün olduğunca yüksek konsatrasyonlu şeker çözeltisi elde etmek. Böylece buharlaştırılması gereken su miktarını azaltarak zaman ve enerji sarfını en az düzeyde tutmak.
- 3.Mümkün olduğunca şekerden başka madde içeriği az olan, yani saflık katsayısı yüksek bir şerbet elde etmek.

Pancardan Ham Şerbet Elde Edilmesi

- Şeker fabrikalarında, diffüzyon işleminin gerçekleştirildiği sistemlere “diffüzör” denir. Diffüzörler;
 1. Kesintili çalışan diffüzörler (diffüzyon bataryaları)
 2. Sürekli çalışan diffüzörler (kontüni diffüzörler)
- Sürekli çalışan (Kontüni) diffüzörlerden en önemli olan ve Türkiye şeker fabrikalarında kullanılanları:
 1. Olier,
 2. Turm (Kule) ve
 3. R.T. (Rafinesi Tirlementoise) diffüzörleridir

4.HAM ŞERBETİN TEMİZLENMESİ

Diffüzörlerden çıkan ham şerbet koyu renkli, viskoz yapılı kolloid maddeler içeren bir sıvıdır. Sıcaklığı 35-40 derece olup kurumadde içeriği 14-15 derece Brix, saflık katsayısı 88-90 kadardır.

Şerbet içinde bulunan küspe ve diğer katı maddelerin uzaklaştırılması için kalbur şeklindeki küspe yakalayıcılarından geçirilir, ölçme kabından geçer ve ısıtılarak sıcaklığı 80-90 dereceye çıkarılır. Bundan sonra temizleme işlemine geçirilir.

Bu işlem 2 aşamada yapılır;

- 1. Kireçleme: Kireçle muamele (CaO)
- 2. Saturasyon: CO₂ gazı verilerek kirecin CaCO₃ şeklinde çökertilmesi ve bunun sonucunda süzme işlemi yapılarak temizleme yapılması.

KİREÇLEME

- Bu işlem ile şerbetin pH'sı kademeli olarak önce 10 sonra 12,5'a çıkarılır. Bu işlemin yapılmasıyla şu olaylar gerçekleşir;
 1. Fosforik asit, oksalik asit, sitrik asit gibi asitlerin suda az çözünen Ca tuzları oluşur.
 2. Fe ve Mg metal hidroksitlerine dönüşür.
 3. Proteinler kuagüle olur ve parçalanır.
 4. İnvert şeker parçalanarak ortamdan uzaklaştırılır.
 5. Pektik maddeler parçalanır.
 6. pH yükseldiğinden dolayı m_o , yükü azalır.
- Eskiden bir defada yapılan kireçleme işlemi günümüzde ön kireçleme (1. Kireçleme) ve ikinci kireçleme olmak üzere iki aşamada yapılmaktadır. Ön kireçleme sayesinde daha açık renkli ve daha kolay filtre edilebilen ince şerbet elde edilir.
- Kireçleme işlemi saçtan yapılmış içlerinde karıştırma tertibatı bulunan ve malaksör olarak adlandırılan silindirik kazanlarda gerçekleştirilir.
- Sıcak olan ham şerbet kireçleme aşamasında köpürür. Bunu önlemek için iç yağı, kolza yağı gibi maddeler kullanılır. Kireçlenmiş olan şerbet satüratör olarak adlandırılan saturasyon kazanlarına gönderilir.

SATURASYON

- Saturasyon işlemi: pH'sı yükseltilmiş olan ham şerbete CO₂ gazı verilir. Bu olayda 2 tepkime meydana gelir;
- $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CaC}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_{11} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{CaCO}_3$
- Şerbette bulunan fazla kireç kalsiyum karbonat şeklinde çöker
- Suda çözünür nitelikteki kalsiyum monosakkarat yeniden sakkaroz ve kalsiyum karbonata ayrılır
- Şerbetin pH'sı da aşamalı olarak 10.9'a ve 9.5'e indirilir
- Çökelen CaCO₃ büyük bir yüzeye sahip olduğundan renk maddeleri ve diğer kolloidleri de adsorbe ederek beraberinde çöktürür. Böylece şerbet durulur, rengi açılır ve su gibi saydam bir görünümde, filtre edilebilecek durumdaki ince şerbet elde edilmiş olur.

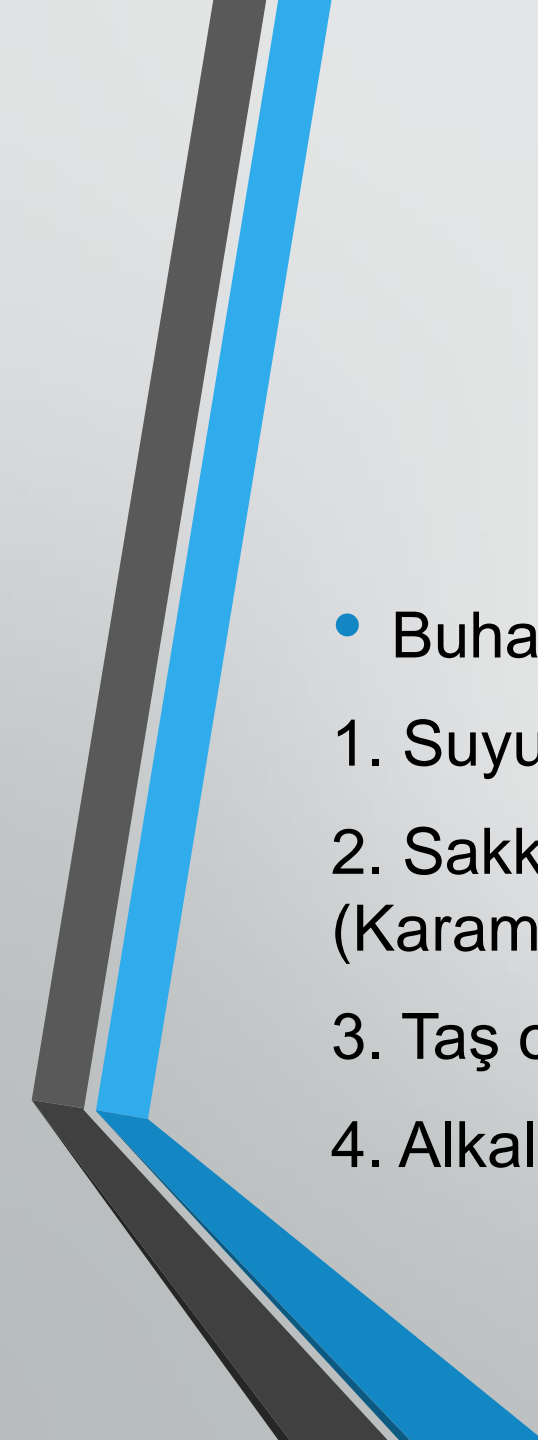
- Bu tepkimeler sonucunda şerbette bulunan fazla kireç aşamalı olarak azaltılır. Oluşan CaCO_3 yüzey alanı çok fazla olduğundan diğer safsızlıkları da adsorblayarak çöker. Bu işlem sonucunda şerbet durulur, rengi açılır, saydam bir görünümünden filtre edilebilecek duruma getirilir. Saturasyon işlemi 2 ve ya 3 aşamada gerçekleştirilir. Önemli olan bu işlem sonucunda ortamda bulunan kirecin 100 ppm düzeyine inmesidir. Satürasyon işlemi sonunda kurumadde içeriği 13,5-14 brix, saflık katsayısı da % 93'e yükseltilmiş olur.

FİLTASYON(SÜZME)

- 1 ve 2 satürasyon işleminden sonra şerbetten kireçleme çamurunun ayrılması basınç altında plakalı filtreler kullanılarak yapılır. Çamurun içerisindeki şeker içeriğinin düşürülmesi filtreye ters yönden verilen buhar suyu ile gerçekleştirilir. 2. Satürasyondan sonra kireç çamuru yıkanmaz. Kireç çamuru yaklaşık olarak şeker pancarının% 7-9'u kadar elde edilir.

5. İNCE ŞERBETİN KOYULAŐTIRILMASI

- %12,5-13 şeker içeren, SK:% 93 olan ince şerbetin KM oranınının % 65'e çıkarılması sakkarozun kristalize olabilmesi için gereklidir. Bu işlem 2 kademeli olarak gerçekleştirilir. Şurubun su içeriği % 8-9'a kadar indirilir.
- 1. aşamaya koyulaştırma 2 aşamaya lapaya işleme adı verilir. Suyun uçurulması işlemi 4 etkili evaporatörlerle gerçekleştirilir. Kazanların sıcaklık dereceleri ve basınçları şöyledir:



- Buharlaştırma (Koyulaştırma) Sırasında Şurupta Meydana Gelen Olaylar

1. Suyun buharlaşması

2. Sakkarozun parçalanması ve şurup renginin esmerleşmesi (Karamelizasyon ve maillard tepkimesi)

3. Taş oluşumu

4. Alkaliliğın değişmesi



6.ŞURUBUN (KOYU ŞERBETİN) LAPAYA İŞLENMESİ

- Şurup süzülür ve pişirme adı verilen işlemin uygulanmasıyla kalan suyun da büyük bir bölümü buharlaştırılarak şeker çözeltisi doygun hale getirilir. Bu doygunluk noktasından itibaren çözeltideki şekerin bir kısmı kristalleşmeye uğrar. Bu ürüne **lapa**, uygulanan işlemede **lapaya işleme (pişirme)** denir. Lapa; hem kristal, hem de çözünmüş halde şeker içeren, koyu, esmer renkli, yapışkan bir karışımdır.
- Şurubun pişirilmesi işlemi, karamelizasyonu önlemek amacıyla vakum altında yapılır. Pişirme kazanında şurup azaldıkça üzerine yeniden şurup çekilir. Çözeltinin doygunluk noktası aşıldıktan sonra çözelti bulanmaya ve şekerin bir kısmı kristalleşmeye başlar. İlk anda oluşan kristaller çok küçüktür. Oluşacak son kristallerin büyüklüğü ve miktarı pişirme tekniğinin uygulanışına bağlıdır.

- Pişirme işlemi lapanın km içeriği %92-95 oluncaya kadar yapılır ve lapa içerisindeki şekerin yaklaşık % 50'si kristal kalıntı, diğer %50'si sıcaklık yüksek olduğu için sıvı **haldedir**. Lapa bir alt katta bulunan kristalizatör adı verilen çeperleri izolasyonlu, karıştırma tertibatı bulunan makinaya gönderilir. Bu arada oluşan kristallerin düzeni viskozite kontrol edilerek ayarlanır.



7.KRİSTALİZASYON

- Lapa kristalizatörde yavaş yavaş karıştırılarak ya da hareket ettirilerek soğutulur. Lapananın hareketi kristalizatör içine yerleştirilmiş paletlerle ya da karbın dönmesiyle sağlanır. Lapanın viskozitesini azaltmak için, içine bir miktar yeşil şurup katılır. Yavaş yavaş hareket, sıcak tutma ve belirli bir koyuluğun sürekliliğinin sağlanmasıyla kristalleri oluşturan moleküllerin düzenli ve karşılıklı bir şekil alması kolaylaştırılmış olur.



8.HAM ŞEKER ELDE EDİLMESİ (Santrifüjleme)

- Kristalizasyonunu tamamlamış 40-45 °C deki lapa 800-1000 dev/dak hızla çalışan santrifüjlerde kristal şeker ve şuruba ayrılır. Bu ayrılan şuruba, artık şurup veya yeşil şurup adı verilir. İlk elde edilen şekere I ham şeker bundan sonra elde edilen şekerlere sırasıyla II ve III ham şeker denir.
- Ham şeker %96 oranında şeker %1-2 oranında su, %1 kül ve %2 diğer maddeleri içerir. Rengi sarımsak olup kristal büyüklüğü 2-4 cm arasındadır. Şekerin nötr pH'da olması mikroorganizma, etkinliğini arttırdığından ve şekerin inversiyona uğramasına neden olduğundan pH bazik tarafta tutulur.

- **MELAS** : Şeker fabrikalarının en önemli artık maddesidir. Kahverengi renkte olan ve viskozitesi yüksek olan bu sıvının km içeriği % 80 civarındadır. Bunun % 60'ı şeker, % 20'si organik maddeler ve tuzlardır. Bileşiminde sakkaroz, invert şeker, rafinoz, pektinin parçalanma ürünleri, laktik asit ve azotlu maddeler yer alır. Melas ispirto ve ekmek mayası üretiminde ve doğrudan doğruya hayvan yemi olarak kullanılır.

9. HAM ŞEKERİN ARITILMASI

- Ham Şeker hoŐa gitmeyen tat ve kokuya sahip sarı renkte ve yapışkan karakterlidir. Bu bakımdan kullanılabilmesi iÇin artırılması gerekir. Bu işlem affinasyon ve rafinasyon olmak üzere 2 aŐamadır. Affinasyon iŐleminde ham Şeker, arı artık sirup veya saf su ile yıkanır. Rafinasyon iŐleminde ham Şeker arı su ile Őözündürölüp, temizlenir. Yeniden kristalize edilmek üzere lapaya iŐlenir. Normalde Őekerler de affinasyonda Őekerlerin saflık derecesi 99,7, rafinasyon sonucunda 99,9' dur. Elde edilen affinat Şekerin kristallerinin birbirine yapıŐmasını önlemek iÇin sıcak hava akımı ile karıştırılarak kurutulurlar.

Kaynaklar

- ALTAN, A., Özel Gıdalar Teknolojisi Kitabı. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Ofseti. Adana, 2008.