

FERMENTASYON TEKNOLOJİSİ

Bitkisel Fermentasyonlar

Prof. Dr. MUHAMMET ARICI

İSTANBUL, 2017

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
Tarihçe	3
Fermente ürünlerin günümüzdeki durumu	5
1.1. Fermentasyon Teknolojisinin Çalışma alanları	7
1.2. Fermentasyon Teknolojisinin Amaçları	7
1.3. İnsan Beslenmesinde Fermentasyonun Önemi	8
2. FERMENTASYON TEKNOLOJİSİNDE HAMMADDELER VE BİLEŞİMİ	9
2.1. Karbonhidratlar	9
2.2. Proteinler	16
2.3. Enzimler	22
2.4. Mineral Maddeler	25
2.5. Vitaminler	26
2.6. Asitler	26
3. FERMENTASYON MİKROORGANİZMALARİ	30
3.1. Teknikte kullanılan mikroorganizmalardan istenilen özellikler	30
3.2. Mayalar	31
3.2.1. Mayaların ekolojisi	31
3.2.2. Mayaların morfolojisi	32
3.2.3. Mayaların çoğalması	33
3.2.4. Maya hücresinin bileşimi	36
3.2.5. Mayaların teknolojik olarak sınıflandırılması	37
3.2.6. Mayanın beslenmesi	41
3.2.7. Maya faaliyetine etki eden faktörler	42
3.2.8. Mayaların taksonomisi	43
3.2.9. Önemli maya cinsleri	43
3.3. Küf Mantarları	46
3.3.1. Önemli küf cinsleri	47
3.3.2. Küf mantarlarının önemi	51
3.4. Bakteriler	51
3.4.1. Bakterilerin tanımlanması	51
3.4.2. Fermentasyon teknolojisinde önemli bakteri grupları	52
4. MİKROBİYOLOJİK METABOLİZMANIN ESASLARI	64
4.1. Hücre dışı parçalanma olayları	64
4.2. Hücre içi parçalanma olayları	64
4.2.1. Solunum (respirasyon) ve fermentasyon olayları (Katabolizma)	65
4.2.2. Biyosentez (anabolizma) olayları	65
4.3. Fermentasyonda meydana gelen yan ürünler	73
4.4. Alkol fermentasyonunu etkileyen faktörler	76
5. MALT TEKNOLOJİSİ	78
5.1. Bira hammaddeleri	78
5.1.1. Malt ve bira teknolojisinde hammadde olarak arpa	79

5.1.2. Arpada kıymet takdiri	81
5.1.3. Malt katkıları	82
5.1.4. Şerbetçi otu (Humulus lupulus)	82
5.1.5. Su	85
5.2. Malt üretimi	86
5.2.1. Malt üretim safhaları	86
5.2.2. Maltın kıymet takdiri	95
6. BİRA ÜRETİMİ	96
6.1. Maltın öğütülmesi	98
6.2. Maltın mayşelenmesi	99
6.3. Mayşenin süzülmesi	101
6.4. Mayşenin kaynatılması	102
6.5. Soğutma	103
6.6. Fermentasyon	103
6.7. Dinlendirme	105
6.8. Biranın süzülmesi, şişelere doldurulması ve patörizasyonu	106
6.9. Birada üretim kayıpları	106
6.10. Biraların sınıflandırılması ve çeşitli bira tipleri	107
6.11. Biranın bileşimi ve besin değeri	107
6.12. Biradaki kalite ve kalite bozuklukları	108
6.13. Bira üretiminin değişik aşamalarında mikroflora	108
6.14. Birada bozulmaya sebep olan bakteriler ve mayalar	109
6.15. Maya üremesinin bira kalitesine etkileri	111
6.16. Optimum bira üretimi için bira mayasında yapılabilecek genetik ...	112
6.17. Bira işletmelerinde hijyen	114
7. ŞARAP TEKNOLOJİSİ	115
7.1. Dünyadaki durum ve AB diğer önemli ülkeler itibariyle mukayese	116
7.2. Üzüm ve şıranın bileşimi	116
7.3. Şarap yapımı	117
7.3.1. Şıranın elde edilmesi (Üzümlerin parçalanıp preslenmesi)	117
7.3.2. Şarabın kükürtlenmesi	121
7.3.3. Şarabın olgunlaştırılması	122
7.3.4. Dinlendirme (ikinci fermentasyon)	123
7.3.5. Berraklaştırma	124
7.3.6. Doldurma	124
7.3.7. Şarabın Bileşimi	125
7.3.8. Şarap çeşitleri	125
7.3.9. Şarap hataları ve hastalıkları	126
8. İSPİRTO (ALKOL) TEKNOLOJİSİ	131
8.1. İspirtoculukta kullanılan mikroorganizmalar	131
8.2. İspirtoculuk hammaddeleri	132
8.3. Kuru üzüm ispirotoluğu	132
8.3.1. Kuru üzümün öğütülmesi	132
8.3.2. Mayşeleme	132

8.3.3. Fermentasyon ve damıtma	133
8.4. Melas ispirotoculuğu	133
8.4.1. Mayşe hazırlanması	133
8.5. Nişastalı maddelerin ispiroto üretiminde kullanılması	134
8.5.1. Mayanın hazırlanması	135
8.6. Damıtma	135
8.6.1. Kolonlardaki damıtma	136
8.6.2. Ham ispiertonun temizlenmesi	138
8.6.3. Susuz alkol elde edilmesi	138
9. DAMITIK İÇKİLER	139
9.1. ESKİTİLMEYEN DAMITIK İÇKİLER	139
9.1.1. Rakı	139
9.1.2. Ouzo (Anasonlu Yunan İçkisi)	142
9.1.3. Anis ve Distile Anis	142
9.1.4. Cin (Distilled Gin)	142
9.1.5. Votka	144
9.2. ESKİTİLEN DAMITIK İÇKİLER	145
9.2.1. Konyak (Cognac)	145
9.2.2. Viski (Whisky)	147
9.2.3. Rum (Rom)	149
9.2.4. Likörler	151
10. SİRKE ÜRETİMİ	152
10.1. Sirke üretiminin temeli	152
10.2. Kullanım alanları	152
10.2.1. Gıda olmayan kullanımları	152
10.2.2. Gıda kullanımları	153
10.2.3. İlaç olarak kullanımı	154
10.3. Hammaddeler	154
10.4. Asetik asit bakterileri	154
10.5. Sirke üretimi	154
10.5.1. Hammadde hazırlanması	154
10.5.2. Asetifikasyon	155
10.5.3. Yavaş (kesikli) sirke üretimi	155
10.5.4. Hızlı metod	156
10.5.5. Jeneratör metodu	157
10.5.6. Daldırma (Submers) metodu	157
10.6. Dinlendirme	158
10.7. Durultma ve süzme	158
10.8. Sirkenin pastörize edilmesi	159
10.9. Sirkenin konsantre edilmesi ve sulandırılması	159
10.10. Sirkenin Bileşimi	160
10.11. Çeşitli hammaddelerden yapılan sirkeler	160
10.12. Sirke hata, hastalık ve zararlıları	160
10.12.1. Sirke hataları	160
10.12.2. Sirke hastalıkları	160

10.12.3. Sirke zararlıları	160
11. TURŞULAR	161
11.1. Hıyar turşusu	161
11.2. Lahana turşusu	167
11.3. Patlıcan turşusu	170
11.4. Fasulye turşusu	171
12. SOFRALIK ZEYTİN	172
12.1. Sofralık yeşil zeytin.(İspanyol yöntemi) üretimi	173
12.2. Çizme yöntemiyle yeşil zeytin üretimi	178
12.3. Yeşil zeytin salamuralarında görülen bozulmalar	179
12.4. Sofralık siyah zeytin üretimi	181
12.4.1. Gemlik usulü siyah zeytin üretimi	182
12.4.2. Sele zeytini üretimi	184
12.4.3. Alkali ile muameleden sonra havalandırarak siyah zeytin üretimi	185
13. DİĞER FERMENTE ÜRÜNLER	186
13.1. Boza	186
13.2. Şalgam	190
13.3. Hardaliye	192
13.4. Tarhana	193
13.5. Diğer Bitkisel fermente ürünler	197
Kaynaklar	198

GİRİŞ

Tarımda üretim kadar ürünlerin değerlendirmesi de önemlidir. Bundan dolayı tarım teknolojisi, ülke ekonomisinde önemli bir sektördür. Tarım teknolojisi, bozulmaya hassas olan tarımsal ürünleri işleyerek mamul ve dayanıklı hale getirirken aynı zamanda bunların daha fazla değer kazanmalarına hizmet eder. Bu arada işleme artıklarını da hayvan yemi olarak değerlendirir.

Fermentasyon teknolojisi tarım teknolojisi içinde yeri önemli olan bir değerlendirme grubudur. Özellikle şarap, bira, sirke ve ispirto teknolojileri, laktik asit fermentasyonu ile üretilen turşular, zeytin, boza, tarhana vb. ürünler fermentasyon teknolojisinin meşgul olduğu önemli konulardandır.

Fermentasyon; yüksek moleküllü organik maddelerin -özellikle karbonhidratların- mikroorganizmalar tarafından daha küçük moleküllü maddeler halinde parçalanmasıdır. Fermentasyon teknolojisinin en açık ve göze çarpan özelliği, fermentasyon olayına dayanmasıdır. Fermentasyon teknolojisinde işlemenin hedefini oluşturan maddeler veya belli bir madde, mamul maddede tamamen başka bir şekil ve mahiyet almış ve fermentasyon sonucunda meydana gelmiş olan maddelerle ham maddedeki ana madde arasında bir benzerlik kalmamıştır. Örnek olarak; şarap, bira, ispirto veya sirkeyi hatırlamak yeterlidir. Şarap yapılırken, üzüm ve meyvelerdeki şeker, fermentasyon sonucunda özellik ve yapısını tamamen değiştirmiş olur. Tatlı olan üzüm veya meyve sırası, büsbütün başka bir tad almaktadır. Çünkü şeker alkole dönmüştür. Fermentasyon sonucunda yalnız şeker değil, sıradaki diğer maddelerden bazıları da değişikliğe uğrarlar. Bira ile nişastalı ham maddeler işleyen ispirto teknolojisinde nişastanın etil alkol haline gelmesi, daha detaylı ve ilginç bir değişiklik gösterir. Ham maddedeki nişasta, enzimler etkisiyle önce fermentasyona uğrayabilecek şeker (Maltoz) haline gelmiş ve bundan sonra da bu şeker mayalar tarafından etil alkole dönüştürülmüş olur.

Gıda teknolojisinin diğer alanlarında durum farklıdır. Burada hedef ve işleme tekniğinin özelliği, ham madde içindeki belli bir maddeyi üretmek, yani bu maddeyi ham maddeden ayırmak, izole etmektir. Böylece işleme sonucunda yalnız ham maddenin şekli değişmiş olur, fakat ham maddeden üretilmek istenen maddenin fiziksel, kimyasal özellikleri ile karakteri değişmez, ancak diğer maddelerden ayrılmış olur. Örnek olarak şeker, un ve bitkisel maddelerden yağ üretiminde; şeker pancarı veya kamışındaki şeker, hububattaki nişasta, zeytin tanesindeki veya yağlı tohumlardaki yağ, diğer maddelerden temizlenmiş ve mümkün ölçüde saf olarak elde edilir. Fakat, şekerin, nişastanın veya yağın yapı ve özelliği değişmez. Gıda teknolojisinden süt ürünlerinde durum fermentasyon teknolojisinde olduğu gibidir. Çünkü bu ürünler de fermentasyon olayı (laktik asit fermentasyonu) rol oynar.

Fermentasyon teknolojisinin dayandığı temel, fermentasyon olayı olduğuna göre; biyolojik olaylar ve bu olaylara dayanan işleme tekniği diğer tarım teknolojisi gruplarında olduğundan büsbütün başka bir durum arz eder. Gıda

teknolojisinde biyolojik olaylar, ancak pek seyrek hallerde ve meselâ ekmekçilikte bir dereceye kadar söz konusu olur: Diğer hallerde biyolojik olayların önlenmesine ve dolayısıyla mikroorganizmaların etki ve faaliyetine meydan verilmez. Oysa fermentasyon teknolojisinde mikroorganizmalar ve dolayısıyla biyolojik olaylar temel rolü oynarlar. Bundan dolayıdır ki fermentasyon teknolojisinde söz konusu olan mikroorganizmaları ve bunların sebep oldukları biyolojik olayları yakından tanımak ve işleme tekniğini buna göre ayarlamak, fermentasyon teknolojisinin başlıca konuları arasında yer alır. Mikroorganizmalardan bir kısmı fermentasyon teknolojisinde kullanılır veya rol oynar, bir kısmı da enfeksiyonlara sebep olurlar. Bazı mikroorganizmalar ise fermentasyon teknolojisinin bir kolunda faydalı, diğer bir kolunda zararlı olabilirler. Örnek olarak asetik asit bakterileri sirke üretiminde kullanılırken, aynı bakteriler şarap veya biranın sirkeleşmesine, yani bunların bozulmasına sebep olurlar. Yine küf mantarlarından bir kısmı birçok hallerde zararlı oldukları halde, aynı küf mantarları, biyolojik yoldan sitrik asit ve diğer bazı organik asitlerin üretiminde kullanılırlar.

Gıda teknolojisinin "Ham maddesini tarımdan alan ve bu maddeleri işleyip mamul hale getiren; aynı zamanda işleme artıklarını tekrar tarıma veren sanayi grubu" şeklindeki ve böylece diğer sanayi kollarından ayırt edici tarifi ve bu tarifteki karakteristik özellik de, fermentasyon teknolojisinde büyük ölçüde ifadesini bulur. Çünkü fermentasyon teknolojisinin birçok kollarında işleme artıkları tekrar tarıma verilmek suretiyle hem bu artıklar değerlendirilmiş ve, hem de topraktan alınmış olan maddelerin önemli bir kısmı tekrar toprağa verilmiş olur. Bira teknolojisi buna tipik bir örnek teşkil eder. Bira fabrikasyonu artıkları malt çimi ve kavuzlar değerli birer hayvan yemidirler. Bunun içindir ki bira fabrikalarının etrafında hayvancılık başlar. Hayvan gübresi de, çiftlik gübresi olarak kullanılır. Bir çok ülkede nişastalı ham maddeler işleyen ispiroto fabrikalarının (çiftlik ispirotoçuluğu) artıkları da (sulu küspe) yem olarak kullanılmaktadır.

Fermentasyon teknolojisi sahasında ilk atılımların Gay Lusac (1810) tarafından fermentasyona dayanan bir takım hadiseler ve 1857'de Pasteur'ün alkol ve laktik asit fermentasyonlarını tarif etmeleriyle başladığı kabul edilir. Bu teknoloji dalı mikrobiyolojinin gelişmesiyle doğmuştur. Fermentasyon teknolojisi esas olarak tıbbi mikrobiyolojideki gelişmeler ile ortaya çıkmıştır. Buna paralel olarak gıda endüstrisinde de bir takım gıda ve içkilerin üretimi sağlanmıştır.

Ülkemizde nüfusun büyük bir kısmı hala tarımla uğraşmaktadır, yani bir tarım ülkesiyiz. Dolayısıyla, tarımsal ürünlerin değerlendirmesi konusunda fermentasyon teknolojisine önemli görevler düşmektedir. Tarımsal üretimin artması ve rasyonel çalışma metodlarının geliştirilmesi için büyük gayretler sarf etme yoluna gidilirken, bir taraftan da değerlendirmeyi gözden uzak tutmamak gerekir.

Tarihçe

Çok eski bir konu olmakla beraber günümüzde önem kazanmıştır. Mazisi insanlık tarihi kadar eskidir. Ekmek, yoğurt, peynir, bira, şarap fermentasyon teknolojisini ilgilendiren başlıca gıda maddeleridir.

Sirke asetik asit fermentasyonu ile, şarap şekerli ürünlerin (şıraların) alkol fermentasyonuna uğramasıyla meydana gelir.

M.Ö. 2500 yıllarında Mısırlılar arpadan malt ve bira, M.Ö. 2300 yıllarında Çin’de pirinçten malt ve bira elde edilmiştir. Fermentasyon teknolojisinin kronolojik gelişimi sırasıyla şu aşamaları içine alır: Fermentasyon (Spontan); Biyolojik proseslerin empirik kullanımı; Gıda ve içeceklerin üretimi; Mikroorganizmaların keşfi, Pasteur ve zamanı; Saf kültürlerin izolasyonu ve metabolizmaları ile ilgili araştırmalar; Fermentasyon teknolojisinin gelişimi; Penisilinin keşfi, Submers işleminin gelişimi, Restriksiyon enzimlerinin keşfi; Rekombine DNA teknolojisi. Tablo 1’de fermentasyon teknolojisinin tarihi gelişimi görülmektedir.

Tablo 1. Fermentasyon Teknolojisinin tarihi gelişimi

Zaman	Proses/ Ürün/ Keşif	Ülke/ Medeniyet
M.Ö. 3560 - 3530	Ekşi hamur ekmeği Ekşi hamur ekmeği	İsviçre Mezopotamya, Mısır
M.Ö. 3300	Fermente süt ürünleri (Peynir, Tereyağı, Yoğurt)	Irak
M.Ö. 3200		Sümerler, Babil,
M.Ö. 3000	Bira ve Laktik asit fermentasyonu ile elde edilmiş ürünler (Süt, Et, Balık, Sebze, Tahıl)	Akdeniz ülkeleri Akdeniz ülkeleri
M.Ö. 1500	Şarap	Avrupa
0		Fransa
14. Yüzyıl	Sirke (Şaraptan)	Hollanda
1680	Endüstriyel Sirke üretimi (Orleans)	İsveç
1780	Mikroorganizmaların görülmesi	
	Fermente süttten laktik asitin kimyasal olarak tanımlanması	Almanya
1818		Fransa
1857	Mayaların fermentasyon özellikleri	
	Laktik asit fermentasyonunu tanımlanması	İngiltere
1873	(Louis Pasteur)	
	İlk bakteriyel saf kültür: <i>Bacterium lactis</i>	
1879	(<i>Lactococcus lactis</i>) (Lister)	
	Asetik asit bakterilerinin keşfi (Hansen)	Danimarka, Almanya
1881	Mikrobiyolojik yolla laktik asitin üretimi	
	Peynir ve Sauermilch için starter kültür	
1890	izolasyonu ve çoğaltılması (Storch,	Almanya
1897	Kopenhag/ Weigman, Kiel)	
	Mayalardaki fermentasyon enzimlerinin belirlenmesi (Buchner)	Almanya
19. Yüzyıl sonu		
1914-1916	Atık su tesisi (Berlin)	
	Endüstriyel gıda ve yem maksatlı maya üretimi	

Fermente ürünlerin günümüzdeki durumu

Tablo 2’de bazı fermente ürün gruplarının coğrafi bölgelere göre üretimi görülmektedir. Bazı fermente ürünler bölgesel özellik gösterirken, sadece dünyanın belli coğrafyalarında üretilirken, bazıları dünya çapında üretilmektedirler.

Tablo 2. Bölgelere göre fermente gıdaların üretimleri

Ürün grubu	Örnekler	Bölgeler
Sütçülük	Peynir, Taze peynir, Yoğurt, Kefir	1. Avrupa, Kuzey Amerika, Yakındoğu 2. Afrika, Güneydoğu Asya
İçecekler	Bira, Sorgum birası, Şarap, Sake şarabı, Schaepse, Arak, Kahve, Kakao	Dünya çapında
Tahıl	Ekmek, Pastalar, Pape ketan, Kenkey, Injera, Ogi, Idli, Dosa	Dünya çapında
Et	Çiğ jambon, Çiğ salam, Kürlenmiş et	1. Avrupa, Kuzey Amerika 2. Hindistan, Yakındoğu
Balık	Balık sosu, Salamura balık	1. Doğu Asya, Güneydoğu Asya, Avrupa 2. Okyanusya, Kuzey Amerika
Baklagiller	Soya sosu, Miso	1. Hindistan, Güneydoğu Asya, Doğu Asya 2. Yakındoğu, Okyanusya
Bütün çeşitler	Mantar, Nata, Ragi, Sirke	Hindistan, Güneydoğu Asya
Niştalı Ürünler	Gari, Tape ketella, Poi, Bwiru	Afrika
Meyve ve Sebze	Turşular: Zeytin, Kimchi, Hum-Choy, Sauerkraut	Dünya çapında

Batı Avrupa pazarlarında bulunabilen bazı bitkisel fermente gıdalar ve bunların üretimlerinde yer alan fermentasyon mikroorganizmaları Tablo 3’de ve hayvansal fermente gıdalar ile bunların üretiminde kullanılan veya bulunan fermentasyon mikroorganizmaları Tablo 4’de görülmektedir. Söz konusu mikroorganizmaların bir kısmı saf kültür olarak ürünlerin fermentasyonunda kullanılırken, bazıları fermentasyona spontan olarak iştirak etmektedirler.

Tablo 3. Batı Avrupa pazarlarındaki bitkisel fermente gıdalar ve fermentasyon mikroorganizmaları.

Fermente ürün	Hammadde	Fermentasyon mikroorganizmaları
Alkollü içecekler		
Meyvelerden		
Şarap	Üzüm	Saccharomyces cerevisiae, Leuconostos oenos (Oenococcus oeni)
Meyve şarabı	Elma, vişne vb.	Saccharomyces cerevisiae
Sherry	Şarap	Saccharomyces cerevisiae
Şampanya	Şarap	Saccharomyces cerevisiae
Tahıllardan		
Alt fermentasyon birası	Malt	Saccharomyces cerevisiae,
Üst fermentasyon birası	Malt	Brettanomyces bruxellensis, Lactobacillus brevis
Kwass	Malt, Ekmek	Mayalar, Laktik asit bakterileri
Damıtık içkiler		
Brandy	Şarap	Saccharomyces cerevisiae
Meyve Brandy'leri	Kiraz, vişne, armut vb	Saccharomyces cerevisiae
Korn, Whisky	Tahıllar	Saccharomyces cerevisiae
Votka	Patates, Tahıllar	Saccharomyces cerevisiae
Topinamburbranntwein	Tatlı patates	Saccharomyces cerevisiae Kluyveromyces marxianus
Alkolsüz Fermente		
Gıdalar		
Sirke	Şarap, malt, etanol	Acetobacter aceti, A. pasteurianus, A.hansenii, Gluconobacter oxydans Leuconostoc mesenteroides,
Sauerkraut	Beyaz lahana	Lactobacillus plantarum, L. brevis Laktik asit bakterileri
Fasulye turşusu	Taze fasulye	Lactobacillus spp., Leuconostoc spp.,
Fermente zeytin	Zeytin	Pediococcus spp.
Sebze suları	Kırmızı pancar, Havuç, Lahana vb.	Lactococcus lactis, Lactobacillus casei, Lactobacillus bavaricus
Ekşi hamur	Çavdar ve buğday unu	Lactobacillus sanfransisco, Lactobacillus brevis, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus fructivorans, Lactobacillus fermentum, Torulopsis holmii, Saccharomyces cerevisiae, Pichia saitoi, Candida krusei Saccharomyces cerevisiae
Fırıncılık ürünleri	Buğday unu	Mayalar, Laktik asit bakterileri,
Kakao	Kakao baklaları	Asetik asit bakterileri, Bacillus'lar Enterobakterler, Laktik asit bakterileri, Mayalar
Kahve	Kahve baklaları	(Bitkisel enzimler)
Çay	Çay yaprakları	(Bitkisel enzimler)
Tütün	Tütün yaprakları	Aspergillus oryzae, Lactobacillus spp., Pediococcus spp.,
Soya sosu	Pirinç, Buğday, Soya fasulyesi	Zygosaccharomyces rouxii, Torulopsis spp.

Tablo 4. Batı Avrupa pazarlarındaki hayvansal fermente gıdalar ve fermentasyon mikroorganizmaları.

Fermente ürün	Hammadde	Fermentasyon mikroorganizmaları
Süt ürünleri		
Dickmilch	Süt	Lactococcus lactis ssp. cremoris, Lactococcus lactis ssp. diacetylactis, Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris
Yoğurt	Süt	Streptococcus salivarius ssp. thermophilus, Lactobacillus delbrückii ssp. bulgaricus
Ekşi krema	Krema	Lactococcus lactis ssp. lactis, Lactococcus lactis ssp. cremoris, Lactococcus lactis ssp. diacetylactis, Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris
Kefir	Süt	Candida kefir, Lactobacillus kefir, L. acidophilus, Lactococcus lactis
Taze peynir	Süt	Peynir kültürü veya Streptococcus salivarius ssp. thermophilus, Lactobacillus delbrückii ssp. bulgaricus
Limburger vb. peynirler (Rotschmierkaese)	Süt	Peynir kültürü, Brevibacterium linens
Küflü peynir (Rokfor ve Kamember)	Süt	Peynir kültürü, Penicillium caseicolum, P. camemberti, P. roqueforti
Emmental vb. peynirler	Süt	Streptococcus salivarius ssp. thermophilus, Lactobacillus helveticus, Propionibacterium freudenreichii
Et ve balık ürünleri		
Çiğ sucuk	Kırmızı et	Lactobacillus spp., Staphylococcus spp., Micrococcus varians
Çiğ jambon	Domuz eti	Vibrio costicola, Staphylococcus spp.
Anchosen	Uskumru, Sardalya	Vibrio costicola

1.1. Fermentasyon Teknolojisinin Çalışma alanları

1. Çeşitli gıda ve içkilerin üretimi: Zeytin işleme, yoğurt ve alkollü içkiler yapımı.
2. Fermentasyon metoduyla bir çok antibiyotikler elde edilmiştir.
3. Çeşitli organik asitler elde edilmektedir.
4. Gelişme maddeleri elde edilmektedir. Özellikle vitaminler; B grubu vitaminler fermentasyon metoduyla elde edilmektedir.
5. Çeşitli nükleik asitlerin üretimi yapılmaktadır.
6. Tek hücre proteini ve tek hücre yağı elde edilmektedir.
7. Çeşitli alkol ve ketonların üretilmektedir (metil, etil ve propil alkol, aseton).
8. Enzimlerin fermentasyonla elde edilmesi.

1.2. Fermentasyon Teknolojisinin Amaçları

1. Mikrobiyolojik yoldan yeni ürünlerin oluşturulması: Çeşitli alkollü içkiler burada zikredilebilir.

2. Bizzat mikroorganizmaları üreterek bunlardan çeşitli maddeler elde etmek. Maya elde edilmesinde, tek hücre proteini elde edilmesinde belirli bir ortamı vasıta olarak kullanmak.
 3. Şehir ve endüstri atık sularını mikrobiyolojik yolla arıtma.
 4. Biyolojik yoldan enerji üretmek (Biogaz).
- Gıda fermentasyon teknolojisini daha ziyade birinci ve ikinci amaçlar ilgilendirir. Bu derste birinci amaç konudur. İkinci amaç biyoteknolojinin konusudur.

1.3. İnsan Beslenmesinde Fermentasyonun Önemi

1. Aroma maddelerinin oluşumu ile insan diyetinin iyileştirilmesi ve/veya zenginleştirilmesi.
2. Gıdaların dayanıklı hale getirilmesi (Laktik asit, Alkol, Asetik asit ve alkali fermentasyonlar).
3. Biyolojik olarak protein, esansiyel amino asitler, esansiyel yağ asitleri ve vitaminler ile zenginleştirme.
4. Fermentasyon işlemi esnasında anti besleme (antinutritive) maddelerin parçalanması (detoksifikasyon).
5. Gıdanın sindiriminin iyileştirilmesi, hazırlama zamanının ve enerji ihtiyacının azaltılması.

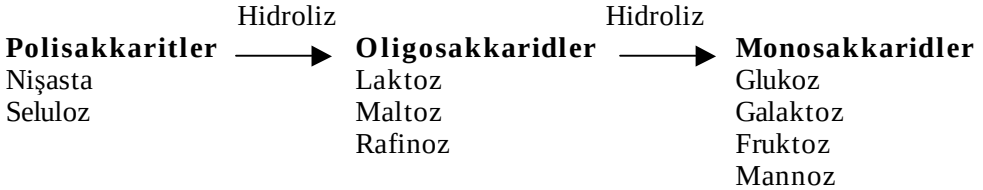
2. FERMENTASYON TEKNOLOJİSİNDE KULLANILAN HAMMADDELER VE BİLEŞİMİ

Fermentasyon teknolojisinde en önemli bileşikler karbonhidratlardır. Bunların yanında aroma maddeleri, vitaminler, organik asitlerin de önemi vardır. Bunlar karbonhidratların fermentasyonu ile meydana gelmektedirler. Fermentasyona uğrayan karbonhidratlar monosakkaridlerdir. Hammadde itibariyle fermentasyona uğrayacak monosakkarid mevcut olmayabilir. Mesela hububatta karbonhidratlar nişasta formundadır. Bunun önce asit ya da enzimle hidrolize olarak basit şekerlere dönüşmesi, sonra fermentasyona uğraması gerekir. Hiç bir polisakkarid fermentasyona uğramaz. Nişasta enzimler yardımıyla glukozu kadar parçalanır, sonra fermente olur.

2.1. Karbonhidratlar

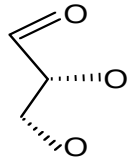
Karbonhidratlar C, H ve O'den kurulu organik bileşiklerdir. Bunlar bitki ve hayvan dokularında yaygın olarak bulunurlar. Enerji kaynağı olmaları yanında ayrı fonksiyonları da vardır.

Karbonhidratlar kimyasal olarak birden fazla OH grubu taşıyan polihidroksi alkollerin aldehit ve ketonlarıdır. $[CH_2O]_n$ genel formülü ile gösterilirler. Burada n; en az 3'dür. Bu formüle uyup da karbonhidrat olmayan maddeler olduğu gibi, karbonhidrat olup da bu formüle uymayan bileşikler de vardır.

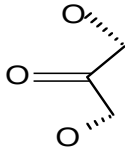


a. Monosakkaridler (Basit Şekerler)

Bir tek polihidroksi aldehit veya polihidroksi ketondan ibaret olup, çok değerli alkollerin birinci oksidasyon ürünleri olarak bilinirler ve daha basit şekerlere parçalanmazlar. Monosakkaridlere karbonil grubunu karakterize eden “aldoz” veya “ketoz” denir. C atomu sayısına göre “trioz”, “tetroz”, “pentoz” ve “heksozlar” olarak da sınıflandırılırlar.

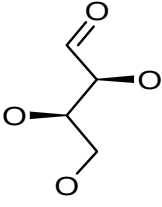


[D-GLISERALD]

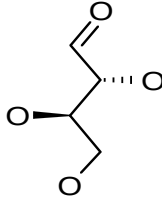


[DIHYDROXYACETON]
KETOTRIOSE

Şekil 1. Triozlar

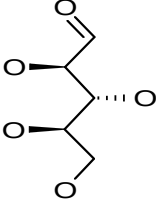


[DTHREO]

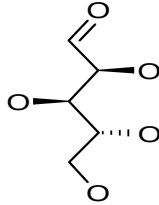


[DERYTH]

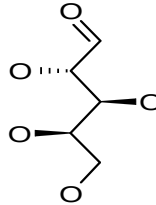
Şekil 2. Tetrozlar



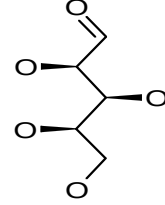
[DRIBOS]



[DARABI]

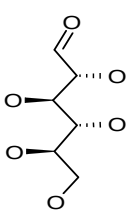


[DLYXOS]

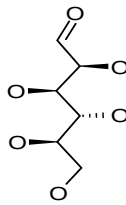


[DXYLOS]

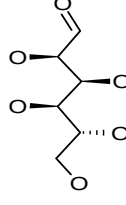
Şekil 3. Pentozlar.



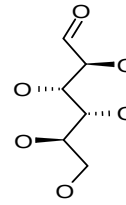
[DALLOS]



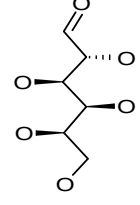
[DALTRO]



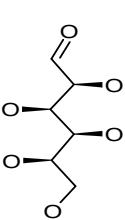
[DGLUCO]



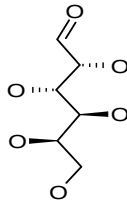
[DMANNO]



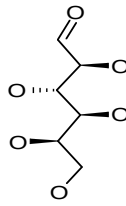
[DGULOS]



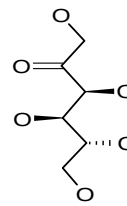
[DIDOSE]



[DGALAC]



[DTALOS]



[DFRUCT]

Şekil 4. Heksozlar.

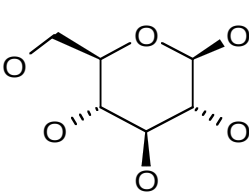
Bunlar içerisinde tabiatta en yaygın olarak bulunan D-Glukoz olup diğerleri bunun türevleridir. Tabiatta halka formunda (Pyran ve Furan halkaları) bulunurlar.

Özellikleri:

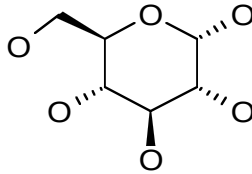
Fermentasyon teknolojisinde pentozların fazla önemleri yoktur. Eğer polimerize olup polisakkarid halini alırlarsa, ki bu yapıya pentozan denir, yine fermentasyona iştirak etmeyip aromatik özellikleri vardır. Fehling ayırıcını indirgeyerek furfural meydana getirirler. Heksozlardan glukoz ve fruktoz önemli olup fermente olabilir şekerler olarak adlandırılırlar. Mayalar tarafından kolaylıkla fermente edilebilirler. Heksozlar;

- Genellikle suda kolaylıkla çözünürler.
- Renksiz ve kokusuzdurlar.
- Yoğun alkol ve eterde erimezler.
- İhtiva ettikleri karbonil grubu ile çeşitli maddelerle reaksiyona girerler. Mesela reaksiyona girerek Cu^{+++} ı indirgerler.

$\text{Cu}^{+++} \xrightarrow{\text{Heksozlar}} \text{Cu}^{++}$ Bu özellikleri şeker tayininin esasını oluşturur.



[Beta D GLUCO]



[Alfa D GLUCO]

Şekil 5. α ve β Glukozlar.

Galaktoz genellikle sütte bulunur ve bazı özel mayalar tarafından fermente edilir. Mannoza hammaddelerde genellikle bulunmaz.

Hemen hemen bütün mayalarda glukoz ve fruktozu fermente edecek enzim bulunur. Fakat galaktozu fermente edecek özel mayalar vardır.

Glukoz bitkiler aleminde özellikle meyvelerde çok yaygın olarak bulunur. Polarize ışığı $+52,5^\circ$ çevirir. Üzümde bulunduğu için üzüm şekeri olarak da adlandırılır. Nişastanın hidrolizi ile elde etmek de mümkündür. Bu yüzden nişasta şekeri de denir. Bir çok polisakkaridin temel yapı taşıdır. Glukoza dekstroz da denir. Mayalar glukozdan hem alkol hem de asit üretebilirler.

Fruktoz polarize ışığı -93° çevirir. Levuloz da denir. Meyvelerde çok bulunduğu için meyve şekeri olarak da adlandırılır. Şeker pancarı, şeker kamışı ve yer elmasında bulunur. İnulin denilen polisakkaridin yapı taşı fruktozdur. Alkol ve asit fermentasyonuna uğrar.

Galaktoz sütte laktozun yapısında bulunur. Polarize ışığı $+83^\circ$ çevirir. Fermentasyon teknolojisinde her maya tarafından fermente edilemez.

b. Oligosakkaridler

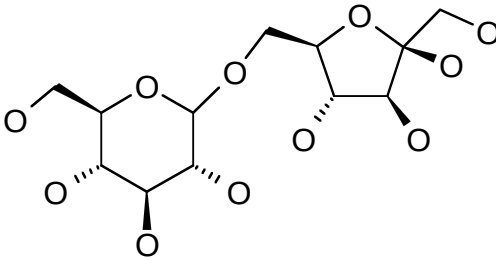
Birbirine glikozidik bağlarla bağlanmış 2-10 monosakkaridden müteşekkildir. Birleşme aktif şeker grupları arasında ise ortamda aktif şeker kalmadığı için indirgen özellik ortadan kalkar (Sakkaroz).

Sakkaroz sulu asit ve enzimlerle hidrolize edilirse eşit miktarda glukoz ve fruktoza parçalanır. Sakkaroz polarize ışığı $+66,5^\circ$ sağa çevirir. Hidrolize olduğu zaman meydana gelen fruktozun polarize ışığı çevirme derecesi $+93^\circ$ 'dir. Hidrolizasyondan sonra meydana gelen şekere invert şeker denir.

Balın tatlı olması arılarda bulunan invertaz enzimi ile sakkarozun invert şekere dönüşmesindendir.

Sakkarozun tatlılık derecesi 100 kabul edilirse;

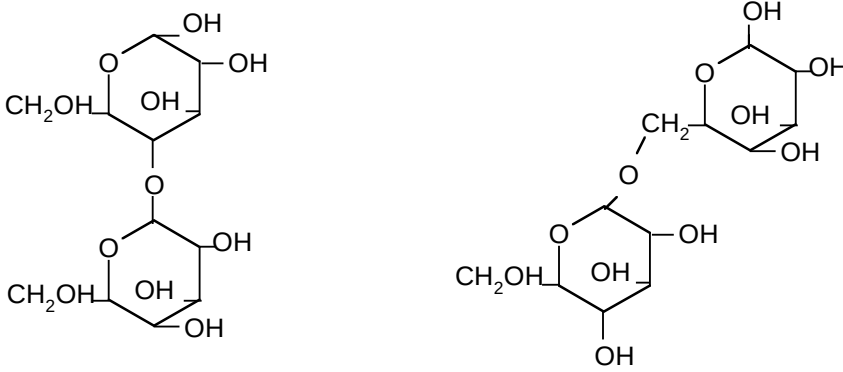
• Sakkaroz	100
• Fruktoz	173
• İnvert şeker	123
• Glukoz	74
• Maltoz	32
• Laktoz	16



Şekil 6. Sakkaroz.

Maltoz tabiatta serbest olarak bulunmayıp sadece maltta bulunur, polarize ışığı $+136^\circ$ çevirir. Tabiatta serbest olarak bulunmayıp nişastanın enzimlerle parçalanmasıyla meydana gelir. İspirto ve malt sanayiinde önemlidir. Maltoz hidrolize edilirse iki molekül glukozu ayrılır. İzomaltozun hidrolizi kolay değildir. Bütün disakkaridleri parçalayacak enzimler mevcuttur.

Laktoz: Sütte %4-6 civarında bulunur. Sanayide peynir altı suyundan elde edilir. Karbonil gruplarından biri serbest olup indirgendir. Polarize ışığı $+55^\circ$ çevirir. Laktoz bakteri ve mayalar tarafından fermente edilebilir (*Lactococcus lactis*, kefir mayası).



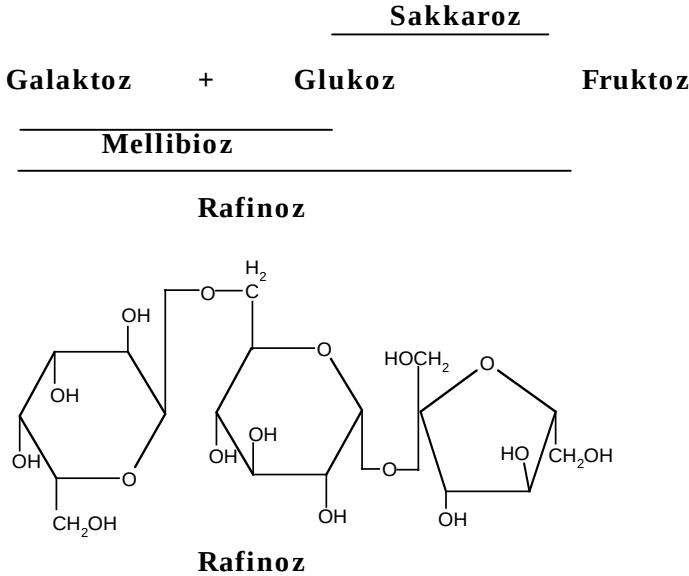
Şekil 7. Maltoz (α -1,4 diglucopyranase) ve isomaltose (α -1,6 diglucopyranase).

Mellibioz: Glukoz ve galaktozdan meydana gelmiştir. Fermentasyon teknolojisinde fazla önemi yoktur.

Rafinoz: Genel olarak şeker fabrikasyonunda ara ürün olarak elde edilir. Melasta %1 oranında bulunur. Fermentasyon teknolojisinde önemli bir trisakkariddir.

Rafinoz zayıf asitlerle hidrolize edilirse mellibioz ve fruktoza, kuvvetli asitlerle hidrolize edilirse üç monosakkaride parçalanır.

Üst fermentasyon mayalarında mellibiaz enzimi bulunmadığından 1/3 oranında fruktoz meydana gelir. Alt fermentasyon mayalarında sakkaraz ve mellibiaz enzimi bulunur ve fermentasyonda üç monosakkarid meydana gelir. Bu ispiro endüstrisinde önemli bir olaydır.



Şekil 8. Rafinoz.

c. Polisakkaridler

Polisakkaridler, n molekül monosakkaridden n molekül suyun çıkarılmasıyla elde edilen monosakkaridlerin polimerleridir. Bunlar çoğu kere meydana geldikleri polisakkaridlere parçalanırlar. Amorf haldedirler, suda erimezler. Bitkiler aleminde depo ve iskelet maddesi olarak bulunurlar.



Pentoz polisakkaridleri:

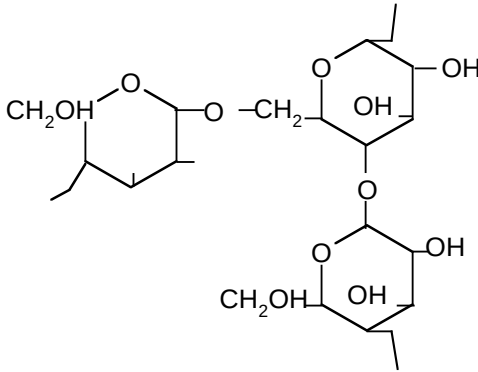
Xylan ve D-Xylose pentozlarından oluşmuştur. Bunlar daha ziyade yapı maddesi olarak bitkilerde bulunurlar. Xylan odun, mısır koçanı ve yulaf kabuğunda bulunmaktadır. Araban bitkisel zamlık ve bitki öz suyunda bulunur.

Heksoz polisakkaridler (Nişasta, glikojen, inülin):

Bunlar depo maddesi olarak bulunmaktadır. Nişasta ve glikojen glukoz ünitelerinden, inülin daha ziyade fruktozdan meydana gelmiştir.

Selüloz ve kitin iskelet maddesi olarak, mannan ve galaktan hem depo hem de iskelet maddesi olarak bulunurlar.

Nişasta: Kimyasal olarak α -D- glucopyranase moleküllerinin α -1,4 ve α -1,6 glikozidik bağlarıyla meydana gelen bir polimerdir.



Şekil 9. Nişasta molekülü.

Nişasta molekülü iki tip polimerden meydana gelmiştir.

- Amiloz : Nişastanın iç kısmını teşkil eder.
- Amilopektin : Nişastanın dış kısmını teşkil eder.

Nişastanın amiloz kısmı α -1,4 glikozidik bağlardan oluşmuş düz zincir halinde olup suda erir. Amilopektin kısmı ise dallanmış bir yapı arz edip (α -1,6 bağları) suda erimez. Her 20-25 glukoz molekülünün düz zincir şeklinde bağlanmasından sonra bir α -1,6 bağlanma görülür. Nişastanın %20'si amilozdan, %80'i amilopektinden meydana gelir. Amiloz uzunluğu 100'den

4000-5000 glukoz ünitesine kadar değişir. Amilopektinin uzunluğu 2000'den milyarlara varan glukoz ünitesine kadar değişir.

Amiloz ve amilopetin serbest karbonil grubu olmayıp indirgen değildirler. Nişasta molekülü yapısında çok sayıda OH grubu bulunmasından dolayı higroskopiktir. Nişastanın %35'i amiloz geri kalanı amilopektindir. Amilopektin suda çözünmeyip suspanse olur. Kuvvetli asit ve bazlarla hidrolize oldukları gibi gıda endüstrisinde α -amiloz bu iş için kullanılır. α -Amilaz enzimi düz zincir şeklindeki amilozu parçalarken zincirin gelişigüzel noktalarındaki bağları parçalayarak dekstrinleri meydana getirir. Amilopektin üzerindeki etkisi de aynı şekilde olup, α -1,6 bağlarını atlayarak α -1,4 bağlarını parçalamaya devam eder. Parçalanma neticesi büyük moleküllü sınır dekstrinleri ile maltoz meydana gelir.

β -Amilaz amilozu indirgen olmayan ucundan 2 glukoz ünitesinden ibaret parçalara ayırır. Böylece maltoz ünitesi meydana gelir. Amilopektin molekülünün indirgen olmayan uçlarından ikiye ikiye parçalamaya devam eder. Ancak α -1,6 bağına gelince etkisi inhibe olur. α -1,6 bağlarının etrafında limit dekstrinler meydana gelebilir.

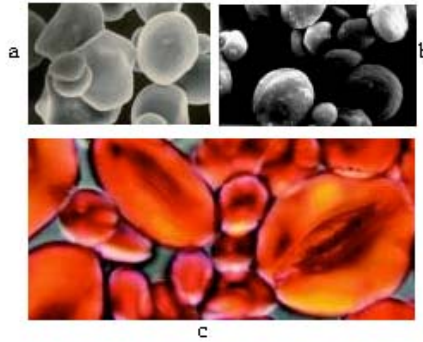
Nişastadan glukoz elde edebilmek için mutlaka maltoza kadar parçalamak gerekir. Bu α ve β amilazın birlikte reaksiyonu ile gayet iyi olur. α ve β amilazın birlikte faaliyetleri sonucu %80 maltoz, %20 destrin meydana gelir. Nişastanın gerek asitler gerekse enzimlerle parçalanması sonucu ;

“Nişasta --- Amilodekstrin --- Eritrodekstrin --- Akrodekstrin --- Maltodekstrin --- Maltoz”
meydana gelir.

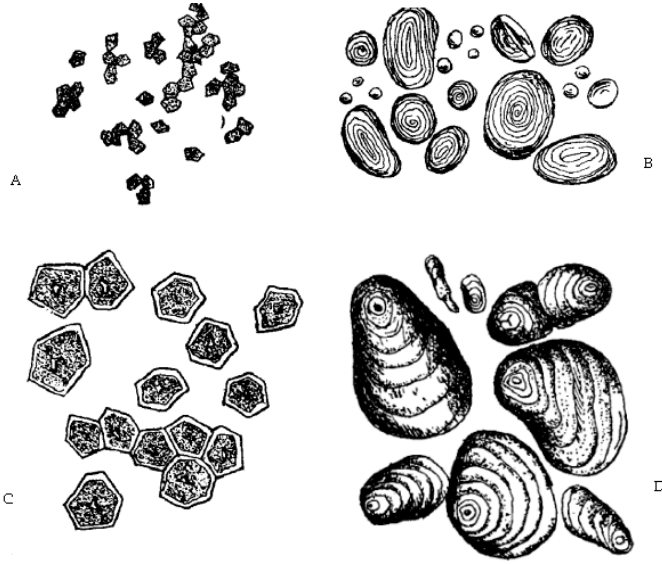
Enzimatik parçalanmayı iyotla takip etmek mümkündür. Nişasta iyotla koyu mavi, amilodekstrin menekşe, eritrodekstrin kırmızı renk verir. Akrodekstrin renk vermez. Fermentasyon teknolojisinde enzimatik parçalanma çok önemlidir.

Patates nişastası 50-60 μ m büyüklüğünde eksantrik şeklinde, buğday nişastası 30-40 μ m olup yuvarlaktır. Nişasta suda erimeyip 55°C'nin üzerinde su alıp şişer, çirşenir.

Patates nişastası; 65°C, Mısır nişastası; 75°C, Buğday nişastası; 85°C'de çirşenir. Çirşenme fermentasyon teknolojisinde önemlidir. Nişasta çirşenmeden enzimlerin etki etmesi oldukça zordur.



Şekil 10a. Çeşitli nişasta molekülleri. a) Mısır b) Buğday c) Patates



Şekil 10b. Çeşitli nişasta molekülleri. A) Pirinç B) Buğday C) Mısır D) Patates

Selüloz ($C_6H_{10}O_5$)_n glukoz moleküllerinin β -1,4 glikozidik bağlarla bağlanmasıyla oluşmuştur. Düz zincir halindedir. İnsan midesinde β -1,4 bağlarını parçalayacak enzim bulunmaz. Selüloz, inülin, lignin ve kitinle birlikte bulunur. Pamuk lifi saf selülozdur. Asitlerle hidrolize olur. HNO_3 ile nitroselüloz (patlayıcı) elde edilir. Selülozasetat fotoğrafçılıkta kullanılır.

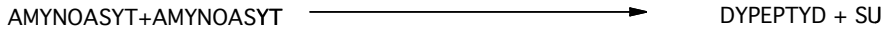
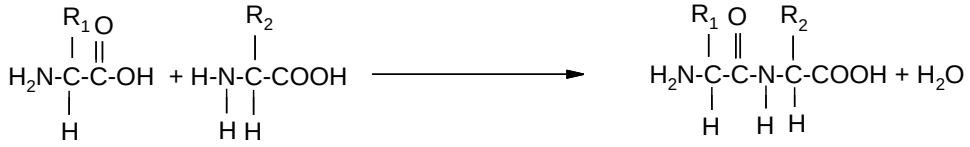
İnulin fruktoz moleküllerinden oluşmuş olup tabii olarak yer elmasında bulunur.

Glikojen α -glukozdan oluşmuş olup çok dallıdır. Çok dallı olduğundan amilopektin de denir. İyotla kırmızı renk verir.

2.2. Proteinler

Proteinler nisbi olarak çok yüksek molekül ağırlığına sahip organik maddelerdir. Tüm proteinlerin yapı taşları amino asitlerdir. Bazı proteinler ayrıca protein olmayan bileşikler de içerirler. Bunlar **prostetik grup** olarak ifade edilirler. Böyle proteinler literatürde proteidler olarak tanınmışlardır. Yalnız amino asitlerden oluşmuş olanlar protein olarak ifade edilmişlerdir. Protein kelimesi yumurta akı maddelerinin toplam grubu için sinonim olarak kullanılmaktadır. Kuvvetli asit ve proteolitik enzimlerle hidrolize edildiklerinde aminoasitlere kadar parçalanırlar.

Amino asitler birbiriyle reaksiyona girerler. Birleşme asid amid bağı üzerinde, peptid bağları olarak ifade edilen (-CO-NH) bağlarda meydana gelir. Eğer iki -amino asit birleşirse reaksiyon ürünü bir dipeptiddir.

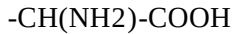


Üç amino asit birleşirse reaksiyon ürünü olarak bir tripeptid meydana gelir. Bu prensibin ilerletilmesiyle; oligopeptidler, polipeptidler, makropeptidler (peptonlar) meydana gelir (Tablo 5). Polipeptid zincirleri protein molekülünün bel kemiğini teşkil ederler.

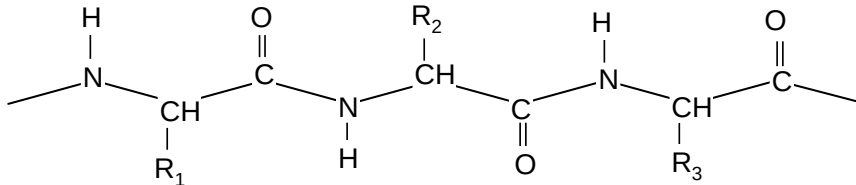
Tablo 5. Proteinlerin Yapısı

Proteinlerin Yapı Dereceleri	Amino Asit Molekül Sayısı
Dipeptidler	2
Tripeptidler	3
Tetrapeptidler	4
Oligopeptidler	5-10
Polipeptidler	11-100
Makropeptidler (peptonlar)	100'ün üzerinde

Bir peptid zinciri, amino asit gruplaşmasının tekrarlanan bağları ile meydana gelir.



Amino asit molekülünün kalıntıları, aşağıda görüldüğü gibi yan zincirleri oluştururlar.



Yan zincirler her bir proteinin özelliklerini önemli ölçüde belirler. Benzer deyimlerin bulunduğu karbonhidratların aksine olarak, Tablo 5'de gösterilen gruplar, hiç bir şekilde müstakil olarak gıda maddesi bileşeni değildir, aksine proteinlerin yapısında sınırlanabilen basamaklardır.

Özet olarak şunu söyleyebiliriz; basit proteinler yalnız esas yapı taşları olan amino asitlerinden oluşmaktadır. Amino asitlerin birleşmeleri, biuret

reaksiyonu ile ispatlanabilen, tipik peptid bağları üzerinden meydana gelmektedir (bazik ortamda bakır sülfat ile ısıtıldığında menekşe renkli bileşiklere dönüşür, bu reaksiyona biuret reaksiyonu denir). Alkali protein çözeltisi 1-2 damla seyreltik bakır sülfat (% 2) çözeltisi ile karışırsa, kırmızı menekşe rengi oluşur. Tüm proteinler bu reaksiyonu gösterirler.

Basit proteinler; albuminler, globulinler, prolaminler (gliadinler), glutelinler, skleroproteinler, histonlar, protaminler şeklinde gruplara ayrılırlar. Basit proteinlerin yanında yumurta akının dışında yabancı madde içeren (prostetik grup) proteinler de vardır. Prostetik grup olarak inorganik asitler, karbonhidratlar, renk maddeleri vb. ortaya çıkabilir. Prostetik grubun cinsine göre birleşik proteinler sınıflandırılabilir: Fosfoproteidler, nükleoproteidler, glikoproteidler, kromoproteidler vb. Proteinler, makro moleküllerden meydana gelir ve bundan dolayı da nisbi olarak yüksek molekül ağırlığına sahiptirler (Tablo 6). Proteinler molekül ağırlığı 12.000 den büyük polipeptidlerdir.

Tablo 6. Bazı Proteinlerin Molekül Ağırlıkları

Proteinler	Molekül Ağırlıkları
İnsülin	6 000
Laktoalbumin	17 400
Tripsin	24 000
Pepsin	35 500
Ribonükleaz	12 700
Yumurta albumini	44 000
Serum albumin (sığır)	68 900
-Laktoglobulin (sığır)	35 000
Hemoglobin (insan)	64 000
Katalaz	250 000
Üreaz	480 000
Miyosin	620 000

Bugüne kadar tanınmış amino asitlerin sayılarının karşılaştırılmasından ve polipeptid moleküllerin yapısına iştirak eden amino asit molekülleri kalıntılarından görülür ki; protein molekülü içinde belirli amino asit molekülleri mükerrer olarak bulunmak durumundadır. Bir protein molekülünün strüktürü için amino asit moleküllerinin sayısı yanında, bunların dizilişi, yani birbirleriyle bağlantısı de önemlidir.

Önemli Proteinler ve Bazı Özellikleri

Basit Proteinler

Belirli amino asitlerden meydana gelmiş ve bununla bazı özellikler kazanmış önemli protein grupları Tablo 7’ de gösterilmiştir.

Tablo 7. Basit Proteinlerin Sınıflandırılması

Protein Grubu	Bulunduğu Yer	Aminoasit Yapısı	Özellikleri
Globulinler	Kan (fibrinojen) kas eti (miyosin) süt (laktoglobulin) yumurta (ovaglobin) baklagiller	Mono amino dikarboksilli amino asitleri fazla	Saf suda çözünmezler hafif asit karakterde seyreltik nötr tuzlarda kolay çözünür. Albuminlerden kolay ayrılabilirler.
Albuminler	Kan (serum albumini) süt (laktoalbumin) yumurta (ovalbumin) bitki tohumları	Çok az glikokol içerirler, kükürt içeren amino asitlerce zengindir.	Saf suda kolloidal olarak çözünürler, globulinden nisbi olarak daha düşük molekül ağırlığındadır.
Prolaminler (Gliadinler)	Yalnız bitkisel gıdalar da buğday, çavdar (gliadin), arpa (hordein), mısır (zein)	Prolin ve glutamik asitce zengin, lisin hemen hemen hiç yoktur. Arginin ve histidin çok az mevcuttur.	% 50-80 etil alkolde çözünür, biyolojik olarak düşük değerli proteindir.
Glutelinler	Hububat danelerinde, buğday (Glutenin)	Lisin ve triptofan içerir.	Seyreltik asitlerde ve bazlarda çözünür, prolaminler ile birlikte yapışkan proteinleri

			meydana getirirler. Prolaminlerin biyolojik değerliğini yükseltir.
Skleroproteinler (İskelet proteini)	Kollojenler (bağ doku, sinirler, kemikler, kıkırdak, kılçıklar)	Glikokol, prolin, hidroksiprolin ve arginine zengin, triptofan ve trosin eksik.	Isıtılmış ve asitlendirilmiş suda ortaya çıkar. Tutkalımsı maddelerdir. (Jelatinler). Yalnız belirli enzimler tarafından etkilenirler. Biyolojik olarak düşük değerlidir.
	Keratinler (saç, yün, turnak, tüy, boynuz)	Sistince zengin (kükürt içerir)	Hiçbir çözücü maddelerde çözünmez, enzimatik olarak parçalanamaz.

Bileşik Proteinler

Bileşik proteinler tabiatta basit proteinlerden daha yaygındır. Bunların sınıflandırılması tuz cinsinden olan prostetik gruplarına göre yapılır (Tablo 8). Bileşik proteinler, bir protein molekülünün protein olmayan başka bir moleküle bağlanmasıyla oluşmuşlardır.

Tablo 8. Bileşik Proteinlerin Sınıflandırılması.

Protein Grubu	Bulunduğu Yer	Prostetik Grup	Özellikleri ve Önemi
Fosfoproteidler	Süt (kazein) Yumurta (ovavitellin)	Fosforik asit	Asit reaksiyon gösterir; suda çözünmez; sütte kazein çözünür. Kalsiyum tuzu olarak bulunur.
Nükleoproteidler	Hücre çekirdeği Hücre plazması	Nükleik asitler, baz olarak etki gösteren gören pirimidin veya purin türevleri	Hafif asit reaksiyon gösterir, fizyolojik olarak en önemlisi adenosin tri fosfat (ATP) olarak isimlendirilir, et ekstraktlarında önemlidir.
Glikoproteidler	Deri, kıkırdak, kemik, bağ doku, kan, mide suyu, tükürük.	Karbonhidrat kompenantları (aminoglikoz veya aminogalaktoz)	Sümüksü maddelerdir. Kimyasal, fiziksel ve bakteriyolojik etkilere karşı koyucu kılıf teşkil eder (örneğin, mideyi karakteristik sindirime karşı koruma).
Kromoproteidler	Kan (hemoglobin)kas	Kırmızı boya kompenentleri	Fe'ce zengin soluk alma-verme regule eder.
	Adale eti (miyogloblin)	Kırmızı boya kompanantleri	Fe'ce zengin ete tipik rengini verir. Pıhtılaşır ve ısıtmada beyazlaşır.
	İstakoz, yengeç, karaciğer, balina, bazı balık kas etinde (Astaksantin)	Kahverengi boya kompenentleri	Pişme sırasında kırmızı renk alır.
	Yeşil bitki kısımları (Klorofil)	Yeşil renk kompenentleri	Mg'ca zengin; fotosentezi sağlar

Proteinlerin fermentasyon teknolojisinde önemi: Proteinler özellikle mikroorganizmaların beslenmesinde, ortamda fizikokimyasal ve biyolojik olayların cereyanında önemlidirler.

Mayalar ortamda çözünebilecek veya hücre zarından geçebilecek N'lu bileşiklerden istifade edebilirler. Proteinini direkt kullanamazlar.

Biranın stabilitesi, kalitesi ve köpüklenmesinde etkili olup fazla olması arzu edilmez. Fakat belli miktarda proteine ihtiyaç vardır. Tanenlerle bileşip bulanıklığı giderirler. Koyu tip biraların yapımında proteinli çeşitler arzu edilir.

2.3. Enzimler

Enzimler canlı hücreler tarafından oluşturulan ve kimyasal reaksiyonları spesifik olarak katalizleme kabiliyeti olan protein yapısındaki maddelerdir. Bitki, hayvan ve mikroorganizmaların canlı hücreleri tarafından oluşturulan enzimler hücrelerdeki fonksiyonlarının yanında (*in vivo*) hücre dışında da (*in vitro*) aktivite gösterirler.

Bir canlıdaki parçalanma ve yapım (sentez) reaksiyonlarının tümü enzimlerin katalitik aktiviteleri ve yöntemleriyle gerçekleştirilir. Bu tanıma göre enzimler canlılığın oluşumu ve devamı için elzem olan maddelerdir. Canlı dışında da aktivitelerini göstermeleri enzimlerin önemini bir kat daha arttırmaktadır.

Enzimler bu özellikleriyle günlük yaşantımızda önemli rolü olan maddeler haline gelmiştir. Günümüzde enzimlerden gıda, ilaç ve kimya endüstrisinde, dericilik boya ve temizlik maddeleri üretimi gibi özel konularda, biyoloji ve biyoteknoloji bilim dallarında, tıp, tarım ve veterinerlik alanlarında yaygın olarak faydalanılmaktadır.

Enzim terimi ilk defa Künhe tarafından 1878 yılında ortaya atılmıştır. Bu terim Latince'deki “En” ve “Zyme” kelimelerinin bir araya getirilmesiyle oluşmuştur. En ve Zyme kelimelerinin Türkçe karşılığı “içinde” ve “maya” olup en-zyme kelimesi maya içinde veya mayadaki madde olarak tercüme edilebilir.

Yaptıkları iş, etkileri ve rolleri bakımından anorganik kimyadaki katalizatörlere benzeterek biokatalizatör de denir. Çok az miktarları tahayyül edilemeyecek büyük işler yaparlar. Tablo 9’da önemli bazı koenzimler ve fonksiyonları görülmektedir.

Tablo 9. Çeşitli koenzimler ve fonksiyonları.

Koenzim	Katalitik aktiviteye katıldığı bazı enzimler	Kaynaklandığı vitamin	Yapısındaki temel öğeler	Fonksiyonu (Transfer ettiği atom veya grup)
NAD ⁺	Oksidoredüktazlar (Gliseraldehit 3-P dehidrogenaz, pirüvik ve malik dehidrogenazlar)	Niasin	Fosfat, Riboz, Adenin	2H
NADP ⁺	Oksidoredüktazlar (Glukoz 6-P dehidrogenaz, izositrat dehidrogenaz, 6-fosfoglukonat dehidrogenaz)	Niasin	Fosfat, Riboz, Adenin	2H
FMN	Oksidoredüktazlar (Sitokrom c redüktaz, L-aminoasit oksidaz)	Riboflavin (B ₂ vitamini)	Fosfat, riboz	2H
FAD	Oksidoredüktazlar (Süksinik dehidrogenaz, ksantin oksidaz, D-amino asit oksidaz, glukoz oksidaz)	Riboflavin	Fosfat, Riboz, Adenin	2H
CoA	Transferazlar (Sitrat sentetaz)	Pantotenik asit	Fosfat, Riboz, Adenin	Açıl veya asetil (CH ₃ , CO) grubu
TPP	Transferazlar ve ligazlar (glutamik oksaloasetik transaminaz)	Tiamin (B ₁ vitamini)	Fosfat	Aldehit grubu
PAL (Pridoksal fosfat)	Transferazlar ve ligazlar (Piruvat dekarboksilaz)	Pridoksin (B ₆ vitamini)	Fosfat	- CH ₂ OH veya NH ₂ grubu
S-Adenozil metiyonin	Transferazlar	-	Riboz, adenin	- CH ₃
ATP	Ligazlar	-	Fosfat, Riboz, Adenin	H ₃ PO ₄ veya AMP ⁺²
UTP	Ligazlar	-	Fosfat, Riboz, Uridin	Şeker
CTP	Ligazlar	-	Fosfat, Riboz, Sitidin	Fosforil kolin vb.
UTP	İzomerazlar	-	Fosfat, Riboz, Uridin	Şeker izomerizasyonu
PAL	İzomerazlar	Pridoksin	Fosfat	a- amino asitlerin rasemizasyonu
NAD	İzomerazlar	Niasin	Fosfat,	Şeker

Biotin	Karboksilaz ve transaminazlar (Asetil CoA karboksilaz; metil malonil oksaloasetik asit transaminaz)	Biotin	Riboz, Adenin	izomerizasyonu
CoF (Tetrahidro folik asit)	Transformilaz	-	Folik asit	CO ₂ fiksasyonu ve transferi
				Metil, metilen ve formil grubu transferi

Enzim; canlı hücreler tarafından meydana getirilen, fakat faaliyetleri bakımından hücreye bağlı olmayan, protein tabiatında, kolloidal yapıda, kompleks organik katalizatörlerdir. Esas itibariyle iki kısımdan ibarettir.

- Büyük moleküllu taşıyıcı vazifesi gören protein tabiatında apoenzim.
- Küçük moleküllu basit yapıda koenzim. Bu kısma prostetik grup da denir. Bazı enzimlerde prostetik grup yerine metal iyonları bulunabilir. Bu durumda koenzime kofaktör denir (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺).

Apoenzim kısmı sıcaklığa karşı hassastır. Prostetik grup ise dayanıklıdır. Apoenzim ve prostetik grup aynı anda bulunduğu takdirde enzim vazifesi görür.

2.3.1. Önemli enzim grupları

Bu güne kadar 3000 civarında enzim tanımlanmıştır. Etkilenen reaksiyon tipine bağlı olarak enzimler 6 gruba ayrılabilir. Bu grupların her biri çok sayıda alt gruplara ayrılırlar (Tablo 10).

Tablo 10. Enzimlerin sınıflandırılması.

Enzim Grupları	Örnekler
1.Hidrolazlar	Esterazlar Glikozidazlar Peptidazlar
2.Liyazlar	Lipaz, Fosfataz, Amilaz, Emulsin, Pepsin, Tripsin
3. Transferazlar	Piruvat, Dekarboksilaz, Fumaraz
4. İzomerazlar	C-C Liyazlar, C-O Liyazlar C-N Liyazlar Diğer Liyazlar
5. Oksidoredüktazlar	Transfosfatazlar=Kinazlar Transasetilazlar Transaminaz Transmetilaz
6. Ligazlar “Sentetazlar”	Hexokinaz Kolinasetilaz Alanin-Oxalacetat Tranaminaz
	Rasemazlar ve epimerazlar Cis-trans izomerazlar İntramoleküler transferazlar Diğer izomerazlar
	CH-OH grubunu etkileyenler CH=O grubunu etkileyenler CH-NH grubunu etkileyenler
	Alkoldehidrogenaz Ksantinoksidaz Aminoasitoksidazlar
	C-O bağıını oluşturanlar C-S bağıını oluşturanlar C-C bağıını oluşturanlar C-N bağıını oluşturanlar
	Karboksilazlar Peptidsentetazlar

1. Oksidoredüktazlar; substratların oksidasyonu veya redüksiyonunu kataliz eder.
2. Transferazlar; Bir kimyasal grubun (metil, amin, fosfat v.s. grubu) bir molekülden diğerine transferini katalizler.
3. Hidrolazlar; Substratın hidrolitik olarak (su katılmasıyla) parçalanmasını sağlarlar.
4. Liyazlar; İki bileşiğin yeni bir bileşik verme reaksiyonunu veya tersini katalize ederler.
5. İzomerazlar; Bir molekülde atomların yeniden düzenlenmesini kataliz eder.
6. Ligazlar; Moleküler bağlantılarda bağlı grupların serbest bırakılması (ATP'nin ADP'ye dönüşümü)

2.3.2. Enzimlerin Genel Özellikleri

1. Çok az miktarda enzim fazla miktarda iş görür.
2. Her enzimin etkilediği bir madde veya madde grubu vardır.
3. İsimlendirilmeleri substratın isminin sonuna -ase (az) eki getirilerek yapılır.
4. Enzim faaliyeti pH, sıcaklık, substrat ve enzim konsantrasyonuna, ortamdaki su miktarına bağlıdır.

2.4. Mineral Maddeler

Ham maddelerin bileşiminde bulunan mineral maddeler, ham maddelerin işlenmesi ve fermentasyon sırasında büyük rol oynarlar. Bu maddeler bir taraftan mikroorganizmalar için besin maddesi vazifesini görürler, diğer taraftan organik ve anorganik tuzlar olarak ortamda reaksiyonu düzenlerler (Buffer sistemler). Birada veya ispirotculukta kullanılan sularda erimiş halde bulunurlar ki, özellikle biracılıkta bu tuzların şekli ve miktarları rol oynar.

Mineral maddelerin mikroorganizmaların beslenmesindeki rolü önemlidir. Mikroorganizmalar gelişme ve çalışmaları için mineral maddelere ihtiyaç duyarlar, bu maddeler olmadıkça gelişemezler.

Maya, metabolizması için özellikle potasyum, magnezyum ve fosforik aside muhtaçtır. Aynı zamanda kalsiyum, sodyum, demir, kükürt v.s.de bulunmalıdır. Bakterilerle küf mantarlarının da madensel maddelere karşı durumları aynıdır. Fermentasyon teknolojisi ham maddelerinden gerek üzüm ve meyve şıralarında ve gerekse nişastalı ham maddelerde normal hallerde mayanın ihtiyacı kadar mineral madde bulunmaktadır. Ancak bazı hallerde ham maddeye mineral maddeler katmak gerekir. Meselâ önemli bir ispiroto ham maddesi olan melasa ve ispirotodan sirke yapılırken ispirotoya mineral madde katılır. Melasta fosforik asit eksiktir dolayısıyla melasa fosfat ve amonyum tuzları katılır. İspiroto sirkeçiliğinde ise, yalnız ispirotonun sulandırılmasında kullanılan sudan geçen mineral maddeler bulunabildiği için ispirotoya sirke bakterilerinin gelişmesini sağlayacak kadar mineral maddeler katılır.

Diğer taraftan mineral maddelerin işlenmiş maddede bulunmaları da bir bakımdan önem kazanır. Meselâ bira, şarap ve sirkede bulunan mineral maddeler, besin maddesi olarak rol oynarlar ve vücut bunlardan faydalanır.

2.5. Vitaminler

Enzim ve hormonların aksine olarak; insan ve hayvan organizmalarında teşekkül etmeyen ve yalnız alınan sebze ve meyve gibi besin maddeleriyle sağlanan vitaminler, vücuttaki kimyasal olayların normal bir şekilde akışında son derece önemli rol oynarlar; eksiklikleri halinde de eksik olan vitamine göre bazı spesifik hastalıklar baş gösterir. Birçok vitaminler Ko-enzimin birer unsurudurlar.

Vitaminlerin etki şekli enzimlere benzer. Bunlar kimyasal reaksiyonlar yaptıkları gibi aynı zamanda katalitik etki de yaparlar. Önceleri, vitaminlerin yalnız aminlerden ibaret olduğu kabul edildiğinden dolayı Vitamin adı verilmişti (Vita lâtince= hayat). Fakat sonraları anlaşılmıştır ki, vitaminlerden bazılarında nitrojen bulunmamaktadır. Yine başlangıçta vitaminler alfabe sırasıyla adlandırılmakta idi. Fakat bunların bileşimleri tesbit edildikçe harf yerine birçokları kimya isimleriyle adlandırılmışlardır.

Arpada bir çok vitamin bulunmaktadır. Çimlenme sırasında bazılarının miktarları artar. Fermentasyon sırasında maya bira şırasından B₁ alırsa da buna karşılık biraya B₂ ile nikotinik asit verir. Özellikle bira mayaları B vitamin kompleksi bakımından çok zengindir.

2.6. Asitler

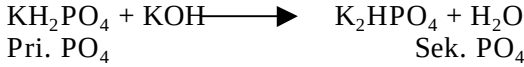
Esasında ortamın pH'sı ile ilgili olan maddelerdir. Fermentasyon teknolojisinde Esasında ortamın pH'sı ile ilgili olan maddelerdir. Fermentasyon teknolojisinde en önemli asitler organik asitler olup bunlar başlıca tartarik asit, malik asit, sitrik asit, laktik asit, süksinik asit ve oksalik asit ile organik asit sayılabilecek tanendir. Ayrıca karbonik asit ve kükürt dioksit de diğer asitlerdir. Fermentasyon teknolojisinde en fazla tartarik, malik, süksinik, laktik ve asetik asitler meydana gelirler ve önemlidirler.

Ortamdaki asitlik pH ile ifade edilir. Mikroorganizma faaliyetini etkileyen en önemli faktörlerden birisi pH'dır. Bu bakımdan gıdaların asitliği önemlidir. Ortamın asitliği;

1. Potansiyel (genel) asitlik: Ortamda dissosiyeye olmamış asitlerin toplamıdır. Asit reaksiyonundaki bir çözeltinin nötr hale gelmesine kadar sarf edilen normalitesi belli bir alkali miktarı genel asitlik veya titrasyon asitliği olarak bilinir. Titrasyonla aktif H iyonlarının miktarını tespit etmek mümkün değildir. Dolayısıyla titrasyon asitliği asidite derecesi için ölçü olamaz. Bunun tersi, OH iyonları konsantrasyonu, yani aktif bazlık miktarı bakımından ölçü olamaz. Bununla birlikte pratikte potansiyel asitlik bir fikir vermesi bakımından tayin edilir.

2. Aktüel asitlik: Ortamda dissosiyeye olmuş asidi ifade eder ve asidin kuvveti ile ilgilidir. Ortamdaki serbest H^+ iyonları konsantrasyonunun bir ölçüsüdür. pH metre veya iyonometre denilen cihazlarla ölçülür.

Mikrobiyolojik olaylarda önemli olan aktüel asitliktir. İstisnaları bulunmakla beraber mayalar 3,5-5,0 pH'da, bakteriler nötr veya alkali ortamda faaliyet gösterirler. Bütün enzimler genel olarak pH 4,0-6,0 aralığında aktiftirler. Fermentasyonda pH'nın değişmemesi gerekir. Bu, tampon maddelerle mümkündür. Hububatta bulunan primer ve sekonder fosfatlar buna örnektir.



Primer fosfat alkalilerle birleşerek daha az dissosiyeye olan sekonder fosfata dönüşerek ortamın asitliğinin sabit kalmasını sağlar. Sekonder fosfat ise asitlerle birleşerek primer fosfata dönüşerek aynı işi yapar.



Asitlerin fermentasyon teknolojisindeki önemi ve rolleri

Fizyolojik ve biyolojik olaylar daima belli reaksiyon sınırları içinde cereyan ettikleri gibi kimyasal ve fizikokimyasal olaylarda da ortamın reaksiyonu büyük rol oynar. Fermentasyon teknolojisinde esas rol oynayan biyolojik olaylarda asitlerin, daha doğrusu hidrojen iyonları konsantrasyonunun (pH) oynadığı rol son derece önemlidir. Çünkü mikroorganizmaların etkili oldukları bütün fermentasyon olaylarında ortamda reaksiyon sınırlarının, yani pH derecesinin büyük etkisi olduğu gibi, aynı zamanda mikroorganizmalarla ilgili olmayan enzim faaliyetleri de belli pH sınırları içinde cereyan eder.

Mikroorganizmaların gelişmesi, çoğalması ve faaliyetleri için belli bir asitlik derecesine ihtiyaç olduğu gibi bu asitlik durumu fermentasyon olayları üzerinde ayarlayıcı bir etki de yapar ve fermentasyonun normal cereyan etmesinde büyük rol oynar. Mesela alkol fermentasyonunu yapan mayalar, asit-ortamda ve elverişli bir hidrojen konsantrasyonunda çalışırlar. Oysa mayaların istediği bu reaksiyonda, kendilerinin rakibi olan ve enfeksiyon yapan birçok mikroorganizmalar çalışamazlar.

Şu halde asitlik durumu yalnız mayanın gelişmesini ve faaliyetini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda fermentasyonun uygun cereyan etmesinde koruyucu ve ayarlayıcı bir rol de oynar. Öte taraftan asitlik yalnız mikroorganizmalarla enzimlerin faaliyetinde değil, aynı zamanda şarap ve biranın dayanıklılığında, uygun tadda olmasında ve bazı tortulanmalara karşı korunmasında da rol oynar.

Şarap teknolojisinde sıra ve bunun fermentasyonundan meydana gelen şarap, oldukça kuvvetli asit ortamlardır. Aynı zamanda meyve şıraları, meyve çeşitlerine göre fazla veya az aside sahiptirler:

Şarap : pH =2,8-3,9

Üzüm şırası ; : pH=3,0-3,8

Elma suyu : pH=3,5-5,8

Limon suyu : pH =2,1-3,3

Portakal suyu : pH=3,1-4,0

Üzüm şırası asitlik bakımından bir hayli kuvvetli olup hemen hemen n/1000 normalitedeki bir asit gibidir ve mayaların gelişmesi için çok elverişli bir ortamdır. Meyve şıralarından ekşi elmalarda da yeterli derecede asit bulunmakla beraber, tatlı elmalarda azdır.

Bira teknolojisinde rol oynayan kimyasal-fizyolojik olaylarda pH'nın oynadığı rol son derece önemlidir. Burada yalnız bira mayalarının değil, -özellikle- malt nişastasının şekerlenmesini ve proteolitik parçalanmayı sağlayan enzimlerle diğer enzimlerin (fitaz, sitaz) faaliyeti üzerinde, malt mayşesinde pH derecesi önemli rol oynar. Çünkü mayşeleme ve fermentasyon sırasında cereyan eden bütün biyolojik olaylarda mümkün mertebe optimum veya optimuma yakın bir pH derecesinin hüküm sürmesi gerekir. Aynı zamanda biracılıkta kullanılan suyun reaksiyonu da söz konusu olur. Herhangi bir işleme tâbi tutulmamış bir su ile yapılan biranın pH derecesi 4,8 olmasına karşılık, sertliği giderilmiş bir su ile aynı şartlar altında elde edilecek bir biranın pH derecesi 4,5 olur.

Bira teknolojisinde; mayşeleme sırasında asitliğin bir miktar yükselmesi, enzimatik olaylar üzerinde olumlu bir etki yapar. Bu asit yükselmesi aynı zamanda şerbetçi otundaki maddelerin parçalanmasına ve dolayısıyla biraya kendine has bir acılık veren maddelerin teşekkülüne yardım eder ve proteinlerin önceden çökertilip birada sonradan bulanıklık meydana gelmemesinde rol oynar.

İspirto teknolojisinde; ülkemizde içki ispiertosu olarak kullanılan kuru üzüm ispiroculuğunda kuru üzümlerin işlenmesi sırasında yapılan mayşede genel olarak pH derecesi elverişlidir. Bazı hallerde bir miktar sülfürik asit ilave edip mayşede uygun reaksiyon sağlanır. Melas ispiroculuğunda normal şeker pancarı melasının reaksiyonu nötr veya hafif alkali olduğu için yine sülfürik asit katmak suretiyle mayanın çalışabileceği bir pH derecesi sağlanır. Patates ve hububat ispiroculuğunda; noksan olan asitlik ya kültür laktik asit bakterileri yardımıyla mayalık mayşe asitlendirilir veya sülfürik asit ilave edilir. Bu takdirde mayşedeki organik asitler serbest hale gelerek yeter bir asitlik sağlarlar.

Ekmek mayacılığında; ham madde olarak kullanılan şeker pancarı melası yukarıda işaret edildiği gibi nötr veya hafif alkali olduğundan (pH =7,0-8,8), sülfürik asit katılır ve fermentasyon sırasında da asit, ekşi tuzlar veya baz tuzlar, yahut amonyak katmak suretiyle elverişli bir pH derecesi (pH =4,5-4,6) sağlanır.

Fermentasyon teknolojisinde rol oynayan mikroorganizmalarla enzimlerin optimum pH derecelerine gelince; mayalar genel olarak oldukça kuvvetli asit reaksiyonlarda gelişip çalışırlar. Mayaların optimum pH dereceleri aşağıdadır:

Şarap mayaları	: pH=4,5
Alt bira mayaları	: pH=4-6
Üst bira mayaları	: pH =4,2-4,8
Torula (yabani maya)	: pH=2,5-6

Bakteriler çoklukla nötr veya hafif alkali reaksiyon gösteren ortamlarda gelişip çalışırlar. Şu halde ortamın asitlik durumu, bakterilerin faaliyeti üzerinde önemli etki yapar. Yeterli derecede asit bulunan ortamlarda bakteriler gelişemezler ki, bunun fermentasyon teknolojisindeki önemi büyüktür. Bu sayede enfeksiyon olmaz veya az olur. Bununla beraber fermentasyon teknolojisinde rol oynayan asetik ve laktik asit bakterileri bir istisna teşkil edip asit reaksiyonu gösteren ortamlarda (pH=2,5-3,5) gelişebilirler. Sirkenin pH derecesi 2,4-3,3'tür. Bu bakteriler kuvvetli asit reaksiyonda çalışabilmektedirler. Laktik asit bakterileri de şekerden laktik asit yaparak ortamı asit reaksiyonuna çevirdikleri halde mükemmel çalışırlar. Bununla beraber asit miktarı fazla yükselince bakteriler ölürlür. Öte yandan hem asetik ve hem de laktik asit bakterileri şarabı hastalandırırlar. Halbuki şarap asitçe oldukça zengin bir ortamdır.

Küf mantarlarının çoğu hafif asit ortamlarda gelişmekle beraber nötr ve hattâ hafif baz reaksiyonunda gelişenler de vardır.

3. FERMENTASYON MİKROORGANİZMALARI

Fermentasyon teknolojisinde rol oynayan mikroorganizmalar endüstrideki önemlerine göre; Mayalar, Bakteriler ve Küf mantarları olmak üç grup altında toplanmaktadır.

Tablo 11. Starter kültürlerde bulunması gereken özellikler.

-
1. Hijyenik olarak uygunluk
 - 1.1 Starter organizma patojenik ve toksijenik olmamalıdır.
 - 1.2 Starter kültür preparatları hijyenik olarak enfeksiyon ve bileşiklerden arı olmalıdır.
 2. Teknolojik olarak etkinlik
 - 2.1 Kültür organizması çoğalarak spontan mikroorganizmalar üzerine baskın olmalıdır.
 - 2.2 Kültür organizması kullanıldığı yönde etkili çalışabilmelidir (nitrat indirgeme, biyolojik olarak asit parçalama vs.)
 - 2.3 Starter kültür preparatları teknolojik olarak enfeksiyon ve bileşiklerden arı olmalıdır.
-

3.1. Teknikte kullanılan mikroorganizmalardan istenilen özellikler

Fermentasyon endüstrisinde kullanılan mikroorganizmalar herhangi bir fermentasyonun başarılı olup olmamasında başlıca etkindir. Çünkü fermentasyonun katalisti mikroorganizmadır. Bu nedenle bir mikrobiyel kültürden prosese uygun bazı özelliklerin aranması doğaldır. Bunlar genel olarak şunlardır:

- a. Suş genetik bakımdan stabil olmalıdır. Devamlı ve kendiliğinden bir veya daha fazla form meydana getiren bir suş istenmez.
- b. Suş kolaylıkla çok sayıda vejetatif hücre, spor veya diğer çoğalma organları meydana getirebilmelidir.
- c. Suş aşılama müteakip hızlı ve kuvvetli olarak çoğalabilmelidir.
- d. Suş kültürü yalnız mikroskopta görülebilen diğer mikroorganizmalardan değil, aynı zamanda fajlardan da temiz olmalıdır.
- e. Suş kısa sürede; tercihen 3 veya daha az gün içinde istenilen ürünü meydana getirebilmelidir.
- f. Suş bütün toksik maddelerden temiz bir ürün oluşturmalıdır. Ayrıca bu ürün diğer bütün maddelerden kolaylıkla ayrılabilirdir.
- g. Suş mümkünse bulaşmaya karşı kendisini koruyabilmelidir. Bu kendiliğinden korunma ortamın pH'sını düşürmek, yüksek sıcaklıkta çoğalabilme ve kolaylıkla istenilen bir mikrobiyel durdurucu meydana getirmek suretiyle olabilir.
- h. Suş makul bir süre için kolaylıkla muhafaza edilebilmelidir.
 - i. Suş bazı mutajenler veya bir grup mutajen tarafından mutasyona uğrayabilmelidir. Bir mutasyon programı yüksek verimli suşların elde olunması gayesiyle yapılabilir.
 - j. Suş belli bir fermentasyon süresi içinde beklenen miktarda ürün vermeli.

Yukarıda verilen bilgiler genel anlamda fermentasyon endüstrilerinde kullanılan mikroorganizmalar için geçerlidir. Ancak değişik proseslerin kendine has teknik şartları bir mikroorganizmanın seçiminde esas olmalıdır.

3.2. Mayalar

Batı dillerinde kullanılan kelimeler ise fermentasyon olayının bir dış görünüşünü ifade eder. Mesela almandaki "Hefe" ve fransızcadaki "Levure" kelimeleri türkçede "kaldırmak" anlamına gelen "heben" ve "lever", ingilizce "yeast" kelimesi ise türkçede "köpük" anlamına gelen hollandaca "git" kelimesinden gelir.

3.2.1. Mayaların ekolojisi

Mayalar tabiatta çok yaygın olan mikroorganizmalardır. Mayaların hayat döngüsünde esas olarak toprak, tatlı ve sulu meyveler bulunur. Maya konukçulardan yağmurla, düşen yaprak ve meyvelerle toprağa geçer ve toprağın daha çok üst katmanlarında, 0-10 cm derinliklerinde kışı geçirir. Buradan mayanın nasıl toprağın yüzeyine nakledildiği tam olarak bilinmemekle beraber, bunun böcek ve diğer hayvanlar aracılığıyla olduğu, sonra gene bunlarla veya tozla yaz konukçularının üzerine nakledildiği zannedilmektedir. Mayanın özel konukçulara geçişi ise yine böceklerle, bu arada özellikle çiçeklere konan arılar,, kelebekler ve sinekler aracılığıyla olur. Bu suretle bir hayat döngüsü tamamlanır. Mayayı nakleden böceklerin çok çeşitli yerleri ziyaretleri nedeniyle tabiattaki yayılışı çok geniştir. Ancak mayanın nakledildiği yerde yerleşmesi onun tür özellikleriyle, yani şekeri fermente etmesiyle, bazı gelişme faktörlerinin var olmasıyla, fiziksel ve kimyasal şartlara karşı durumuyla, organik asitler oluşturmaya veya bu asitleri parçalamasıyla ve burada sözü edilmeyen veya henüz bilinmeyen birçok etkenlerle ilgilidir. Buna bir örnek vermek gerekirse nektarda *Saccharomyces* türlerinin yerine başta *Candida reukaufii* olmak üzere daha birçok tür mayaya rastlanılması söylenebilir.

Diğer bir örnek şarap üretiminden verilebilir. Üzüm üzerinde şaraphaneye gelen mayalar üzümün işlenmesi sırasında şıraya geçer. Fermentasyon süresince ortamdaki maya florasında bileşim ve miktar bakımlarından olan değişiklikleri her şeyden önce mayaların alkole karşı dayanıklılıkları tayin eder. Örnek olarak her şarap fermentasyonunda kesin olarak bulunan *Kloeckera apiculata* ancak % 4-6 alkole dayanabildiğinden, fermentasyonun ortalarına doğru ortamdan kaybolur ve alkole daha dayanıklı maya olan *Saccharomyces ellipsoideus* ortama hâkim olur.

3.2.2. Mayaların morfolojisi

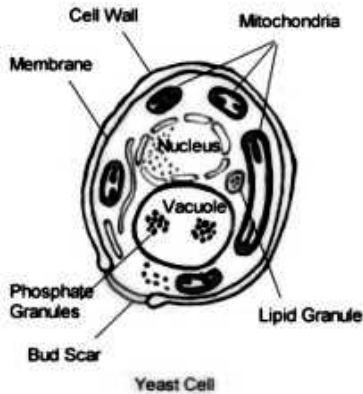
Mayalar tek hücrelidirler ve genel olarak oval veya yuvarlak, yahut silindirik veya limon, şişe şeklinde olurlar. Genellikle misel yapmazlar, fakat *Endomyces lactis* türü bir miselin özelliklerine sahip oluşumlar yapar. Keza besiyerleri üzerinde zar oluşturan mayaların hücreleri uzun olurlar ve bir araya gelerek bir miselyumu andırabilirler. Buna psödomiselyum (pseudomycelium) denir.

Hücre şekli türe, hatta bireylere göre değiştiği gibi, gelişme ve saklanma şartları ile de büyük ölçüde ilgilidir. Sürekli fermentasyonlarda, azot bakımından zayıf besiyerlerinde zengin olanlara göre daha uzun hücreler oluşmaktadır. Bundan başka yaşın da büyük önemi vardır. Genç hücreler yaşlı olanlardan değişik bir şekil gösterebilirler.

Morfolojik olarak maya türlerini ayırt etmek zor olmakla beraber, kural olarak *Saccharomyces cerevisiae* genellikle yuvarlak veya eliptik, *S. ellipsoideus* eliptik, *S. Pastorianus* ise uzunca, sosise benzer şekiller gösterir

Geçit şekillere de rastlandığından esas olarak *Saccharomyces* türlerini alışmayan bir göz için birbirinden ayırt etmek zordur. Buna karşılık bazı mayalar çok ayrıntılı şekiller gösterdiklerinden bunları ayırt etmek çok kolaydır. Örnek olarak *Saccharomycodes ludvoigii* şişe ve limon; *Pichia* uzun hücreleriyle, *Kloeckera apiculata* limon şekliyle; *Schizosaccharomyces* türleri ortadaki bölmeleriyle kolayca tanınabilirler.

Maya hücrelerinin büyüklüğü 8x10 m kadardır. Bununla beraber hücre büyüklüğü beslenme ve kültürün yaşına bağlı olarak değişiklikler gösterir. Maya hücresi de bitki hücresi gibi, bir hücre duvarı, sitoplazma ve çekirdek kısımlarından oluşmuştur (Şekil 11).



Şekil 11. Maya hücresinin kesiti.

Hücre duvarı hücreyi çevirmiştir. Genç hücrelerde duvar renksiz, ince ve gergindir, fakat diğer bitki hücrelerinin aksine esnektir ve genleşebilir. Hücre yaşlandıkça hücre duvarı kalınlaşır. Bununla beraber bu her şeyden önce dış şartlarla ilgilidir. Hücre duvarından ayrı olarak hücre duvarının

hemen altında sitoplazmik membran hücrenin besin maddelerini seçmesinde ve onların hücre içine, metabolizma ürünlerinin ise hücre dışına naklinde önemli bir rol oynar.

Hücrenin içini dolduran sitoplazma, yani hücre plazması, taze ve genç hücrelerde muntazam dağılmış olup saydam ve hafif mavimsidir, içerisinde bir takım küçük tanecikler bulunur.

Bunlardan bileşiminde RNA ve protein bulunan taneciklere "ribozom" denir ki, bunlar protein sentezinde rol alırlar. Miktarı DNA ile beraber % 6-8'i, bazen %10'u bulur. Sitoplazmada bunlardan başka sayısı 4-20 arasında değişen ve hücre zarına yakın yerleşmiş "mitokondri" (=kondriyozom) bulunur. Mitokondriler enzimce çok zengindir. Mitokondrilerin hücredeki görevleri hakkında fikirler değişiktir. Glikojen, lipid gibi depo maddelerinin yapımında ve yükseltgeme-indirgeme olaylarında rol oynadığı en çok kabul edilen tezdır. Yağ danecikleri küre şeklinde, bazı maya türlerinde adedi fazla, bazılarında ise sadece 1-2'dir. Bu plazma danecikleri mayanın depo besin maddesi olarak kabul edilmektedir.

Hücrenin, mesela *S. cerevisiae* mayasında, % 6-27'sini oluşturan duvarın bileşimi üzerinde sayısız denemeler yapılmıştır. Hücre duvarının bileşimi tür içinde benzerlik gösterir. Bu, hücre duvarı bileşiminin genetik bir kontrol altında bulunduğunu gösterir. Bununla beraber maddelerin gerek miktarları gerekse çeşitleri türden türe değişebilir. Örnek olarak kitin *S. cerevisiae*'da bulunmadığı halde *Pichia*'da vardır. Maya zarında bulunan maddeler genellikle protein, yağ ve fosfatlardır. Glukan ve mannan proteine bağlanmışlardır. Yapılan araştırmalar mannan protein bileşiğinin mayaların topaklanmasından sorunlu olduğunu göstermiştir.

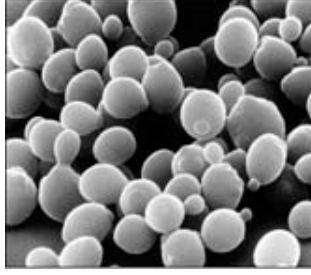
3.2.3. Mayaların çoğalması

Mayalar genel olarak eşeysiz ve eşeyli olmak üzere iki şekilde çoğalırlar:

3.2.3. 1. Eşeysiz çoğalma

Eşeysiz çoğalma da kendi içinde aşağıdaki şekiller ayırt edilebilir:

—**Tomurcuklanma ile çoğalma:** Maya hücresinin (ana maya) bir tarafında ve daha ziyade uç taraflarında bir şişkinlik meydana gelir. Bu şişkinlik giderek büyür; bir tomurcuk halini alır. Bu sırada ana hücre ile tomurcuk, yani yavru hücre arasında geride bir kanal kalır. Meydana gelen yavru hücre ana hücre büyüklüğünü alınca kanal kapanır, etrafı tam olarak hücre duvarı ile çevrilir ve böylece bir hücre halini almış olur (Artrospor). Bu yavru hücre de aynı şekilde çoğalmaya başlar. Böylece "tomurcuklanma topluluğu" meydana gelir (Şekil 12).



Şekil 12. Tomurcuklanmış maya hücreleri.

Bir ana hücre birçok defa yavru hücre meydana getirebilir. Ancak her yavru hücre ana hücre duvarının başka yerinde meydana geldiğinden, hücre duvarı elektronmikroskop altında incelendiğinde yara izleri görülür. Yapılan araştırmalarda bir hücre duvarı üzerinde en fazla 20'ye kadar yara izine rastlanmıştır.

Her meydana gelen yavru hücre, ana hücreden ayrılabilirdiği gibi, ortam sakin kaldığı sürece ve özellikle fermentasyonun ilk dönemlerinde, birbirlerine yapışık kalırlar. Fakat fermentasyon başlayıp karbondioksit gazı çıkmaya başlayınca, gazın çarpması, itmesi sonucu olarak hücreler dağılır ve artık bu dönemde toplu hücre birlikleri görülmez; tek ya da en çok ikişer olarak sıvıya dağılmış olurlar.

Bununla beraber bu durum maya türüne göre de değişir. Mesela üst fermentasyon mayası alt fermentasyon mayasına göre daha uzun ve daha dallı zincirler yapar. Mayanın çoğalma hızı ilk dönemde yavaş (bekleme aşaması), fakat belirli bir süre sonra hızlanır (üs cinsinden çoğalma aşaması). Ancak çoğalma bu tempo ile devam etmez. Çoğalma belli bir düzeyi bulunca tekrar yavaşlar ve sonunda durur (duraklama aşaması). En sonunda ölüm oranı yükseleceğinden çoğalma orahı düşmeye başlar (ölüm aşaması). Yeni meydana gelen bir hücrenin tam oluşumuna kadar 20-30 dakika ilâ 2 saat arasında bir süre geçer ve 24 saat içinde bir hücreden 4000 kadar yeni hücre meydana gelebilir. Bununla beraber maya belirli bir miktar çoğalarak fermentasyona başlayınca meydana gelen metabolizma ürünü, mesela, etil alkol çoğalma hızı üzerine olumsuz etki yapar ve metabolizma ürünü konsantrasyonu arttıkça, bir zaman gelir ki, çoğalma artık tamamıyla durmuş olur.

Mayalar katı besiyerlerinde gelişir ve çoğalırlar ve koloniler yaparlar. Bu koloniler gözle görülür. Her maya türü katı besiyerlerinde kendine özgü koloni şekilleri meydana getirir. Bunun için "dev koloni" denilen ve petri kaplarında yapılan kültürlerde kolonilerin meydana getirdikleri şekiller mayaların tür ve suşlarının belirlenmesinde işe yarar ve bu yöntemden sistematikte faydalanılır.

—**Sporlarına ile çoğalma:** Mayalarda diğer bir çoğalma şekli de sporlanmadır. Eskiden mayanın uygun olmayan şartlarda spor yaptığı kabul edilmişti. Bu, sporların vejetatif hücrelerden çok daha fazla dış etkenlere, yani yüksek sıcaklık derecelerine, kuraklığa ve kimyasal maddelere karşı dayanıklı olmasından ileri geliyordu. Fakat bugün sporulasyonun mayanın elverişsiz şartlar altında bırakılmasının bir sonucu olmadığı genellikle kabul edilmektedir. Gerçekten tabii kaynaklardan izole edilen birçok mayaların besin maddelerince zengin besiyerlerinde, mesela malt agarı, maya otolizat -glukoz agarı ve izolasyon için besiyeri olarak kullanılan diğer besiyerlerinde oluşan birkaç günlük kolonilerde fazla miktarlarda askus ve askosporların bulunduğu görülür. Diğer taraftan endüstriyel fermentasyonda kullanılan birçok kültür mayaları, özellikle ekmek ve bira mayaları, zengin besin maddesi ihtiva eden besiyerlerinde zorlukla spor oluştururlar. Bu organizmaların sporulasyona teşviki için özel besiyerlerine gerek vardır.

Meydana gelen sporlar hücre içinde kalır. Buna göre her spor veren hücre bir askus halini almış olur. Bu şekilde kapalı, yani bir askus içinde meydana gelen sporlara "endospor" denir.

Spor vermiş hücredeki, yani askustaki spor adedi 1-8 arasında olmakla beraber, çoklukla 1-4 arasındadır. Fakat *Schizosaccharomyces* cinsinde 8 ve *Lipomyces* cinsinde de 16 spora kadar rastlanmıştır. Hatta, *Kluyveromyces polysporus* 64 ve daha fazla spor yapabilmektedir. Her maya daima aynı adet, şekil ve büyüklükte (2-6 μ m) spor yapar.

Bu bakımdan spor şekilleri ve spor oluş süresi mayaların ayırt edilmesinde taksonomik bir değere sahiptir. Örnek olarak endüstriyel fermentasyonda çoğunlukla kullanılan kültür mayaları askosporlarının üst yüzeyleri düzdür. Fakat *Hansenula* sporunda bir çıkıntı olduğundan melon şapkayı; *Kluyveromyces fragilis*'de ise sporlar bir böbreği; *Nematospor*'da ise sporlar kamçıyı andırır. Spor oluş süresi de mayalarda farklıdır.

Diğer taraftan kültür bira mayası en erken 72, yabani bira mayaları ise 40 saat sonra spor meydana getirmektedirler ki, bu farklılıktan kültür ve yabani mayaların ayırt edilmelerinde faydalanılır.

—**Bölünme ile çoğalma:** *Schizosaccharomyces octosporus* ve *pombe* gibi birkaç maya türünde görülen bölünmeyle çoğalmaya gelince, hücrenin ortasında bir ara bölme meydana gelir ve böylece ana hücre aynı büyüklükte iki hücreye ayrılmış olur. Şu halde bölünme ile çoğalmada, başlangıçta dahi, ana ve yavru hücreleri birbirinden ayırt etmek mümkün değildir. Hızlı, çoğalma evresinde hücreler birbirinden ayrılmaksızın bölünme devam edebilir. Böylece miselyuma benzeyen hücre zincirleri oluşursa da, daha sonra bunlar parçalanır.

3.2.3.2. Eşeyli çoğalma

Tomurcuklanma, sporulasyon ve bölünme ile çoğalma şekillerinden başka mayalarda eşeyli çoğalma da görülmüştür. Bu şekil çoğalmada iki yakın hücrede çıkıntılar (gamet) meydana gelip bunlar birbirlerine temas ettikten sonra bir kanal meydana gelir. Böylece sitoplazma ve çekirdekler karışıp birbiri içinde erirler. Böylece iki hücre tek bir hücre halini alır ki, bu hücreye "zigot" denir. Bu hücrede daha sonra askus halini alarak içinde sporlar meydana gelir. Diğer taraftan her maya spor yapmaz. Bunlara spor yapmayan mayalar denir ki, bunlar *Cryptococcaceae* familyasına ait türlerdir.

3.2.4. Maya hücresinin bileşimi

Maya hücresinin genel olarak bileşimi Tablo 12’de verilmiştir. Mayadaki protein miktarı saf protein miktarını değil toplam N’lu bileşiklerini gösterir. Bunların %90’ı fosfoprotein şeklindedir.

Karbonhidratlar glikojen, glukan ve mannandan ibaret olup, ayrıca trehaloz da bulunur. Glikojen ve trehaloz depo maddesi, Glukan ve mannoz yapı maddesidir. Glikojen en çok bira mayasında en az ekmek mayasında bulunur. Ekmek mayası üretiminde ortama bol miktarda şeker ilave edilir ve ortam havalandırılır. Bu yüzden maya ihtiyat maddesi olan glikojen yapmaz. Fermentasyon sırasında maya glikojeni parçalayarak glukoz meydana gelir. Oluşan glukoz maya için gerekli enerjinin temini için kullanılır. Mannan ve glukan için böyle bir durum yoktur.

Mineral maddeler tür, gelişme şartları ve mayanın fizyolojik durumuna göre değişmektedir. Mayada bulunan mineral maddelerin % 50’si P’dur. İkinci derecede Fe, Si, S, Zn ve Cu önem taşır. Maya için hangi maddelerin gerekli olduğu ortam şartlarına göre değişir .

Yağ granülleri, genç hücrede tek tek bulunur , yaşlandıkça bunlar birleşir. İyi beslenen mayalarda daha fazla vardır. Mikrobik yağ üretiminde yağın fazla olması önemlidir.

Mayada bulunan enzimler oldukça önemlidir. Mayanın yaşaması için bütün enzimler bulunmaktadır. Mayalar yaşaması için kendilerine gerekli olan bütün maddeleri kendileri yaparlar. Bütün bunları enzimlerle yaparlar.

Mayanın öneminin esasında vitaminler bulunmaktadır. Mayadaki vitaminler daha ziyade mayanın yapı maddesi olarak değil, enzimlerin etkin grupları olarak önemlidirler. Thiamin; Riboflavin, Pridoxyn, Nikotin amid, Biotin, COH, Protein ve yağ metabolizmasında önemli rol oynayan koenzimlerin etkin gruplarıdır. Mayada bulunan vitaminler daha ziyade B grubuna ait vitaminlerdir.

Tablo 12. Maya hücresinin bileşimi.

Su (%75)	Kuru madde (%25)
	Protein (%45-60)
	COH (25-35)
	Mineral madde (6-9)
	Yağ (%4-7)

3.2.5. Mayaların teknolojik olarak sınıflandırılması

Şüphesiz ki tabiatte bulunan mayalardan hakikî olanlar, yani alkol fermentasyonu yapanlar ve kültür mayaları için ilk materyal teşkil edebilecek olan mayalardan başka yabancı mayalar da bulunur. Bu bölümde mayalar, botanik ve morfolojik bakımından değil, fermentasyon teknolojisindeki önem ve rollerine ve kullanıldığı yerlere göre sıralanarak, bunların teknolojik vasıfları gözönünde tutulmuştur. Bu bakımdan mayaları 3 gruba ayırmak mümkündür:

- Tabii mayalar
- Kültür mayaları
- Yabancı mayalar

Şüphesiz ki tabiatte bu gibi bir tasnif yoktur. Bunların hepsi tabiatte şartların elverişliliği nisbetinde gelişip çoğalırlar. Yabancı mayalar olarak adlandırılanlar, fermentasyon teknolojisinde zararlı olanlardır,

3.2.5.1. Kültür mayaları

Kültür mayaları, fermentasyon teknolojisinde kullanılan mayalardır ve bu mayalar saf olarak yetiştirilip teknikte kullanılırlar. Şarap, bira, ispiroto ve ekmek mayaları gibi.

Kültür mayası tabiatte olan mayalardan olabilir. Meselâ birçok hallerde şarap mayalarında olduğu gibi. Yahut orijini tabii mayalardan olup seçme, mutasyon, yahut diğer hangi bir suretle bira veya ispiroto teknolojisine adapte ettirilmiş mayalardır. Özellikle bira ve ispiroto mayaları zamanla suni şartlara alışmışlardır. Bunlar tabiatteki bazı özelliklerini kaybetmişler, buna karşılık fermentasyon teknolojisi için önemli özellikler bunlarda gelişmiştir. Bu gibi mayaların serbest tabiatle artık ilgileri kesilmiştir, suni ortamlarda yetiştirilirler, bir ortamdan diğerine aşılıp fermentasyon yaptırılır. Aktif ve hayat fonksiyonları kuvvetli durumda olan ve ortama intibak etmiş bulunan bu kültür mayaları karşısında yabancı mayalarla bakterilerin gelişmesi az çok sekteye uğrar. Aynı zamanda kültür mayalarının yabancı mayalarla bakterilere karşı daha üstün bir durum kazanmaları için gereken şartlar da hazırlanır; saf kalmalarına, yani enfeksiyona uğramamalarına dikkat edilir ve bunlarla birlikte aynı zamanda iyi vasıflarını tam olarak göstermeleri için en elverişli şartlar sağlanır.

3.2.5.2. Saf maya

Maya tür ve ırkları arasında iyi vasıfta olanlar bulunduğu gibi, zayıf, ve hatta kötü ve zararlı vasıfta olanlar da vardır. İlk defa Emil Chr. Hansen 1882-83'de mayaları bu bakımdan da incelemiş ve her türün yine özellikle birbirinden farklı birçok ırkları ve varyeteleri bulunduğunu meydana koymuştur. Mayalardaki bu özelliklerin fermentasyon teknolojisi bakımından önemi büyüktür. Çünkü kullanıldıkları alanlara göre mayaların en uygun vasıfta olanlarının seçilip kullanılmaları sayesinde daha iyi ve emin bir sonuç alınmış

olur. Teknikteki bu öneminden başka, bir mayanın morfolojik ve fizyolojik vâsıflarını incelemek .bakımından da saf mayanın önemi büyüktür.

Saf maya veya *saf kültür*, tek bir hücreden yetiştirilmiş bir maya kitlesi, bir maya popülasyonu demektir. Mayalarda saf kültür başlıca petri kutusu kültürü ve damlacık kültürü olmak üzere iki metotla tek hücre izole edilip çoğaltmak suretiyle elde edilir ve bundan sonra da bu saf mayanın teknolojik özellikleri kontrol edilerek, yetiştirilen birçok saf kültürler arasında, en elverişli olanlar seçilerek tekniğe verilir.

3.2.5.3. Alt fermentasyon mayaları ve üst fermentasyon mayaları

Kültür mayalan, ortamdaki fermentasyon şekillerine göre iki grup altında toplanırlar: Alt mayalar, üst mayalar.

Alt mayalar fermentasyon sırasında kabın dibinde çoğalıp burada fermentasyona başlar, ancak karbon gazının çıkması tesiriyle tabandan yukarıya kalkarak kısmen sıvıya dağılırlar, fakat çabuk otururlar. *Saccharomyces ellipsoides*, *Saccharomyces pasteurianum* fermentasyon sonucu dibe çökerler. Uzun süren fermentasyon yaparlar (6-8°C'de 7-10 gün fermentasyon yapan bira mayaları vardır). Altta zincir teşkil ederler.

Üst mayalarda ise, fermentasyon sırasında maya sıvının yüzüne kadar çıkıp burada ya muntazam dağılmış tabaka, yahut sıvı sathının kapla temasta bulunan çevrede halka şeklinde toplanırlar ve kısmen de sıvı içinde yüzerler. Mellibiaz enzimi ihtiva etmedikleinden dolayı rafinozu tam olarak fermente edemezler. Fermentasyon 10-15°C'de 3-5 gün sürer. Yüzeyde zincir teşkil ederek bir tabaka oluşturlar.

Mayaların bu iki şekil fermentasyon yapmalarına sebep, üst mayaların çoğalma sırasında daha sıkı ve dallı" budaklı tomurcuklanma topluluğu yapmaları ve bunun neticesi olarak, karbon gazı tarafından daha kolaylıkla yukarıya kaldırılmaları ve aynı zamanda proteince daha fakir bulunmaları, dolayısıyla daha hafif olmaları; alt mayalarda ise çoğalma' topluluğunu teşkil eden birliğin daha küçük ve dallı budaklı olmamaları ve dolayısıyla hücrelerin birbirinden kolaylıkla ayrılmaları, aynı zamanda alt mayaların proteince daha zengin ve dolayısıyla hücrelerin daha ağır olmalarındandır. Bu morfolojik durum bazı mayalarda ve meselâ bira mayalarından *Saccharomyces cerevisiae* ve *Saccharomyces. carlbergensis*'de tesbit edilebilir. Bunlardan birincisi üst, ikincisi ise alt mayadır. Fakat tomurcuklanma şekline rağmen bu durum her zaman bir mayanın alt veya üst maya olduğu hakkında bir fikir veremez. Bundan dolayı alt ve üst mayaları ayırt etmek için bunların fizyolojik özelliklerinden faydalanılır. Bu özellik ise alt ve üst mayaların rafinoz şekerine karşı olan durumlarıdır. Üst mayalar rafinozun yalnız üçte bir kısmını fermentasyona uğratabilirler. Zira bunlarda Melibiyaz (Melibiase) enzimi bulunmamaktadır. Bilindiği gibi rafinoz, trisakkaritlerden olup 3 heksozdan, yani früktoz, glükoz ve galaktozdan yapılmıştır.

a) Şarap mayaları: Yukarıda da açıklandığı gibi şarap mayaları alt maya tipinde olup *Saccharomyces ellipsoides* Hansen veya sinonim olarak

Saccharomyces cerevisiae Hansen (Haehn), yahut *Saccharomyces cerevisia vini* (Schanderl), ya da *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* (Niethammer) türüne mensupturlar. Bu türün birçok ırkları bulunmaktadır. Morfolojik bakımından hücrelerin şekli çoğunlukla oval, fakat bir tipte de silindirik, yani hücrelerin boyları enlerine nazaran 2 misli uzundur. Bunlardan birincileri *Saccharomyces ellipsoideus*, ikincileri ise *Saccharomyces pastorianum* tipi altında toplanırlar.

Şarap fermentasyonunda ya tabii mayalardan, yani üzümlerin üzerindeki kendi mayalarından faydalanılır (Spontan fermentasyon); yahut saf şarap mayası kullanılır. Tabii mayalarla olan spontan fermentasyon bazı hallerde iyi netice vermekle beraber, saf maya kullanmak daha emindir.

Şarap mayalarından istenen başlıca özellikler şunlardır:

1. Maya çabuk çoğalmalı, böylece şıradaki bulunan birçok rakiplerine üstünlük sağlayarak meydana kendisi için kazanmalıdır.
2. Çabuk fermentasyona başlamalıdır. Bu sayede meydana gelen alkol, şaraptaki birçok zararlı mikroorganizmalar için zehir tesiri yapar, böylece bunların faaliyeti önlenmiş olur. Öte yandan fermentasyon neticesinde meydana gelen karbon dioksit de şıradaki havayı çıkararak, ortamı karbon dioksit ile doymuş bir hale sokar ve böylece havaya, daha doğrusu oksijene muhtaç (aerob) zararlı mikroorganizmaların faaliyetini önler.
3. Maya kuvvetli olmalı, yani normal hallerde şekerin hepsini fermentasyona uğratmalı (normal sek şaraplar), şeker konsantrasyonu fazla olan şıralarda da mümkün mertebe fazla çalışabilmelidir.
4. Şarap mayaları kükürt dioksitine karşı hassas olmamalı, yani kükürt dioksitine kolaylıkla alışmalı ve böylece "Süfit mayası" olarak kullanılabilir.
5. Dış tesirlere karşı fazla hassas olmamalıdır. Bu gibi hallerde şarap mayaları yüksekçe olan ısı derecelerinde çalışabilmelidir (30 derece etrafında ve birkaç derece üstünde).
6. Maya şarapta yüzmeyerek çabuk dibe çökmeli ve aynı zamanda kabın cidarlarına yapışmamalıdır. Böylece şarap çabuk durulmalıdır.
7. Şarap mayaları şaraba "buke" bakımından bir özellik, bir karakter vermelidir. Zira aynı sıra, çeşitli maya ırklarıyla fermentasyona terkedildiği zaman, elde edilen şaraplarda bukenin değişik olduğu görülür. Şu halde bu bakımdan da mayalar arasında iyi bir seçim, şaraba az çok bir karakter sağlayabilir.

b) Bira mayaları: Bira mayaları yukarıda da açıklandığı gibi yapılan bira tipine göre alt ve üst maya tipinde olur. Bir zaman dinlendirilen ve en çok yapılan alt fermentasyonlu biralarda -ki ülkemizde yapılan biralarda da bu tiptendir-kullanılan mayalardan, hafif fermentasyon yapan *Saccharomyces cerevisiae* türünün Saaz Lindner mayası ile *Saccharomyces carlsbergensis* Hansen ve kuvvetli fermentasyon yapan *Saccharomyces cerevisiae* türünün Froberg ırkları kullanılır. Üst

fermentasyon biralarında ise daha ziyade *Saccharomyces cerevisiae* Hansen söz konusudur.

Bira mayalarından istenen özellikler aromatik maddeler yapmaları, toz halinde değil, topraklar halinde ve sıkı, aynı zamanda çabuk oturan ve sıvıya kolay kolay dağılmayan maya tortusu yapmaları; düşük ısı derecelerinde çalışabilmeleri (2-10°C), fermentasyon sırasında meydana gelen köpük tabakasının şeffaf ve altındaki sıvının ise mümkün mertebe duru olmasıdır. Porter ve Beyaz Berlin birası tipi gibi üst fermentasyon biralarında kullanılan mayalar yüksek ısı derecelerinde çalışırlar, fazla köpük yaparlar, maya tortusu pek sıkı oturmaz ve sıvıya çabuk dağılırlar.

c) İspirto mayaları: İspirto mayaları üst maya tipinde olup melas ispirotoculuğunda kullanılan mayalardır. İspirto mayalar kuvvetli olmalı, yani fazla alkol yapabilmeli ve bu alkolü de kısa zamanda yapmalı; yüksek ısı derecelerinde çalışabilmeli (30 ve bu derecenin birkaç derece üstünde), aynı zamanda melas ispirotoculuğunda kullanılan mayalar rafinozu da tamamen fermentasyona uğratmalıdırlar (melasta %1-2 kadar rafinoz bulunmaktadır).

Bütün kültür mayaları ispirotoculukta söz konusu olan glukoz, fruktoz, sakaroz, maltoz şekerlerini tamamen ve rafinoz şekerinin de 1/3 kısmını veya tamamını kolaylıkla alkole çevirmekle beraber, ispirto mayalarından istenen özellikler arasında dekstrinlerin ve hatta levülinin de fermentasyonu söz konusu olur.

d) Ekmek mayaları: Teknik ekmek mayası (Paket mayası) istihsalinde kullanılan mayalar üst maya tipindedirler, yani bunlar ispirto mayalarıdır. Teknik ekmek mayası denildiği zaman bizdeki ekşi hamur mayası anlaşılmamalıdır. Bugün bir çok ülkede, çavdar ekmeği müstesna, yalnız teknik ekmek mayası kullanılmakta olup, bu maya paketler halinde satışa arz edilirler. Teknik ekmek mayacılığı bugün son derece gelişmiş bir durumdadır. Ham madde olarak hemen hemen yalnız melas kullanılmakta olup üretimde *havalandırma metodu* uygulanır.

Ekmek mayalarından istenen özellikler şunlardır: Hamurda çabuk çoğalabilmeli ve hamuru iyi kabartmalıdır. Aynı zamanda ekmeğe yabancı bir tad vermemelidir. Paket halindeki mayanın rengi beyaz veya hafif sarımsı beyaz olmalı, çabuk bozulmamalıdır (Bu bakımdan maya ırkının rolü vardır. Proteince zengin olan mayalar çabuk bozulurlar).

e) Besin mayası ve yem mayası: Maya, besin maddesi ve yem maddesi olarak kullanılmaktadır. Çünkü maya, bilhassa *protein* ve *yağ* ve aynı zamanda *vitamin* kaynağı bakımından mükemmel bir besin maddesidir. Bu maksatla yetiştirilen mayaya *besin mayası* ve *yem mayası* denir.

Melas ve anorganik amonyum kullanılmak suretiyle elde edilen maya, bol ve ucuz protein sentezi yapan bir organizmadır. Bu maksat için *Torulopsis* cinsinden *Candida utilis* (*Torulopsis utilis*) kullanılmakta olup bu mayaya *Torula mayası* denir. Torula mayası son derece çabuk çoğalmak özelliğine sahiptir. Meselâ 2000 litrelik bir kaptaki 8 saat içinde 25 kilo saf protein yapar.

Bu bakımdan hiçbir et hayvanı, maya ile rekabet edemez. 343 kilo melas (melasta yaklaşık %50 şeker bulunur) ile 34 kilo amonyum Sülfat ve süpeffosfattan 100 kilo maya elde edilir. %7-12 su bulunan kuru mayada %45-55 ham protein, %2-3 ham yağ, %20-23 hitrojensiz kuru madde (ekstrakt) ve % 7-9 madensel maddeler bulunur.

Diğer önemli bir nokta da bu mayanın B vitamin kompleksi bakımından son derece zengin olması ve hiçbir bitkinin bu bakımdan maya ile rekabet edememesidir. Pek yüksek besin değerinden dolayı Almanlar birinci ve ikinci dünya harbinde geniş ölçüde maya istihsal etmişlerdi. Bu gün de ABD, İsveç, İngiltere ve diğer bazı memleketlerde yem ve besin mayası üretilmektedir.

3.2.5.4. Yabani mayalar

Endüstride yararlanılmayan, istenmeyen ve genellikle spor yapmayan mayalardır. Bunlar;

1. Çiçek mayaları (*Mycoderma*): Salamura veya şarapta bulunmaları durumunda, alkol yapmadıkları gibi mevcut alkol ve asiti parçalarlar. Önce beyaz, sonra kırışıklaşıp kalınlaşan bir kütle meydana getirirler. Aynı zamanda COH'ları da parçalarlar. Etanolü H₂O ve CO₂'e parçalarlar. Salamurada asitliği düşürerek bozulmaya sebep olan bakteriler bir zemin hazırlarlar. Şarabın kuru maddesini ve rengini oluşturan maddeleri parçalarlar. Bu bakımdan şarap ve turşu kapları ağzına kadar dolu bulundurulur. Kabin üzerinde bu mayalar gelişmişse alttan şarap veya sirke ilavesi ile taşırılır. Bunlar SO₂'e mukavimdirler.

2. Sivri mayalar (*Saccharomyces apiculatus*):Uçları limona benzeyen mayalardır. Meyveler üzerinde bol miktarda bulunurlar. Çok az fermentasyon yaparlar. Ortamda bunların gelişmesi kültür mayalarının gelişmesini engeller. Disakkaridleri (Maltaz, Sakkaraz) parçalayacak enzim ihtiva etmezler. SO₂'ye karşı hassas olup bununla önlenmesi mümkündür.

3. Torula mayaları: Yuvarlak şekilli olup spor yapmazlar. Şarapta acılığa sebep olurlar.

3.2.6. Mayanın beslenmesi

Mayanın çoğalabilmesi için başta su olmak üzere karbonhidratlar, N'lu madde ve madensel maddeye ihtiyaç vardır .

Su; mayanın bünyesinde büyük oranda bulunur. Su miktarı ortamdaki şartlara bağlı bir maddedir. Ortamda suyun bulunduğu miktar maya üzerine direkt olarak etkilidir. Su miktarı az ise gelişme ve çoğalma durmaktadır. Su yoksa maya hücresi ölmektedir. Mayada suyun bir fonksiyonuda; hücrede kolloid halde bulunan maddelerin şişmiş bir halde durmasını, hücre zarının permeabilitesini sağlar. Bu mayada bağlı haldeki sudur. Serbest su, metabolizmada meydana gelen maddelerin erir halde bulunmasını sağlar . Bazı maya sporları susuz ortamda uzun süre yaşayabilirler.

Karbonhidrat; Maya ortamdan aldığı karbonhidratların bir kısmını hücrede glikojen yapımında ve assimilasyon esnasında gerekli enerjinin yapımında kullanır. Maya karbonhidrat ları iki şekilde kullanır:

1. Oksidatif olarak parçalaması; mayanın solunum yapması .
2. Anoksidatif olarak parçalaması; fermentasyon olarak adlandırılır. Bir “C” kaynağından oksidatif olarak faydalanan maya, aynı zamanda anoksidatif olarak da istifade edebilir .

Maya oksidatif olarak “C” ‘ları parçalaması sırasında imal etmektedir. Yani maya solunum yaptığı taktirde; kendi hücresi için lazım olan maddeleri yapmak için solunumda meydana gelen metabolitleri kullanmaktadır. Anoksidatif faaliyetle ise metabolizma ürünü meydana getirmektedir. Bir gram maya meydana gelebilmesi için 4-10 g glukoz gereklidir. Ancak anaerob şartlarda 1 g maya 60-81 g glukozdan meydana gelir. Maya kendi başına bırakıldığında anaerob fermentasyonu tercih eder.

Şekerli sıvı + Maya-----Fermentasyon
(C_2H_5OH) , O_2 + Solunum (CO_2 + H_2O)

Maya bu şartlarda her iki faaliyeti de yapabilir .

Ekmekçilikte ortama bol hava verilerek, solunum yapması ve kendi hücresini imal etmesi sağlanır veya istenir. Bunun aksi şarapçılıkta havasız ortamda etil alkol fermentasyonu yapması arzu edilir ve buna yönlendirilir.

Fermentasyonda; maya kendi çoğalmasını ihmal ediyor demek doğru değildir. Fermentasyonla birlikte bu fizyolojik faaliyetine de devam eder. Bazı mayalar sadece çoğalma sırasında O_2 ’e ihtiyaç duyarlar. Bir maya hücresi 1 sn’de ortalama olarak 10 milyon maltoz molekülü parçalar.

Anoksidatif $\Rightarrow C_6H_{12}O_6$ -----Maya----- C_2H_5OH + 28,2 cal

Oksidatif $\Rightarrow C_6H_{12}O_6$ + $6O_2$ -----Maya---- $6CO_2$ + $6H_2O$ + 672 cal

Mayalar aynı zamanda organik ve inorganik tabiatlı bazı N’ lu maddelere ihtiyaç duyarlar, NH_4PO_4 , NH_4SO_4 , NH_3 , Aminoasit vb. Bu azotlu maddeler mayanın kullanabileceği küçük molekülü maddeler olmalıdır. Maya üretimi söz konusu ise bunlar ilave edilir. Aksi halde, yani fermentasyonda ilave edilmez. Maya beslenmesi için madensel maddeler de önemlidir, bunlar enzimlerde kofaktör olarak önem taşırlar.

3.2.7. Maya faaliyetine etki eden faktörler

1. Su; Ortamda su olduğu takdirde maya faaliyeti desteklenir.

2. O_2 ; Mayaların aerob karakterde olanları hariç, genel olarak mayalar fermentatif (anoksidatif) metabolizma biçiminde meylederler. Alkol fermentasyonunda havasız ortamda fermentasyona itilmekte, ekmekçilikte havalı şartlar olduğundan oksidatif olarak faaliyet gösterip çoğalırlar.

3. Sıcaklık; Daha ziyade mayalar $28-30^{\circ}C$ ’ da çalışırlar. Bazı hallerde soğukta ($5-6^{\circ}C$) çalışan (alt ferm.) mayalar vardır. Düşük sıcaklıklarda ölmeyip faaliyetleri inhibe olur.

4. Ortamın şeker konsantrasyonu; Ortamdan kasıt besi yerleri değildir. Buradaki ortamdan kasıt fermentasyon ortamıdır. Maya bulunduğu ortamda şeker ve tuz konsantrasyonu fazla olursa maya hücresi suyunu kaybedip hayatiyet tehlikeye girebilir. %30 şeker konsantrasyonunda maya faaliyeti

çok azalır. %60'a çıkınca tamamen durur. Bazı mayalar (osmofilik) yüksek konsantrasyona alışıktır. Buna rağmen yüksek konsantrasyonda faaliyet durur. Salamuralarda da tuz konsantrasyonu fazla olmamalıdır. (%15-%16) tuzda fermentasyon durur. Salamuralarda yüksek konsantrasyona dayanıklı mayalar vardır.

5. Metabolizma ürünleri: Maya faaliyeti sonucu meydana gelen maddeler de maya faaliyetine tesir eder. Mesela %10 alkol konsantrasyonundan sonra maya faaliyeti engellendiği gibi fermentasyon da durur. Endüstride kullanılan ıslah edilmiş bazı maya suşları %17-18 alkole kadar faaliyetlerine devam edebilmektedirler. Maya ile damıtık içkiler elde edilmez.

6. CO₂: Kültür mayaları üzerinde çok az etkilidirler. Pratikte mümkün olmamakla beraber, ortamda CO₂ basıncı 8 atm.'e çıkarsa maya faaliyeti durur.

7. Asitler: Mayalar organik asitlere dayanıklıdır. Ancak anorganik asitlere dayanıklı değildirler. Melas ispirotoculuğunda ortama H₂SO₄ katılabilir. Bunun mayaya etki etmemesi için ortama bazı organik tuzlar ilave edilmelidir. Diğer mikroorganizmalar organik asitlere dayanıklı değildirler. Mayalar SO₂'e alışma kabiliyetindedirler.

3.2.8. Mayaların taksonomisi

Kısım: *Ascomycotina*

Familiya: *Saccharomycetaceae*

Alt familiya: *Nadsoniadeae*

Cins: *Hanseniaspora*

Alt familiya: *Saccharomycotoideae*

Cins: *Debaromyces*

Issatchenkia

Kluyveromyces

Saccharomyces

Torulspora

Zygosaccharomyces

Alt familiya: *Schizosaccharomycetoideae*

Cins: *Schizosaccharomyces*

Kısım: *Deuteromycotina*

Familiya: *Cryptococcaceae*

Cins: *Candida*

Cryptococcus

Rhodotorula

Trichosporon

3.2.9. Önemli maya cinsleri

Brettanomyces

Bira, şarap ve alkolsüz içeceklerde bozulmaya sebep olan bu maya cinsine ait türler, multipolar tomurcuklanma ile çoğalırlar ev pseudomisyum oluştururlar. Şekerleri oksidatif ve fermentatif olarak kullanabilirler. Oksijenli ortamda glukoz fermentasyonu daha hızlıdır. Belçika ve İngiltere'de bazı özel

biraların üretiminde ikinci fermentasyonu gerçekleştiren maya olarak önem taşırlar.

Candida

Bu mayalar multipolar tomurcuklanma ile çoğalırlar, yalancı miselyum veya hakiki miselyum ve klamidokonidium oluşturlar. Yuvarlak – ovoid hücre şekline sahiptirler. Torulopsis cinsinin de bu cins içinde toplanmasıyla tür sayısı 200 civarında olmuştur. Bir çok *Candida* türü insan ve/veya hayvanlarda hastalık amilidir. Gıda sanayiinde *C.utilis*, *C.lipolytica*, *C.mycoderma* ve *C.pseudotropicalis* (*C.kefyr*, *Torula kefyr*) gibi önemli türler bulunmaktadır. *C.utilis* protein ve B grubu vitaminlerin kaynağı olarak insan ve hayvan beslenmesinde endüstriyel öneme sahip bir türdür. *C.lipolytica* tereyağ ve margarinlerde, *C.mycoderma* bira ve şarap gibi içeceklerde bozulma amilidirler. *C.pseudotropicalis* ise kefirin ve benzeri fermente süt ürünlerinin florasında bulunur.

Cryptococcus

Bu cins *Filobasidiella* ve diğer *Basidiomycetes*'in anamorf şeklidir. Asposporogen olup multilateral tomurcuklanma gösterirler. Şekerleri fermente edemezler. Artrospor oluşturlar. Bitki ve toprakta, üzümgiller ve diğer meyveler, deniz balıkları, diğer deniz ürünleri ve kıyma şeklindeki etlerde bulunurlar.

Debaromyces

Yuvarlak veya kısa hücre şekline sahip, multipolar tomurcuklanma gösteren bir askus içinde 1-2 adet yüzeyi çıkıntılı askospor oluşturan bir maya cinsidir. Pseudomiselyum oluşturun, nitrati asimile etmez. Şeker fermentasyonu ya yoktur, ya da çok zayıftır. Fermente et ürünlerinde mat (film) zar oluşturlar. *Debaromyces hansenii* %15-24 NaCl bulunan çözeltiilerde ve 0,65 gibi çok düşük su aktivitesine sahip ortamlarda gelişebilir. Salamura edilmiş et ve et ürünlerinde, yoğurt ve meyve suyu konsantrelerinde bozulmaya sebep olabilir.

Hanseniaspora

Bunlar Apikulata mayaları olup, anamorfları Kloeckera olarak isimlendirilirler. Bipolar tomurcuklanma gösterirler ve limon şeklinde hücre şekline sahiptirler. Askus 2'den 4'e kadar spor ihtiva edebilir. Şekerleri fermente edebilirler ve bir çok gıdada, özellikle meyve ve sebzeler, turuncgiller ve kakao fermentasyonunda bulunabilirler

Issatchenkia

Bu cinse ait türler yalancı misel oluşturlar ve multipolar tomurcuklanma ile çoğalırlar. *Pichia* cinsine ait bazı türler bu cins içinde sınıflandırılmışlardır. Keza teleomorph *Candida krusei* I. *orientalis* olarak bu cins içine alınmıştır. Sıvı besin ortamında tipik peliküller oluşturlar. Bir çok gıdada yaygın olarak bulunurlar.

Kluyveromyces

Multipolar tomurcuklanma ile eşeysiz üreme gösteren bu cins yalancı miselyum oluşturabilir. Bir askus içinde bir veya daha fazla askospor oluştururlar. Bu cins içinde yer alan *K.marxianus* türünün iki suşu *K.marxianus* var. *fragilis* (*Saccharomyces fragilis*) ve *K.marxianus* var. *lactis* (*S.lactis*) laktozu fermente edebilmeleri bakımından önemli olup kefir ve kıymız gibi fermente süt ürünlerinin üretiminde ve peynir altı suyunun değerlendirilmesinde starter kültür olarak kullanılırlar. Ayrıca bu mayalar süt ürünlerinin bozulmasında da önem arzederler.

Pichia

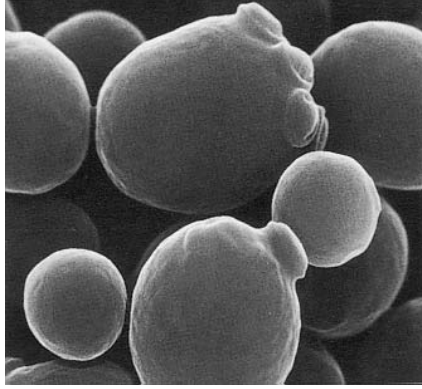
Oval, silindirik hücre şekline sahip olan bu cins pseudomiselyum oluşturur. Multipolar tomurcuklanma ile ve artrosporlarla eşeysiz üreme gösterir. Askus içinde 1-4 küresel, şapka şeklinde askospor oluşturur. Nitratı asimile etmez, oksidatif bir mayadır, bira ve şarap gibi alkollü içeceklerde ve asidik gıdalarda film oluşturur. Bu nedenle film mayaları grubuna dahildir. Şeker fermentasyonu genellikle zayıf olup, şekerleri genellikle oksidatif olarak kullanırlar. Organik asitleri okside ederler. Bu nedenlerden dolayı fermentasyon endüstrisinde problem oluşturan maya cinsi olarak bilinmekle beraber Fransa'da bazı özel şaraplarda lezzet oluşturunca olarak önem taşır. Taze balık ve karideste bulunur, özellikle zeytin salamuraalarında ve turşularda bozulmalara sebep olurlar.

Rhodotorula

Bu cinse ait mayalar; kırmızı, pembe, sarı renkli pigmentler oluştururlar. Bir çok suş pembe veya somon rengi koloniler oluşturur. Multipolar tomurcuklanma ile çoğalırlar ve yalancı miselyum oluşturabilirler. Şekerleri fermente etmezler. Hava kaynaklı bulaşan maya olarak bilinirler. Et, süt ürünleri, turşu gibi gıdalarda pigment üreterek renk bozulmalarına sebep olurlar.

Saccharomyces

Küresel, ovoid veya elipsoidal hücre şekline sahip bu cins, yalancı miselyum oluşturabilir. Eşeysiz çoğalma multipolar tomurcuklanma ile olurken, eşeyli çoğalma askospor ile olur ve askus içinde ovoid şekilli 1-4 askospor bulunur. Nitratı asimile etmez ve laktozu kullanamaz. Glukoz ve diğer şekerleri fermente eder. En önemli türü *Saccharomyces cerevisiae*'dir. Bu türe ait suşlar ekmek, bira, alkol ve enzim (invertaz) sanayiinde kullanılırlar. Son yıllarda bira sanayiinde alt fermentasyon birası olarak bilinen *S.uvarum* ve *S.carlsbergensis*'in, *S.cerevisiae*'nın farklı suşları oldukları ileri sürülmüştür. *S.cerevisiae* var. *elipsoides* şarap ve endüstriyel alkol ile destile likör üretiminde kullanılan bir suştur. Benzoat ve sorbatlara karşı dirençlidir. Fermentasyon teknolojisinde maya denilince akla gelen ilk maya cinsi *Saccharomyces* olmaktadır.



Şekil 13. *Saccharomyces cerevisiae*.

Schizosaccharomyces

Fizyon (hücrenin ortadan ikiye bölünmesi) şeklinde vejetatif üreme gösteren bu cinsten eşeyli üremede 4 veya 8 askospor ihtiva eden askus oluşur. Hücre şekil silindirik olup hücre boyutları 6-16 x 3-5 μ m'dir. Fermentatif bir cinstir ve nitrata asimile etmez. Tropik meyveler, melas, bal ve toprakta bulunur. En yaygın türü *S.pombe*'dir.

Torulaspora

Multilateral tomurcuklanma ile çoğalırlar. *Saccharomyces*'in üç haploid türü şimdi bu cins içinde toplanmıştır. Şekerleri çok kuvvetli fermente ederler. En iyi bilinen türü *T.delbrueckii*'dir.

Trichosporon

Bu askospor oluşturmeyen oksidatif maya tomurcuklanma ve artrokonidium oluşumuyla çoğalır. Gerçek miselyum üretir, şeker fermentasyonu ya yoktur ya da çok zayıftır. Kakao ve İdli fermentasyonlarına iştirak eder. Kıyma, tavuk eti ve diğer bir çok gıdada bulunur. *T.pullulans* bilinen en meşhur türüdür.

Zygosaccharomyces

Bazı mikologların *Saccharomyces*'in alt cinsi olarak kabul ettikleri bu cins ozmofiliktir. Şeker oranı yüksek gıdaların (reçel, marmelat, bal, melas, şurup) bozulmasında etkili olan türlere sahiptir. Bir çok gıdanın bozulmasına sebep olan *Z.rouxii* fermente soya ürünü miso üretiminde rol oynar.

3.3. Küf Mantarları

Bakteri ve birçok mayanın aksine küfler karmaşık yığınlar halinde gelişirler. Çok süratli bir yayılma özelliği gösterirler. 2-3 günde 5 ile 10 cm^2 'lik alanı kaplayabilirler. Oluşan filament yığına misel adı verilmektedir ve miseller hiflerden oluşmaktadır.

Eşeysiz çoğalmada sporlar Sporangiofor denilen keseler içinde veya açıkta oluşur. Açıkta meydana gelen sporlara konidi denmektedir. Miselin herhangi

bir hücresinin çevresinde kalın çeperler oluşması sonucu meydana gelen yapıya klamidospore denir.

Bu yapıların hepsi çevre şartlarına çok daha dayanıklıdır. Miseller bölmesiz olduğu gibi, septalı (bölme) da olabilirler. Septalı misellerin küçük parçalara ayrılması sonucunda ise Artrospor veya Oidiumlar meydana gelir. Küflerin oluşturduğu eşeysiz sporlar onlara karakteristik renklerini verir. Küfler eşeysiz sporları yanında askospor, oospor ve zigospor gibi eşeyli sporlar da oluştururlar. 1980' li yıllara kadar gıda kaynaklı küflerin sistematğinde herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Sadece bazı bilinen cins ve türlerin üremeleri ile ilgili durumları daha detaylı olarak belirlenmiştir. Bu kısımda gıda mikrobiyolojisi için önemli olan küf cinsleri anlatılacaktır.

Thallophyta'ya mensup sınıf ve cinsleri içine alır. Besin maddeleri üzerine beyaz veya renkli hifler teşkil eden mantarlardır. Bu mantarlar iplikli veya çok çekirdekli bir yapıya sahip olan vejetatif organlara sahiptir. Küf hücreleri hifleri, hifler miselleri oluşturur. Misellerin gelişmesiyle oluşan küf yığını Thallus adını alır. Seksüel ve seksüel olmayan bir çoğalma vardır. Hifler üzerinde oluşan sporlar vasıtasıyla oluşan çoğalma yaygındır. Sporlar ya sporangiumlar içinde bir kese içinde meydana gelir, (*Mucorlar*, *Rhizopus*) veya *Penicillium*'da olduğu gibi; sporlar bir kese içinde değil konidiler şeklinde (konidiospor) meydana gelir (*Aspergillus*).

Eşeyli çoğalma; Farklı cinsiyete sahip iki misel parçasını uygun bir ortamda birleştiklerinde yeni bir fert meydana gelir. Meydana gelen yapıya zigospor denir. Fermentasyon teknolojisinde çok önemlidir.

Küf mantarları bazı hastalıklara ve gıda maddelerinin bozulmasına (küflenmesine) yol açarlar. Salgıladıkları mikotoksinler kanserojendirler (Bunlardan özellikle aflatoksin önemlidir).

3.3.1. Önemli küf cinsleri

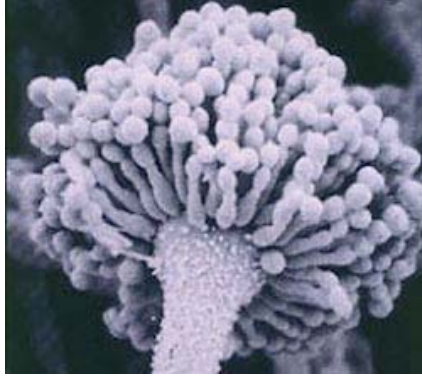
Alternaria

Bu küfler septalı misel oluştururlar. Konidiler ve konidioforları koyu renklidir. Konidilerde enine ve boyuna septalar bulunur. Bitkisel ürünlerin çoğunda bozulmalara neden olurlar. *A. solani* patateslerde sert çürüme yapar. *A. teneus* meyvelerde mavi küf çürümesine neden olur. *A. radicina* havuç ve kerevizde, *A. brasicae* ise marul ve kıvırcıkta siyah benekler oluştururlar. *A. citri* özellikle greyfurt ve portakal gibi narenciye meyvelerinde yumuşak çürüme yaparak pazarlama sorunlarına neden olur. *A. tenuissima* bir tarla küfüdür ve buğdayda gelişebilir. İlave olarak kırmızı etten de izole edilmiştir. *A. citri*, *A. tenuissima* ve *A. alternata* bir mikotoksin olan tenuazonik asidi oluştururlar.

Aspergillus

Misellerinden dik olarak yükselen konidioforların uçları küre veya oval şeklinde şişkindir. Konidiler tek hücreli, yuvarlak ve değişik renklidir. Pek çok gıda üzerinde sarı, yeşil, turuncu veya siyah koloniler oluştururlar. Miselleri septalıdır. Bu cinsin bazı türleri kanserojen özellikte aflatoksin üretirlerken, bazıları endüstride proteaz enzimi veya sitrik asit üretiminde kullanılarak gıda endüstrisine hizmet vermektedir. Hububat ve ürünleri,

meyve, sebze, et ve diğer pek çok gıda üzerinde yaygın olarak bulunurlar. *A. flavus* ve *A. parasiticus* aflatoksin oluşturmaktadırlar. *A. oryzae* pirinçten sake içkisinin yapılmasında ve α -amilaz üretiminde kullanılır. Bu küfden aynı zamanda soysos imalinde ve koji fermentasyonunda starter olarak yararlanılmaktadır.



Şekil 14. *Aspergillus flavus*.

A. niger meyvelerde siyah küf çürümesine ve ekmeklerde sarı pigment oluşumuna neden olmakta aynı zamanda endüstride sitrik asit, lipaz, invertaz, glukoamilaz, β -galaktozidaz enzimlerinin üretiminde kullanılmaktadır. *A. glaucus* ve *A. restrictus* depo funguslarıdır ve fasulye ve soya gibi ürünlerde sorun oluşturur. *A. candidus* ve *A. chevalieri* türleri *A. parasiticus*'un aflatoksin üretimine engel olurlar. *A. ochraceus*, *A. alliaceus*, *A. ostiarius* ve *A. mellus*; *Penicillium viridicatum*, *P. cyclopium*, *P. variable* ile beraber bir başka mikotoksin olan okratoksini üretirler. *A. versicolor*, *A. nidulans* ve *A. rugulosus* ise sterigmatoksin adlı toksini oluştururlar. *A. fumigatus* nişastalı organik bileşiklerden insan veya hayvanlar için kullanılabilecek mikrobiyel protein üretiminde kullanılır.

Botrytis

Bu organizma uzun, ince ve çoğu kez renkli konidioflar oluşturur. Miselleri, septalı olup konidiler en uçtaki hücre üzerinde meydana gelir. Konidileri tek hücreli olup, gri renklidirler. Birçok bitki ve bitkisel gıda üzerinde gri küflenmeye yol açarlar. Meyve ve sebzelerin pazarlanması sırasında büyük sorun oluştururlar. *B. cinerea* bağlarda görülen küllenme hastalığını yapar. Turunçgiller, çilek, armut, elma, üzüm gibi pek çok sebze ve meyvelerde de gri küf çürümesine neden olurlar. *B. allii* soğanların boyunlarında gri çürüme yaparak boğazdan itibaren dokuyu yumuşatır.

Byssochylamys

Ascomycetlere dahil olan bu cins ask içinde 8 tane askospor oluşturur. Diğer ascomycetlerden farklı olarak ask'ın etrafını çevreleyen askokarp veya duvar bulunmaz. Askosporları ısıya dayanıklı olduğu için özellikle yüksek asitli gıdaların bozulmalarında önemli rol oynar ve düşük Eh değerlerine

dayanıklılırlar. Toprakta ve olgunlaşmakta olan meyvelerde bulunurlar. En önemli türü olan *Byssoschylamys fulva* ve *B. nivea* ısıl işlem görmüş asidik gıdaların özellikle konserve meyve ve meyve sularının bozulma etmenidirler. Bozulmanın yanı sıra bu iki tür patulin toksini üreticisidirler. Bazı türlerinden ise pektinaz enzimi üretiminde yararlanılır.

Cladosporium

Miselleri septalıdır. Kültürde kadifemsi, zeytin renginden siyaha değişen pigment oluştururlar. Bazılarının konidileri limon şeklindedir. *Cladosporium herbarum* sığır eti ve dondurulmuş kuyruk yağında siyah benek oluşturur. Kimi türleri tereyağı ve margarinde bozulma yapar, kimileri ise meyvelerde siyah kök çürümesine neden olur. İlave olarak bu cins bir tarla küfüdür ve buğday, arpa gibi hububatlarda sıklıkla rastlanır. *C. herbarum* ve *C. cladosporioides* meyve ve sebzelerde yaygın bulunan türleridir.

Fusarium

Bu küfler çok miktarda pamuk görünümünde ve pembe eflatun veya sarı renkli miseller oluştururlar. Konidiler tek veya zincir şeklinde oluşur. Pek çok sebze ve meyvenin bozulmasına neden olan bu küfler muzlarda görülen boyun çürümesine de neden olurlar. *F. culmorum* tereyağında koyu pembe lekeler oluşturur, kuşkonmazda ise başlangıçta beyaz duman renkli miseller meydana getirir, doku daha sonra ıslak bir görünüm alarak yumuşar ve çürür. *F. oxysporum* aynı *F. culmorum* gibi etki yapar ancak pembe miseller yerine kahverengi miseller oluşturur. *F. oxysporum* ve *F. sambucinum* sambutoksin, *F. monilioforme* (*Gibberalla fujikuroi*), *F. proliferatum* ve *F. hygami fumonis*, *F. graminearum* (*F. roseum*; *Gibberalla zeae*) zearalenon toksinini oluşturur. *F. monilioforme* incirlerde yumuşak çürüme veya endosepsis denilen hastalığa neden olur. Burada küf, incir yüzeyinde pembe lekeler ve dışı açık olan delik kısmından da şiddetli koku yayılmasına neden olur.

Geotricum

Daha önceleri *Oidium lactis* ve *Oospora lactis* olarak bilinen bu cins içinde maya benzeri organizmalar da vardır. Değişik renkte fakat genellikle beyaz koloniler oluştururlar. Miselleri septalı olup çoğalmaları misellerinin artrospora parçalanmasıyla meydana gelir. Bu organizmalara çeşitli peynirlere aroma kazandırmaları nedeniyle, bazen süt küfü adı verildiği gibi, gıda endüstrisinde, gıdalarla temas eden alet ve ekipmanın üzerinde geliştiği için makina küfü de denmektedir. Bu durum özellikle domates işleyen işletmelerde görülür.

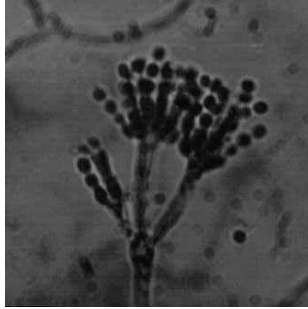
Geotricum albidum özellikle turunçgillerde, şeftali ve süt kremasında ekşimeye neden olur. Et ve sebzelerde de yaygın olarak bulunur. *G. candidum* ekmek mayasına bulaştığında bu mayayla imal edilen ekmeklerde küf kokusuna neden olur. Özellikle bu tür, makina üzerinde gelişen *Geotricum* 'lara örnek olarak verilir. Bazı türleri Uzak doğuda tüketilen Gari adlı ürünün fermentasyonunda starter kültür olarak kullanılır.

Mucor

Septasız misel oluştururlar. Sporları sporangium adı verilen kese içinde oluşur. Gıdalarda yaygın olarak bulunan bu küflerden *Mucor miehei* ve *M. pusillus*, *Endothia parasitica* ile birlikte peynir mayası olarak da bilinen mikrobiyel rennet (rennin) enzimi üretiminde kullanılır. *M. rasemosus*, *M. mucedo* ve *M. lusitanicus* etlerde püsküllenme hastalığına neden olurlar. Etin donma sıcaklığına yakın bir sıcaklık derecesinde saklanması sırasında bu küfler sporulasyon yapmadan beyaz renkli, tüylü yapıda miseller oluşturarak etin püsküllü bir görünüm almasına neden olurlar. *M. pyriformis* endüstride sitrik asit üretiminde; *M. rouxii* amilaz ve *M. miehei* ise mikrobiyel lipaz enzimi üretiminde kullanılır.

Penicillium

Oluşturdukları miseller septalıdır. Konidiforları bazen tek, bazen de dallanmış haldedir. Uç taraflarında fırça görünümünde konidi taşıyıcıları yer alır. Konidileri yuvarlak olup, maviden mavi-yeşile kadar değişen tonlarda koloni oluştururlar ve bunları hemen hemen her türlü gıda maddesi üzerinde görmek mümkündür. Bazı türler peynir yapımında önem taşırken, bazıları da antibiyotik üretiminde kullanılmaktadırlar. Toprak, hava, toz, unlu gıdalar, meyveler üzerinde yaygın olarak bulunurlar. Bunlardan *Penicillium expansum* meyvelerde yumuşak çürüme, *Penicillium digitatum* ve *Penicillium expansum* ise turunçgillerde yumuşak çürümeye neden olmaktadır.



Şekil 15. *Penicillium* sp.

P. camamberti ve *P. roqueforti* peynir üretiminde kullanılır. *P. puberulum*, *P. cyclopium*; *A. ochraceus* ile penisilik asit, *P. citrinum*, *P. viridicatum* citrinin, *P. patulum*, *P. expansum*, *P. claviforme*; *A. clavatus*, *A. teneus* ve bazı *Aspergillus* suşları, *Byssoschlamys nivea* ve *B. fulva* ile birlikte patulin (calvisin, expansin) toksini üretirler. *P. viridicatum*, *P. cyclopium*, *P. variable* ve bazı *Penicillium* türleri ise okratoksin üreticisidirler. *Penicillium nalgiovensis* ve *P. camamberti*'nin kuru sosislere starter olarak ilave edilmesinin mikotoksin üreten suşların gelişimini inhibe ettiği belirtilmektedir.

Rhizopus

Bu küflerin septasız misellerinde tipik olarak stolon ve rhizoidler bulunur. Sporogioforlar stolonların birleşme yerlerinden çıkar. Sporları genellikle siyah renkli olup sporangium içinde oluşur. Doğada çok yaygın olan bu küfler her türlü gıda maddesinden izole edilebilirler. Bazıları endüstride nişastadan alkol elde edilmesinde kullanılır. *Rhizopus stolonifer* gıdalarda en yaygın bulunan türüdür ve ekmek küfü olarak bilinmektedir. Çeşitli sebzeler ile elma, armut, üzüm, incir ve sert çekirdekli meyvelerde yumuşak çürümeye neden olur. Buzdolabı sıcaklığında saklanan bazı et ürünlerinde ve kuyruk yağında siyah benekler oluşturur. *R. oligosporus* oncom, bonkre ve tempeh gibi fermente ürünlerin üretiminde starter kültür olarak kullanılır.

3.3.2. Küf mantarlarının önemi

Küf mantarlarından antibiotikler elde edilmektedir. Ayrıca vitamin, çeşitli organik asitler, enzimler elde edilmektedir. Çeşitli peynirlerin olgunlaştırılmasında bazı küf mantarları kullanılmaktadır. Rokfor ve Kamember peynirlerinin elde edilmesi (*Penicillium roqueforti*, *Penicillium camemberti*)

Aspergillus niger: Özellikle oksalik ve sitrik asit fermentasyonu yaparlar. Diastaze enzimince zengindir. Endüstriyel amaçla geniş olarak kullanılır.

Aspergillus oryzae: Uzak doğuda bazı içkilerin yapımında kullanılır. Nişasta çeşitli enzimlerle şekerlendirilir ve sonra bu küf ile inoküle edilir.

Mucor ve *Rhizopus*: Hifleri meyve, sebze içine uzanarak bunların bozulmalarına sebep olurlar. Endüstride nişastanın şekerlendirilmesinde kullanılır.

Botrytis cinerae: Asil küf de denir. Her yerde bulunmaz, şarap mahzenlerinde özel bir aroma meydana getirirler. Bordeaux şaraplarının çeşnilendirilmesinde kullanılır.

Cladosporium cellara (Mahzen küfü): Mahzen duvarlarını kaplamıştır. Miselleri yeşilimsi (Yeşil misel), siyahtır. Havadaki alkol, ester ve uçar asitleri assimile eder, kullanır ve havayı temizler.

3.4. Bakteriler

3.4.1. Bakterilerin tanımlanması

Bakterileri tanımlama güçtür. Çünkü tanımlama geniş veya dar anlamda alındığı zaman birçok mikroorganizmanın bakterilere dahil edilmesi veya bakterilerin dışında bırakılması gerekecektir. Bununla beraber bir tanımlama yapmak zorunluğu da vardır. Bakteriler tek hücreli ve *Schizomycetes* (Shiz-omi-se-tes =bölünen fungi) sınıfına dahil mikroorganizmalardır.

Bakteriler 3 şekil gösterirler: Kok, çomak ve kıvrık çomak (vibrio ve spirillum). Birkaç bakteri ipliksi (filament) veya küf-benzeri görünüştedir. Bazıları kirpikçik (flagellum) denilen hareket organı içerir ve bunun yardımıyla ortam içinde hareket ederler. Bazılarında ise amobit benzeri bir hareketlilik vardır. Bakterilerde çekirdeğin olup olmadığı uzun tartışmalardan sonra bugün kesin olarak kabul edilmiş bulunmaktadır. Bakteriler hücrenin enlemesine bölünmesiyle çoğalırlarsa da, başka çoğalma

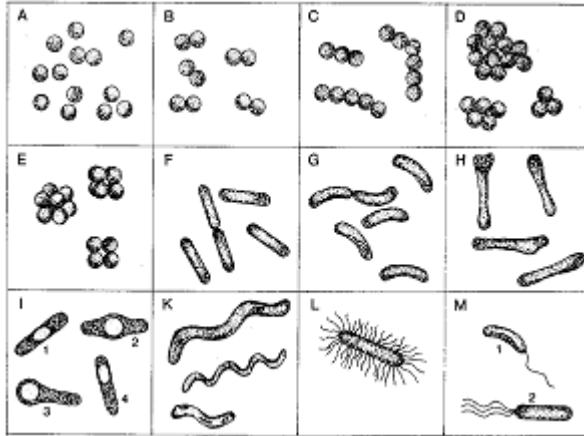
şekillerine rastlamak da olanaklıdır. Birçokları saprofit veya parazittir. Beslenme yönünden birçokları heterotrof iken, birkaçı ototrof bir karakter gösterir. Birçok bakteriler ekonomik yönden önem kazanmışlardır. Çünkü bunlar kompleks organik maddeleri solunum ve fermentasyon yoluyla canhların çeşitli şekillerde istifade edebilecekleri maddelere dönüştürmektedirler. Esasında bakterilerin bizi ilgilendiren tarafı da bakterilerin bu metabolizma faaliyetleridir.

Çok küçük ve tek hücreli canlılardır. Şekil itibari ile;

- Yuvarlak
- Çomak
- Spiral

Yuvarlak olanlara coccus denir.

- Monococcus
- Diplococcus
- Streptococcus
- Staphylococcus



Şekil 16. Bakterilerin morfolojik yapıları.

Büyüklikleri 0,5 μm boyundadırlar. Kamçıları bulunabilir, genellikle bölünme ile çoğalıp, eşeyli çoğalma yoktur. Bakteri hücreleri içinde de sporlar meydana gelmektedir. Bakterilerdeki sporlaşma bir çoğalma şekli olmayıp, bir form şeklidir. Sporlu bir bakteri popülasyonunda bütün hücreler spor teşkil etmeyip kuvvetli olanların spor oluşturmaları söz konusudur. Organik bileşikler basit inorganik maddelerden sentezleyenlere **ototrof**, organik bileşiklerden beslenenlere heterotroph denir. Patojen bakteriler heterotrofturlar.

Su: Susuz ortamda gelişemezler. Genel olarak bakteriler gelişebilmeleri için 0,93'ün üzerinde su aktivitesine ihtiyaç duyarlar.

Sıcaklık: Sıcaklık istekleri bakımından;

- Psikrofilik
- Mesofilik
- Termofilik

Psikrofiller düşük sıcaklıklarda (-5-20°C), mesofiller (20-45°C), termofiller 45°C'den sonra optimum faaliyet gösterirler. Bütün patojen bakteriler mesofildir.

Oksijene (O₂) ihtiyaç duyup duymamalarına göre,

- Obligat aerob: Gelişebilmeleri için mutlak surette havaya ihtiyaç duyarlar.
- Obligat anaerob: Gelişebilmeleri için mutlak surette havasız şartlara ihtiyaç duyarlar.
- Fakültatif aerob ve anaerob: Havalı ve havasız şartlarda gelişebilirler.

pH: Nötr ortamda (pH=6,6-7,6) optimum gelişirler. Asit yapanlar aside dayanıklıdır.

Hastalık ve bozulma yaptıklarından çoğu zaman istenmezler. Laktik ve asetik asit bakterileri hariç fermentasyon teknolojisinde de istenmezler. Maya çalışmasını engellerler, diastase enzimlerini parçalarlar v.s...

Bazı bakterilerin çıkardıkları enzimlerden faydalanılır. *Bacillus subtilis*'ten elde edilen enzim teknolojide kullanılmaktadır.

3.4.2. Fermentasyon teknolojisinde önemli bakteri grupları

3.4.2.1. Laktik asit bakterileri

Laktik asit bakterileri morfolojik olarak bir birine benzemeyen gram pozitif, hareketsiz ve katalaz negatif bakterilerdir. Bunlar mutlaka laktik asit fermentasyonu yaparlar ve *Sporolactobacillus inulinus* haricinde spor yapanları yoktur. Çubuk şeklindeki (uzun ve kısa) *Lactobacillaceae* familyası sadece *Lactobacillus* cinsi ile tavuk ve kırmızı ette sıkça rastlanan *Carnobacterium* cinsini içine alır. Kok şeklindeki *Streptococcaceae* familyasına *Streptococcus*, *Pediococcus* ve *Leuconostoc* cinsleri dahildir. Eskiden *Streptococcus* cinsi içinde tasnif edilen Enterokoklar şimdi *Enterococcus* cinsi içinde sınıflandırılmaktadır (*E. faecium*, *E. faecalis*). Diğer Streptokoklardan önemli ölçüde farkları bulunan bazı suşlar *Lactococcus* cinsi içinde zikredilmektedir (*L. lactis*; [16s rRNA'nın bileşiminde farklılık]). Laktik asit üreten Y ve V formundaki Bifidobakteriumlar *Actinomycetaceae* familyasına ve *Sporolactobacillus* cinsi de *Bacillaceae* familyasında sınıflandırılmıştır. Laktik asit bakterileri için O₂ toksik olmadığı için bunlar havalı ortamda da gelişebilirler. *Bifidobacterium* istisna olarak %10 CO₂ bulunan ortamda en iyi gelişir (kuvvetli anaerob). Laktik asit bakterilerinin tabii mekanları hasar görmüş bitkiler, insan ve hayvanların bağırsak sistemleri ve yumuşak dokularıdır. (Laktik asit bakterileri belli gelişme faktörlerini mesela vitamin ve amino asitleri sentezleyemedikleri için bu gelişme maddelerince zengin mekanlara uyum sağlamışlardır). Dolayısıyla laktik asit bakterilerinin belirlenmesi için besin ortamını maya ekstraktı, peynir altı suyu veya domates suyu formunda gelişme faktörlerinin ilave edilmesi gerekir. Standardize edilmiş şartlar altında belli laktik asit bakterilerinin gelişme yoğunluğu ortamdaki gelişme faktörlerinin konsantrasyonlarına eşittir. (Bundan dolayı yem ve gıdalarda bu suşların ticari test sistemlerinde tesbiti için az miktarda amino asit (Lysin gibi) veya B grubu vitaminleri kullanılabilir).

Canlı laktik asit bakterilerini ihtiva eden gıdaların günlük alımının faydaları:

1. Kokuşturucu bakterilerin baskılanması ve kabızlık ve geriatrik hastalıkların önlenmesi (kanser)
2. Antibiyotiklerden kaynaklanan ishallerden sakınma (Probiyotik alımı)
3. İmmun stimulasyon ve enfeksiyonlara karşı dayanıklılık.

Temizleyici olarak laktik asit bakterileri

1. Hazmedilemeyen oligosakkaridlerin parçalanması veya dönüşümü (bununla *Bifidobacterium* gibi faydalı bakterilerin gelişiminin hızlandırılması)
 2. Bağırsak pH'sının düşürülmesi
 3. bağırsakta
 - β - Glucuronidase
 - Azoreductase
 - İndol
 - Fekal amonyak miktarlarının düşürülmesi
 4. Lipit metabolizmasının iyileştirilmesi
- Serumdaki
- Kolesterol
 - Trigliseritlerin miktarlarının düşürülmesi.
5. İntestinal bakterilerden kaynaklanan karaciğer tümörü
 - *Bifidobacterium longum* ilavesiyle %46
 - *Lactobacillus acidophilus* katkısıyla %65 oranında azalmaktadır.

Lactobacillus

Düzgün veya kıvrımlı uzun çubuk şeklinde, spor oluşturmeyen, katalaz (-), gram (+) olarak kabul edilmekle birlikte yaşlanmayla gram (-) hücreler oluşturan bakterilerdir. Mikroskop altında çoğunlukla uzun zincirler halinde görülmekle birlikte tek tek de bulunabilirler. Genellikle hareketsiz, çoğu mikroaerofilik veya anaerobik olup homofermentatif ve heterofermentatif türleri bulunmaktadır.



Şekil 17. *Lactobacillus bulgaricus*.

Bitki ve hayvansal materyal üzerinde ve çeşitli gıdalar üzerinde (hububat, et ve süt ürünleri, bira, şarap meyve ve meyve suyu, hamur, turşu ve zeytin) yaygın olarak bulunurlar. Bazıları fermente süt ürünlerinin üretiminde önemlidir. Pek çoğunun gelişme istekleri çok belirgin olduğu için laboratuarda vitamin ve amino asit tayininde ve et ürünlerinin işlenmesinde starter kültür olarak kullanılırlar. Laktobasiller, gıda mikrobiyolojisinde yararlı gruba girmekle beraber zararlı olmaları da söz konusudur.

Bu cinsteki mikroorganizmalar gram pozitif, katalaz ve oksidaz negatif, mikroaerofilik ve fermentatif, bazı türleri mutlak anaerobik, genellikle hareketsiz ince, uzun veya kısa çubuk ya da kokobasil şeklinde bakterilerdir. Bu bakteriler gelişebilmek için kompleks besin maddeleri ve vitaminlere ihtiyaç duyarlar ve bu türler fermente et, süt ve sebze ürünlerinin üretiminde rol oynarlar. *Lactobacillus* cinsine ait türler üç büyük gruba ayrılmaktadır:

Lactobacillus'un alt cinsleri: *Lactobacillus* cinsine mensup bakteriler fermentasyon ürünleri, gelişme sıcaklıkları ve morfolojilerine göre **Thermobacterium**, **Streptobacterium** ve **Betabacterium** olmak üzere alt cinslere ayrılabilirler. *Lb. acidophilus* ve *Lb. delbrueckii* gibi türleri içine alan thermobacterium grubu 45°C de gelişebilen (kısmen daha yüksek sıcaklıklar) 15°C'de gelişemeyen, oldukça uzun çubuklar halinde (Laktik asit uzun çubuk, mesela *Lb. delbrueckii* 9 µm), çoğunlukla tek, çiftler halinde veya kısa zincirler oluşturan homofermantatif laktik asit bakterileridir. Streptobacterium türleri (*Lb. casei*, *Lb. sake*, *Lb. curvatus*, *Lb. plantarum*) kısa çubuklar halinde (Laktik asit kısa çubuk, *Lb. casei* 1,5 µm), genellikle zincir oluşturan, 15°C de iyi gelişebilen fakat 45°C' de gelişemeyen ya da zayıf gelişme gösteren laktik asit bakterileridir.

Betabacterium türleri (*Lb. brevis*, *Lb. fermentum*, *Lb. buchneri*) oldukça uzun (*Lb. brevis*, 15 µm) tek veya zincir halinde, hem 15°C hem de 45°C'de gelişebilen laktik asit bakterileridir.

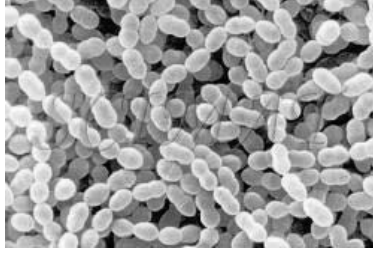
Streptococcus

Streptococcus cinsi Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (Sneath ve ark., Eds. 1986)'da piyozjenik, oral, enterokok, laktik ve diğer *Streptococcus*'lar olmak üzere beş gruba ayrılmıştır. *Streptococcus*'lar gram pozitif, katalaz negatif, genellikle hareketsiz, çoğu türü fakültatif anaerobik, bazı türleri mikroaerofilik ve ört türü mutlak anaerobik, ikili veya uzun zincirler oluşturan kok şeklinde bakterilerdir.

Laktik *Streptococcus*'lar N grubu antijenik yapıya sahip oldukları için N grubu *Streptococcus*'lar olarak da bilinir. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Sneath ve ark., Eds., 1986)'da verilen laktik *Streptococcus* grubu içinde yer alan *S.lactis* ve *S.cremoris* ve *S.raffinolactis* yapılan taksonomik çalışmalar *yaaca-Lactococcus* cinsine transfer edilmişlerdir. Bu üç türe *Lactococcus lactis* *ibsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* ve *Lactococcus raffinolactis*

adları verilmiştir. Bu durumda Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Sneath ve ark., Eds., 1986)'da laktik *Streptococcus*'lar olarak verilmiş olan grup, bu grubun bütün üyeleri *Lactococcus* cinsine transfer edildiği için tamamen ortadan kalkmıştır. Ancak buna karşın Bergey's Manual of Systematic bacteriology (Sneath ve ark., Eds., 1986)'de diğer *Streptococcus*'lar grubuna ahil edilmiş olan *S.bovis* ve *S.thermophilus* ise son kaynaklarda homofermantatif laktik asit bakterileri grubunda yer almaktadır.

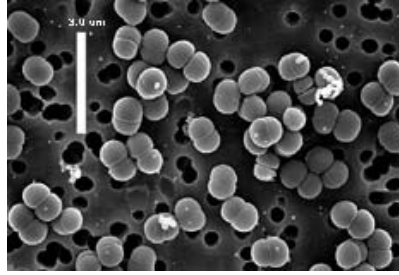
S.bovis ve *S.thermophilus* gram pozitif, katalaz negatif, hareketsiz kok şeklinde omofermantatif laktik asit bakterileridir. Bu iki tür çeşitli karbonhidratları fermentatif yolla kullanarak homofermantatif olarak gaz üretmeden laktik asit retirler.



Şekil 18. *Streptococcus thermophilus*.

Pediococcus

Gram (+), katalaz (-), mikroaerofilik, homofermantatif kok şeklinde bakterilerdir. Hücreleri iki boyutta bölünerek ikili ve dördlü gruplar oluşturabilirler. Diğer laktik asit bakterileri gibi özellikle bitkilerde yaygındır, %5,5' luk tuz konsantrasyonunda rahatlıkla gelişirken, %10'luk tuz konsantrasyonunda zayıf gelişme gösterirler. Laktozu kolayca kullanamadıkları ve ihtiyaçları olan gelişme faktörlerinin bulunmaması nedeniyle sütte iyi gelişemezler. *P. acidilactici* sosis ve sucuk üretiminde, *P. cerevisiae* soysos üretiminde kullanıldığı gibi şarap ve biralarda diasetil ürettiği için kötü kokuya, sünmeye ve sarsina hastalığına da neden olmaktadır. *P. pentosaceus* yeni bir türdür. Bu grup bakterileri gıda mikrobiyolojisi bakımından önemli yapan tuza dayanıklı olmaları, asit üretmeleri ve 7-45°C gibi geniş sıcaklık aralıklarında gelişebilmeleridir. Son kaynaklarda *Tetragenecoccus halophilus* olarak adlandırılan *P. halophilus* yüksek tuz içeren ürünlerde serbest amino asitleri dekarboksile ederek gıda bozulmalarına yol açmaktadır.



Şekil 19. *Pediococcus pentosaceus*

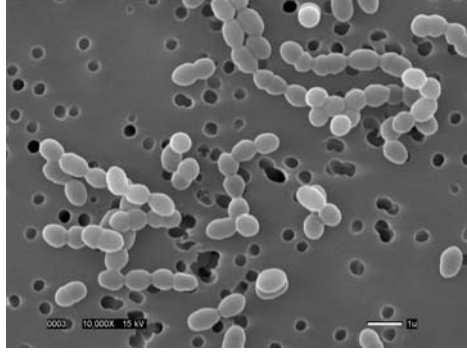
Gram pozitif, katalaz negatif, mikroaerofilik ve fermantatif kok şeklinde bakterilerdir. Koklar tekli ve ikili şekilde bulunabilirler veya kısa zincir veya :trad oluşturabilirler. Bu cinsin türleri tuza dayanıklı homofermantatif türlerdir s bitkilerde, turşu, bira, şarap gibi fermente ürünlerde bulunurlar. %5,5 tuz onsantrasyonunda rahatlıkla gelişebilirler, %10 tuz konsantrasyonunda da zayıf ir gelişme gösterirler. Şekerlerden %0,5-0,9 oranında laktik asit üretirler, ielişebildikleri sıcaklık aralığı 7-45°C'dir ve optimum gelişme sıcaklıkları ise 5-32°C arasında değişir. Bu cinse ait türler tuza toleranslı olmaları, asit retimlerinin yüksek olması ve oldukça geniş bir sıcaklık aralığında elişebilmeleri nedeniyle gıda mikrobiyolojisinde önemlidirler.

P.cerevisiae, *P.acidilactici* ve *P.pentosaceus* yeni kaynaklarda verilen *ediococcus* türleridir. *P.cerevisiae* ve *P.acidilactici* türleri en önemli starter kültürler arasında yer alırlar. Bu starterlar özellikle turşu ve sucuk fermentasyonunda rol oynamaktadırlar, şarap ve bira gibi alkollü içkilerde ise diasetil üretmeleri nedeniyle kalite kaybına neden olurlar. Son kaynaklarda *Tetragenococcus halophilus* olarak adlandırılan *Pediococcus halophilus* yüksek oranda tuz içeren ürünlerde serbest aminoasitleri dekarboksiledebilme yeteneği nedeniyle problem yaratabilmektedir. *Pediococcus* türleri laktozu kolayca kullanamamaları ve ihtiyaç duydukları gelişme faktörlerinin bulunmaması nedeniyle sütte iyi gelişemezler.

Leuconostoc

Gram (+), katalaz (-), hareketsiz, fakültatif anaerob, kok şeklinde laktik asit bakterileridir. *L. cremoris* süt ürünlerinde aroma maddesi oluşturur, özellikle asetaldehiti etil alcole dönüştürerek tereyağında yoğurt aroması oluşumuna engel olmaktadır. Bir tür hariç *Leuconostoc* türleri laktozu heterofermantatif yolla kullanarak laktik asit yanında, etil alkol ve karbondioksit üretirler. Bitkilerde ve sütte çok yaygın olarak bulunurlar. *L. mesenteroides* türleri turşu fermentasyonunda önemlidir. Yüksek şeker konsantrasyonuna dayanıklıdırlar. Hatta %55-60 oranındaki şeker ortamlarında kolayca gelişebilmektedirler. Bu nedenle şeker fabrikalarında, şurup, kek, dondurma gibi ürünlerin üretimi sırasında kolayca gelişebilmekte ve ürettikleri mukoz madde nedeniyle sorun oluşturabilmektedirler. Bu türler tıpta kullanılan dekstran üretiminde kullanılır.

Tuza (%3-6,5) toleranslıdırlar. Bu özelliklerinden dolayı salatalık turşularının ilk aşamasında *L. mesenteroides* 'e rastlanmaktadır.



Şekil 20. *Leuconostoc* sp.

Gram pozitif, katalaz negatif, hareketsiz, fakültatif anaerob kok şeklinde heterofermantatif laktik asit bakterileridir. Son yapılan genetik çalışmalarla *Leuconostoc* cinsine ait sekiz tür belirlenmiştir. *Loenos* bu cins içinde farklı özelliklere sahip bir türdür. Bu tür hariç diğer *Leuconostoc* türleri laktozu heterofermantatif yolla fermente ederek laktik asitin yanında önemli miktarlarda etil alkol ve karbondioksit üretirler. Bu mikroorganizmalar doğal olarak bitkilerde ve sütte yaygın olarak bulunur. *L.mesenteroides* ve *L.dextranicum* türleri turşu fermentasyonunda, *L.cremoris* ise tereyağı fermentasyonunda önem taşıyan türlerdir. *L.dextranicum* ve *L.cremoris* sütte bulunan sitrik asidi fermente ederek diasetil üretirler. Laktik *Streptococcus*'lan stümüle edici etkileri nedeniyle yayıkaltı, yağ ve peynirde de starter kültür olarak kullanılırlar.

Gıdalarda önem taşıyan *Leuconostoc* türlerinin bazı özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

1. Heterofermantatif mikroorganizmalar oldukları için diasetil ve diğer bazı tat ve aroma bileşikleri üretirler
2. Tuza toleransları vardır. Çoğu türü %3, bazı türleri de %6,5 tuz konsantrasyonunda gelişebilirler. Bu özelliğinden dolayı salatalık turşusu fermentasyonunun ilk aşamasında *L.mesenteroides* yer almaktadır.
3. Sebze fermentasyonunun ilk aşamasında *Leuconostoc* cinsi bakteriler diğer laktik asit bakterilerine ve ortamda bu mikroorganizmalarla rekabet eden diğer mikroorganizmalara kıyasla çok daha hızlı bir şekilde ve yeterli düzeyde asit üretirler. Bu durum ortamda mevcut ve laktik olmayan diğer mikroorganizmaların (örneğin gıdalarda bozulmaya ve insanlarda hastalıklara neden olan mikroorganizmalar gibi) hızla inhibisyonuna neden olur.
4. Yüksek şeker konsantrasyonuna dayanıklı mikroorganizmalardır. *L.mesenteroides* ve *L.dextranicum*'un geliştirebildiği şeker konsantrasyonu düzeyi %55-60'a kadar çıkabilmekte ve bu türler şurup, kek ve dondurma

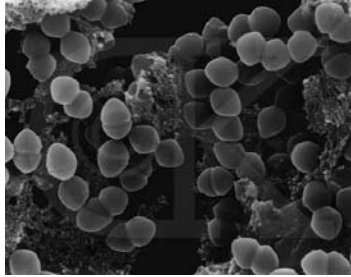
mikslerinde kolaylıkla gelişebilmektedir.

5. Şekerlerden oldukça fazla miktarda karbondioksit üretirler. Üretilen bu karbondioksit peynirde arzu edilmeyen bir kusur oluşumuna ve şurup gibi yüksek konsantrasyonda şeker içeren gıdalarda ise bozulmaya neden olurken, ekmekte kabarmaya yardımcı olur.

6. Sakaroz içeren ortamlarda yapışkanimsi bir gelişme gösterirler. Bu durum dekstran üretiminde (*L.mesenteroides* ve *L.dextranicum* tarafından üretilir) bir avantajdır ancak yüksek oranda sakaroz içeren şeker kamışı ve şeker pancarından sakaroz üretiminde sorun oluşturabilir.

Enterococcus

Bu cins daha önceki sınıflandırmada *Streptococcus* cinsi içinde yer alan Lancefield serolojik D grubu kokların bazılarının oluşmaktadır. 16 türü mevcuttur. En az üç türü D grubu antiserumla reaksiyona girmez. 1984 yılından önce yapılan çalışmalar sonucunda fekal *Streptococcus* grubunun iki tür ve üç suş içerdiği kabul edilmiştir. Bu gruba daha sonra Lancefield D grubu antijen içermeleri nedeniyle *S.bovis* ve *S.equinus* ilave edilmiştir. O yıllarda yapılan son sınıflandırmada enterokoklar ve fekal *Streptococcus*'lar grubu hemen hemen aynı gruba ifade etmekteydi. Ancak 1984 yılından sonra yapılan çalışmalarla eski sınıflandırmada klasik enterokoklar içinde yer alan *S.faecalis* ve *S.faecium* yeni sınıflandırmada *Enterococcus* cinsine dahil edilmişlerdir.



Şekil 21. *Enterococcus* sp.

Bu yeni cins içerisinde *Enterococcus faecalis*, *E.faceium* ve *E.durans* türlerine 13 ayrı tür eklenmiştir. *E.faecalis* insan ve hayvan dışkısında bulunan fekal orijinli bir türdür, *E.faecium*'a ise yaban domuzlarında daha fazla rastlanır. Ancak diğer türlerin doğadaki dağılımı hakkında pek fazla bilgi yoktur. Ayrıca yukarıda sözü edilen üç tür hariç diğer 13 türün sanitasyon açısından fekal indikatör olarak önemi çok azdır.

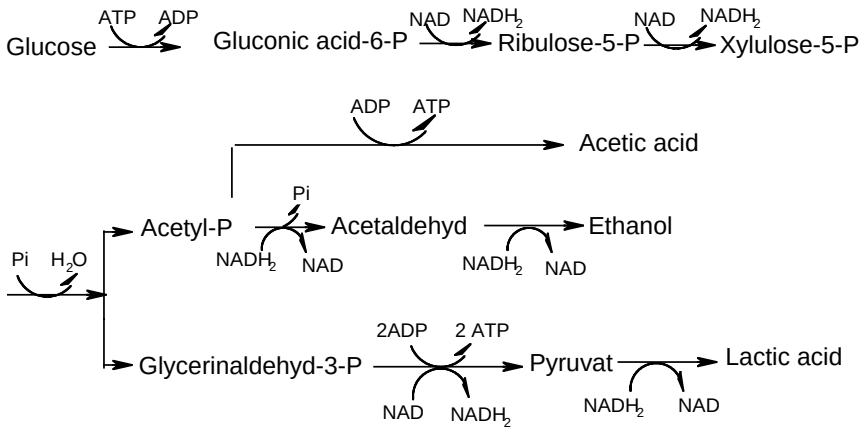
Enterococcus cinsi içindeki mikroorganizmalar aerobik ve fakültatif anaerobik, katalaz negatif (oksijen varlığında gelişen ve pseudokatalaz üreten bazı türler hariç) pek "çok patojen bakterinin gelişebildiği pH aralığının üzerinde gelişebilen kok şeklinde bakterilerdir. Gelişebilmeleri için gerek B vitaminleri ve gerekse bazı temel aminoasitler açısından pek çok gram pozitif bakteriden çok daha fazla

oranda besin maddesine ihtiyaç duyarlar. *Enterococcus* cinsi içinde yer alan 16 türün tamamı 9,6 pH'da, %40 safra içeren ortamlarda, 10°C'ye 45°C'de ve %3 tuz konsantrasyonunda gelişebilirken, *E.faecalis* ve *E.faecium* türleri ise tuza diğer türlere kıyasla daha dirençlidir ve %6,5 tuz konsantrasyonunda gelişebilirler. Bu cins içindeki türlerin G+C mol yüzdeleri %37-45 arasında değişmektedir. Bütün türleri eskülini (esculin) hidroliz eder, *E.casseliflavus* ve *E.mundtii* türleri sarı pigment, *E.avium* ve *E.malodoratus* türleri H₂S, *E.casseliflavus* ve *E.gallinarum* türleri ise menakuinon üretir.

Laktik asit bakterilerinin fermentasyon ürünleri:

Laktik asit bakterileri homofermantatif veya heterofermantatif grup olmak üzere ayrılabilir. Homofermantatif türler şekeri Fructose-biphosphat yolu (Glikoliz) üzerinden hemen hemen tamamen laktik aside parçalarlar. (2 mol ATP kazanılması ile 1 mol glukozdan 2 mol Pryvat oluşturulur. Glycerinaldehyd-3-phosphat'ın dehidrojenasyonunda kaybedilen H Pyruvat'a geçer).

Heterofermantatif laktik asit bakterileri Aldolase ve Triodephosphat isomerase'a sahip değildirler ve bundan dolayı glukozu homofermantatif laktik asit bakterileri gibi Fructose- biphosphat yolu üzerinden parçalayamazken, aksine Pentose-phosphat yolu üzerinden parçalarlar. Nihai ürün olarak *Leuconostoc mesenteroides* gibi suşlar laktik asit, etanol ve CO₂ üretirler.



Şekil 22. Heterofermantatif laktik asit fermentasyonu.

Lactobacillus brevis gibi diğer heterofermantatif laktik asit bakterileri (Acetyl- Phosphat'dan ilave bir mol ATP kazanımıyla) asetik asit üretirler. H- Akseptörünün fonksiyonu bunun yanında Acetyl-Phosphat için fruktoz veya glukozdan Mannit oluşumunu üzerine alır.

(1) Glucose----- Laktik asit +Asetik asit + CO₂ +NADH₂ +2 ATP

(2) NADH₂ + Fruktöz----- Mannit +NAD

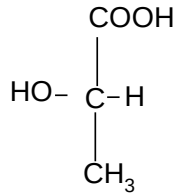
Başka bir parçalanma yolu üzerinden *Bifidobacterium bifidum* Glucose'dan laktik asit ve asetik asit üretir.

2Glukoz ----- 2 Laktik asit + 3 Asetik asit

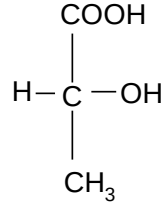
Laktik asitin Stereo özelliği:

Lactat – dehydrogenase' ın stereo özelliğine bağlı olarak polarize ışığı sola çeviren ve insan organizması tarafından zor sindirilen D(-)- Laktik asit veya polarize ışığı sağa çeviren ve kolayca sindirilen L(+)-Laktik asit üretirler.

% 100 L(+) – Laktik asit üreten laktik asit bakterileri (*Streptococcus* ve *Bifidabacterium* türleri) olduğu gibi, % 100 D(-)– laktik asit üreten (*Lb. bulgaricus*, *Lb. lactis*, *Leuconostoc* türleri) ve her iki izomeri üreten laktik asit bakterileri (*Lb. acidophilus*, *Lb. helveticus*) vardır.



L (+) Laktik asit

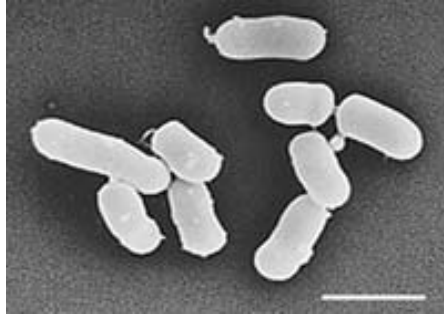


D (-) Laktik asit

Şekil 23. Laktik asitin stereo özelliği

3.4.2.2. Propiyonik asit bakterileri

Propionibacteriaceae familyasına dahil düzensiz şekilli, hareketsiz, sporsuz, gram pozitif, kokoid veya çubuk şeklinde bakterilerdir. Bu familya içinde sadece *Propionibacterium* cinsi gıdalarda önemlidir. Bu cins süt ürünlerinde özellikle peynirlerde önem taşır ve 11 türü mevcuttur. Katalaz pozitif ve oksijene toleranslı anaerobik bakterilerdir. *Propionibacterium* cinsi bakteriler karbonhidratlardan yüksek oranda propiyonik asit, asetik asit ve CO₂, daha az oranda ise izovalerik, süksinik, formik ve laktik asit üretirler. Optimum gelişme sıcaklıkları 30°C ve optimum gelişme pH'ları ise 6,0-7,0 arasındadır. Propiyonik asit bakterilerinin çoğu laktik asidi fermente ederek propiyonik asit, asetik asit ve COT üretirler. Bu özellik İsviçre tipi peynirlerin üretiminde önem taşımaktadır. Nitekim İsviçre tipi peynirlerde (Emmentel ve Gruyere) *P.freudenreichii* laktik asidi fermente ederek gaz üretir, peynirde gözenek oluşumuna neden olur ve lezzeti olumlu yönde etkiler. Bazı türleri gri, pembe, kırmızı, sarı ve turuncu pigment oluşturur. Pigment üreten türler peynirde istenmeyen renk oluşumuna neden olmaktadır.



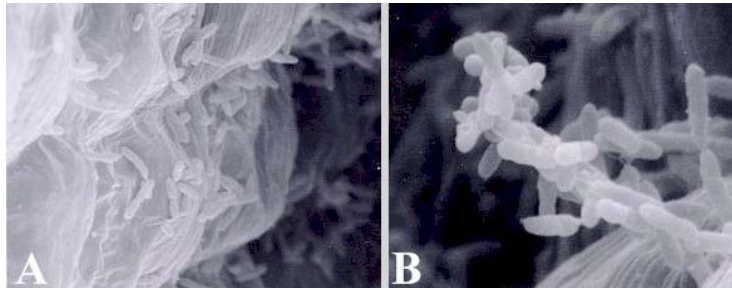
Şekil 24. *Propionibacterium freudenreichii*.

3.4.2.3. Asetik asit bakterileri

Pseudomonadaceae familyasına dahil, gram negatif, katalaz pozitif, oksidaz negatif, hareketli, mutlak aerobik, kavisli çubuk şeklinde bakterilerdir. *Acetobacter* ve *Gluconobacter* cinsi bakteriler çeşitli organik bileşikler, organik asitlere okside ederler ve endüstriyel fermentasyonla sirke üretiminde kullanılırlar. Tabiatta oldukça yaygın şekilde bulunurlar özellikle alkol fermentasyonunun gerçekleştiği bitkilerde daha yaygındırlar. Bu familyanın iki cinsinden biri olan *Acetobacter*'in 7 türü mevcuttur. Sirke bakterileri olarak bilinen *Acetobacter aceti* ve *A.xylinum* laktik asit bakterilerinin tam tersine aerobik ve oksidatif bakterilerdir. Bunlar alkolü oksijenli ortamda asetik aside dönüştürürler.

Acetobacter

Bu bakteriler genç hücreleri gram(-), yaşlı hücreleri gram değişken, spor oluşturmeyen, aerobik, katalaz (+) çubuk şeklindedir. Hareketli ve hareketsiz türleri vardır. Alkolü asetik aside okside etmeleri nedeniyle sirke işlemede yararlı, alkolü içki üretiminde ise zararlıdırlar. Organizma doğal olarak meyve ve sebzelerde bulunur. Bazı türleri asetik asit ve laktik asidi oksidasyon yoluyla CO₂ ve suya dönüştürürler. *Acetobacter xylinum* gibi aşırı derecede mukoz oluşturan bazı türleri sirke üretiminde üremeye başlayarak sirke jeneratörlerinin tıkanmasına yol açarlar.



Şekil 25. *Acetobacter* sp.

Fermentasyon Mikroorganizmaları

Gluconobacter

Gram (-) olup yaşlı hücreleri Gram (+)'e dönüşebilir. Mutlak aerob, katalaz (+), oksidaz (-), polar flagellumlu olmalarına rağmen bazıları hareketsiz, çubuk şeklinde bakterilerdir. Fermentatif değil, oksidatif bir metabolizmaya sahiptirler. Etanolü asetik aside okside ederler. Sebze, meyve, ekmek mayası, bira, şarap ve sirke üreyerek bozulmalara yol açar. Bu cinsin tek temsilcisi *Gluconobacter oxydans* 'dır. Bu bakteriden endüstride C vitamini üretiminde yararlanılır.

4. BÖLÜM

MİKROBİYOLOJİK METABOLİZMANIN ESASLARI

Mikroorganizmaların çoğalma ve gelişmelerinde rol alan çok sayıda enzimatik işlemlerin bir integrasyonu olan metabolizma, canlı organizmada meydana gelen bütün biyokimyasal değişimleri (anabolik, katabolik) içine alır. Mikrobiyal metabolizma reaksiyonlarının iyi anlaşılması bir çok fayda sağlamaktadır. Bunlardan en önemlileri şunlardır:

1. Mikroorganizma ile çalışan her araştırmacı veya mikrobiyologun başarılı çalışmalar yapması; mikroorganizma fizyolojisini tanıması ve biyokimyasal olayları çok iyi bilmesine bağlıdır.
2. Büyük pratik öneme sahip bir çok mikrobiyal aktivite ürünü (alkolden, organik asit ve olgunlaşmış peynire kadar) mikrobiyal metabolizma sonucunda oluşmaktadır. Bu özellikle biyoteknoloji açısından önemlidir.
3. Ürettiği toksinlerle bitki, hayvan ve insan hayatını tehdit eden patojen mikroorganizmaya karşı önlem alınması, bunların metabolizmalarını bilmesini gerektirir.
4. Mikroorganizmalar toprak ve bitkilerdeki birçok besin elementinin yararlı hale getirilmesinden insan sağlığı ve biyoteknolojik uygulamalara kadar bir çok alanda oldukça önemli rolleri olan canlılardır. Bu nedenle, bunların metabolizmalarının bilinmesi ve anlaşılması gerekir. Metabolik olayları üç grupta incelemek mümkündür. **Parçalanma (Digestion) Olayları** iki safha olarak ele alınabilir:

4.1. Hücre dışı parçalanma olayları

Protein, nişasta gibi büyük kompleks moleküllerin mikroorganizma hücresi dışında mikroorganizma hücre zarından geçebilecek büyüklüğe kadar hidrolitik olarak parçalanmasıdır. Zira kompleks moleküller, yarı geçirgen (semipermeable) mikroorganizma hücre zarından, hücreye giremeyecek kadar büyüktür. Bu olaylar, mikroorganizma hücresinde, sentezlenerek ortama salgılanan hücre dışı (ekstraselüler) enzimler tarafından katalize edilir.

4.2. Hücre içi parçalanma olayları

Hücre zarından geçebilecek iriliğe kadar parçalanmış olan organik moleküllerin hücre içine girişi basit bir difüzyon olayı olmayıp, hücreye nüfuz edici enzimlerin yardımıyla gerçekleşen bir absorpsiyon olayı sonucunda gerçekleşmektedir. Zira bu işlem için enerji gerekmektedir.

Büyük organik moleküllerin daha ileri parçalanması hücre içerisinde meydana gelmektedir. Bu olaylar, sindirici (digestive) hidrolazlar tarafından gerçekleştirilir. Hücre içi (intraselüler) sindirici hidrolazların parçalanması sonucu oluşan besin maddeleri artık hücre için kullanılabilir durumdadır. Hücre, bu besinleri birbiriyle ilişkili iki hayati olay için aynı zamanda kullanabilir. Bu olaylardan birincisi, yeni hücre sel bileşenlerin sentezi (growth = çoğalma, gelişme), diğeri ise enerji üreten reaksiyonlardır (respiration = solunum ve fermentasyon).

4.2.1. Solunum (respirasyon) ve fermentasyon olayları (Katabolizma)

Hücrede cereyan eden solunum ve fermentasyon olayları sonucu açığa çıkan organik molekülde bağ enerjisi olarak depolanmış enerji, hücre metabolizmasında kullanılır. Solunum ve fermentasyon olayları ileriki bölümlerde detaylı olarak ele alınacaktır.

4.2.2. Biosentez (anabolizma) olayları

Basit moleküller kullanılarak, hücre içerisinde daha kompleks biyomoleküllerin oluşturulduğu kompleks proseslerdir. Mesela; amino asitlerden proteinlerin sentezi, yağ asitlerinden yağların sentezi. Bu sentez olaylarının programlanması ve gerçekleştirilmesi kromozomların DNA'sında şifrelenmiş genetik mesajlarla sağlanmaktadır. Sentez olaylarının son ürünleri olarak; mikroorganizma hücre duvarları, hücre zarları, enzim proteinleri, kromozom materyalleri, protoplazmik proteinler, hayatiyet ve çoğalma için gerekli diğer bileşenler ortaya çıkmaktadır. Biosentez hücrenin başlıca fonksiyonlarından olup, enerji olmadan gerçekleştirilemez. Enerji üreten reaksiyonlarla birlikte vuku bulur.

Bakteriyel metabolizma daha yoğun ve kuvvetli olup, metabolik hız, hayvansal hücrelerden çok daha yüksektir. Zira, çok küçük olan bakteri hücresi, kısa bir zaman zarfında büyük miktarlarda metabolize ederek, ağırlığını birkaç misline çıkarabilir. Bir bakteri hücresindeki metabolik aktiviteyi yakalayabilmek için, bir insanın günde yarım ton gıda tüketmesi gerekecektir. Bakteri hücrelerinin çok yüksek olan bu metabolik aktiviteleri, çok küçük oluşlarına bağlı olarak, nisbi yüzey alanlarının yüksek ve generasyon sürelerinin çok kısa oluşundan kaynaklanmaktadır. Bir tek bakteri hücresi bir günde milyonlarca sayıya ulaşabilmektedir.

Esas olarak mikroorganizma hücresinde meydana gelen bütün değişimler, organik katalizörler olan enzimler sayesinde gerçekleştirilmektedir. Bir enzim molekülü bir milyon molekül substratı katalize edebilmektedir.

Mikroorganizmalar yoluyla elde edilen bir çok ürün ve gıda maddesinin oluşumunun esası, fermentasyon olaylarına dayalı olduğu için, fermentasyonlarda da genelde hedef alınan esas maddeler karbonhidratlar olduğundan, bu kısımda mikroorganizma hücresinde oksidatif ve anoksidatif şartlarda cereyan eden fermentasyon ve solunum olayları incelenecektir.

4.2.2.1. Karbonhidratların mikroorganizmalar tarafından kullanılışı

Mikroorganizmalar kompleks karbonhidratları doğrudan metabolize edemedikleri için, burada esas olarak glukoz metabolizması ve glukozun mikroorganizmalar tarafından kullanılması üzerinde durulacaktır. Zaten normal şartlarda karbonhidrat metabolizması, genelde glukoz metabolizması olarak anlaşılır, zira organizmada diğer şeker türleri de büyük oranda glukozla çevrilerek metabolizmaya girerler.

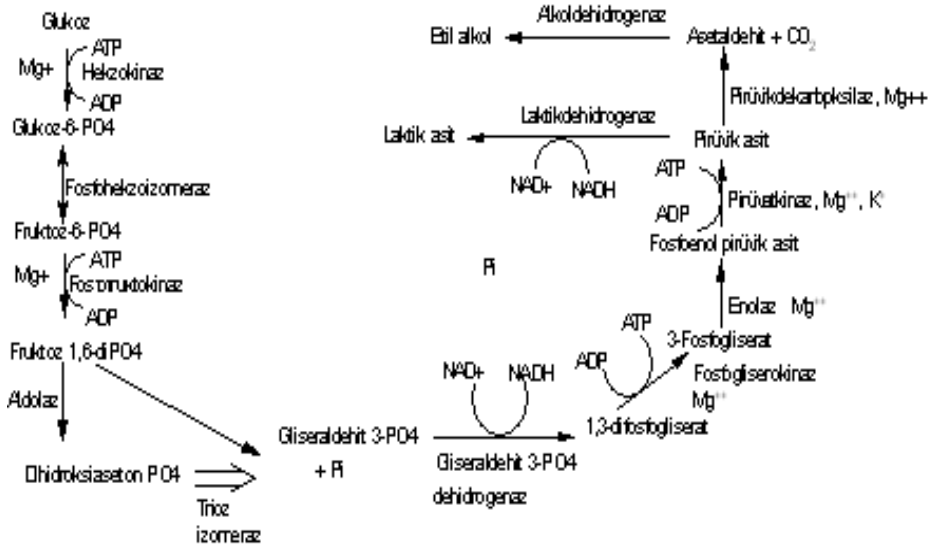
4.2.2.2. Fermentasyon

Mikroorganizmalar glukozu başlıca 3 yolla fermentasyona uğratırlar. Esasen monosakkaritlerin metabolizmasında 7 metabolik yol olmasına rağmen, bunlardan üçü, özellikle EMP yolu daha önemlidir.

- 1- Glukozun heksozdifosfat yoluyla parçalanması (EMP yolu),
- 2- Heksozun oksidatif pentozfosfat yoluyla parçalanması (HMP yolu),
- 3- Glukozun Entner - Doudoroff yoluyla parçalanması (ED yolu).

1. Glukozun EMP (Embden-Meyerhof-Parnas) yoluyla parçalanması

Gerek hayvan dokularında ve gerekse mikroorganizmalarda (maya ve bakteriler) cereyan eden glikolizis ve fennentasyon olaylarında, heksozların anaerobik olarak parçalanmasında en önemli yol EMP yoludur. Bu yol, bir çok hücrede glukoz katabolizmasının en büyüğüdür. Aşağıda da görüldüğü gibi, EMP yolu; glukozun maya hücresi tarafından etil alkol fermentasyonu sonucu etil alkol ve CO_2 'e, kas hücreleri tarafından kaslarda laktik aside dönüşümünü gösterir. Ayrıca, laktik asit bakterileri gibi bazı mikroorganizmalarda bulunan laktatdehidrogenaz enzimi sayesinde pürivik asitin indirgenerek, laktik aside dönüşümünü açıklamaktadır. Bütün bu olaylar, hücrede anaerobik şartlar altında devam eder ve böylece hücreye gerekli enerji, serbest oksijen olmadan sağlanır. Bu yoldaki reaksiyonlar ve aracılık eden enzimler, aşağıda şematik olarak gösterilmiştir (Şekil 26).



Şekil 26. Glikolizde (EMP yolu) glukozdan laktik asit ve etanol oluşumu.

Anlatımı basitleştirmek için, glikolizis olayını 11 özel enzimle katalize edilen ardışık 11 reaksiyona ayırarak incelemek mümkündür.

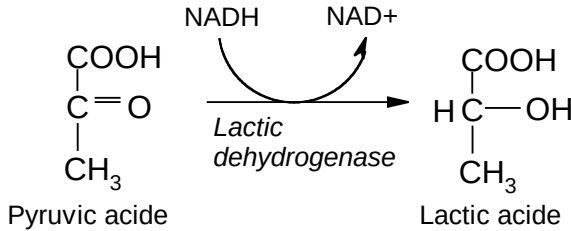
1. Glukozun, Glukoz 6-Fosfata Dönüşümü; 1 ATP'nin kullanıldığı bu reaksiyonda, Mg^{++} iyonlarının aktivatör etkisi ve Hekzokinaz enziminin katalizörlüğünde ATP'nin bir fosfat grubu glukozu aktararak, glukozu metabolik aktivite kazandırılır. ATP ise ADP'ye dönüşür. Genel olarak, fosforilasyona uğrayacak hekzoz türüne göre; hekzokinaz enzimi ve aktivatör metal iyonunun türü değişir.
2. Glukoz 6-Fosfatın, Fruktoz 6-Fosfata Dönüşümü; Bir izomerizasyon olan bu reaksiyon, herhangi bir kofaktör olmaksızın, fosfoheksoizomeraz (fosfoglikoizomeraz) enziminin katalizlemesi ile gerçekleşir.
3. Fruktoz 6-Fosfattan, Fruktoz 1,6-Difosfat Oluşumu; Bir fosforilasyon olayı olan bu reaksiyonda; 1 ATP kullanılarak, Mg^{++} aktivatörlüğünde fosfofruktokinaz yardımıyla ATP'nin bir fosfat grubu friiktoz 6-fosfata aktarılır. ATP, ADP'ye dönüşerek, tekrar ileri reaksiyon kademelerinde ATP sentezinde kullanılır.
4. Aldolaz enzimi yardımıyla fruktoz 1,6-Difosfat molekülündeki 3 ve 4. karbon atomları arasındaki bağ kırılarak, gliseraldehit 3-fosfat ve dihidroksiaseton fosfat oluşur. Bu reaksiyon kademesinde, özellikle küf ve maya grubu mikroorganizmalar (++) değerli metal iyonlarına ihtiyaç gösterirler. Yani mikroorganizma aldolazları için Zn^{++} , Co^{++} ve Fe^{++} gibi kofaktörlere ihtiyaç vardır.
5. Gliseraldehid 3-fosfat Dihidroksiaseton fosfat dengesi oluşumu; Bu reaksiyon triozfosfat izomeraz enzimi tarafından katalize edilir ve denge sürekli D-gliseraldehid 3- fosfat yönüne doğru kayar.
6. Gliseraldehid 3-fosfat'ın 1,3 - Difosfoglisarik asite dönüşümü; Gliseraldehid 3- fosfat dehidrogenazın katalizlediği bu reaksiyonda NADH'in NAD^{+} 'ye dönüşerek bir inorganik fosfat grubunun gliseraldehid 3-fosfata bağlanması söz konusudur. Reaksiyon için gerekli H^{+} NADH'den, fosfat ise ortamdaki inorganik fosfat (P_i) grubundan sağlanmaktadır. Glikolizis olayının bu reaksiyon kademesine kadar olan kısmı 1. safha, yani enerji kullanan safhasıdır. Bundan sonraki EL kısmında enerji kazanılmaktadır.
7. 1,3 -Difosfoglisarik asitten 3-fosfoglisarik asit oluşumu; Fosfogliseroendaz ve Mg^{++} 'un rol aldığı bu reaksiyonda ADP'ye bir fosfat grubu aktararak ATP sentezlenir. Glikolizisin 1. safhasında harcanan 2 ATP bu reaksiyon aşamasında geri kazanılarak metabolizmanın enerji dengesi ayarlanmaktadır. Bu reaksiyonda kofaktör olarak rol alan Mg^{++} , Ca^{++} ve Mn^{++} ADP veya ATP ile aktifleştirici kompleks oluştururlar.
8. 3- Fosfoglisarik asitin, 2-fosfoglisarik asite dönüşümü; Fosfogliseroendaz enziminin katalize ettiği bu reaksiyonda, molekül içindeki fosfat

grubu yer değiştirmektedir. Bu reaksiyonun gerçekleşmesi için, kofaktör olarak Mg^{++} ve 2,3 Difosfogliseraün ortamda bulunması şarttır.

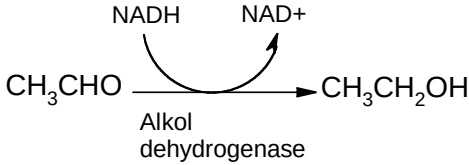
9. 2-Fosfogliserasitin, Fosfoenol pürivik asite dönüşümü; Enolaz enzimi ve onun kofaktörü Mg^{++} , Zn^{++} , Mn^{++} gibi metal iyonlarının etkisi ile 2-Fosfogliseric asitten bir mol H_2O ayrılarak Fosfoenol pürivik asit oluşmaktadır.
10. Fosfoenolpürivik asitin, Pürivik asite dönüşümü; Pürivatkinaz (pürivikkinaz) enziminin aracılığı ile Mg^{++} un kofaktör olarak rol almasıyla gerçekleşen bu reaksiyonda, fosfoenol pürivik asitin fosfat grubu ADP'ye aktarılarak 2 mol ATP ve pürivik asit oluşur.
11. Bu reaksiyon aşamasında glikolitik yol ile fermentatif yol birbirinden ayrılır. Hayvansal hücrelerde ve laktikdehidrogenaz enzimi bulunan mikroorganizmalarda pürivik asit indirgenerek laktik aside dönüşürken, mayalarda özellikle *Saccharomyces* türlerinde pürivik asitin ileri derecede katabolizması devam eder. İlk olarak pürivatdekarboksilaz enziminin faaliyeti sonucu pürivik asit, irreversible dekarboksilasyona uğrayarak asetaldehide dönüşür. Bu dönüşüm kofaktör olarak Mg^{++} ve koenzim olarak TPP'in (thiamin pirofosfat) bulunması gereklidir. İkinci safhada asetaldehid alkoldehidrogenaz enziminin faaliyeti sonucu etil alkole dönüşür.

Alkol fermentasyonunun gerçekleşmesi, dekarboksilaz enziminin varlığına bağlı olduğundan ve sadece mayalarda bu enzim bulunduğundan alkol fermentasyonu mayalara has bir fermentasyondur.

Glukozdan başlayıp, laktik asit oluşumunda son bulan reaksiyonlar dizisi glikolizis olarak adlandırılır.



Glukozdan başlayıp, etil alkol oluşumuyla son bulan reaksiyonlar dizisi ise fermentasyon olarak adlandırılmaktadır. Alkol fermentasyonunda setaldehitten etil alkol oluşumunda $NADH$ 'ı etkileyen alkoldehidrogenaz enzimi olup, bu enzim çift yönlü rol oynamaktadır.



Glikoliz ve fermentasyon olayları (oksijensiz solunum, EMP yolu) tam olmayan bir parçalanma olup, sonuçta bağ enerjileri yüksek ürünler meydana geldiğinden, net enerji kazancı azdır. Bu enerji ancak 2ATP sentezinde kullanılır. Yani bu yoldan net enerji kazancı 2ATP'dir.

EMP yolunda kullanılan inorganik fosfat grubu (Pi) besin ortamından veya metabolik reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan fosfat iyonlarından karşılanır.

Diğer monosakkaritlerden D-Fruktoz; fruktokinaz enzimi aracılığı ile D-Fruktoz 6-fosfata dönüşerek, Mannoz; D-Mannoz 6-fosfata dönüşerek, Galaktoz; D-galaktoz 6-fosfata dönüşerek EMP yoluna girer.

2. Heksoz Monofosfat (HMP) veya Oksidatif Pentozfosfat Yolu

Karbonhidratların bu yol üzerinden parçalanması, doğrudan doğruya enerji sağlamaz. Ancak, bu yolda oluşan, NADPH₂'nin elektronları oksijene taşınarak yine ATP meydana gelir. HMP yolunda; nükleik asitler, prostetik gruplarında nükleotid ihtiva eden enzimler, aromatik (halka yapılı) amino asitler, bazı vitaminlerin sentezi için gerekli başlangıç maddeleri, biyosentezlerde kullanılan piridin nükleotidleri türünden maddeler oluşmaktadır. Bunların dışında; lösin, izolösin ve valin gibi amino asitlerde bu yolda oluşabilmektedir. Organizmaya besin olarak sürekli monosakkaritlerin girmesi halinde, HMP yolu pürivik asit oluşumuna doğru yönelir.

HMP yolunun belli başlı ayırıcı özellikleri şunlardır:

1. EMP'den farklı olarak, HMP'de şekerin aldehid karbonu CO₂ halinde ayrılır.
2. Bu yolda heksozlar, nükleik asit oluşumu için 5 karbonlu şekerlere, amino asitlerin sentezi için 7 karbonlu şekerlere dönüşürler.
3. Bu yol özellikle ototrof mikroorganizmalar için önemli olup, bunlar tarafından tesbit edilen CO₂, bu yolla merkezi metabolitlere dönüştürülebilir.
4. Glukozun oksidasyonu için hücreye enerji sağlayan diğer bir yoldur. Pentozlardan enerji sağlayan bir mekanizmadır.

3. Entner Doudoroff (ED) Yolu

Glukozun anaerobik olarak parçalanmasında bir diğer yol ED yoludur. Bu yol sonucunda oluşan pürivik asit, organizmada bulunan enzim türüne göre; laktik aside, etil alkole veya bir başka fermentasyon ürününe dönüşür. Bu yoldan, 1 mol glukozdan 1 mol ATP oluşur. Mikroorganizmalarda EMP yolundan daha az kullanılan bir yoldur. Bu yol daha ziyade bazı gram negatif bakteriler ve *Pseudomonas* sp. tarafından kullanılmaktadır.

4.2.2.3. Solunum; Trikarboksilik Asit (Krebs) Siklusu

Glukozun anaerobik şartlar altında parçalanması sonucu, glukozda mevcut potansiyel enerji fazlaca açığa çıkmaz. Tüm canlılar gibi,

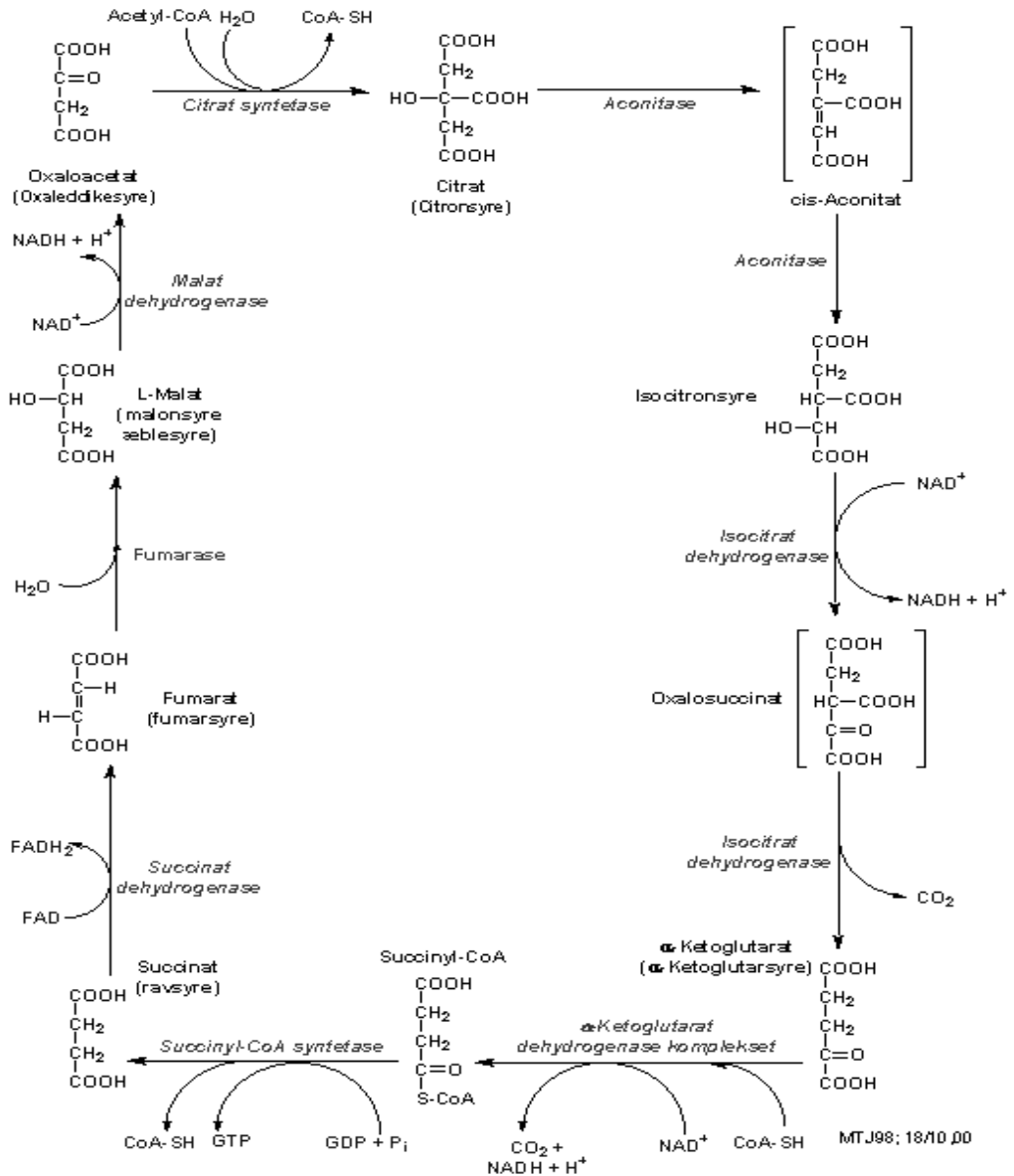
mikroorganizmalar da daha fazla enerji elde etmek için, aerobik şartlar altında glukozu tam okside ederek, tamamen su ve CO₂'e parçalarlar. Bu arada, hücre metabolizması için önemli maddeler ve enerji meydana gelir. Meydana gelen enerjinin büyük bir kısmı ATP şeklinde depolanır.

Aerobik şartlarda glukozdan enerji üretiminin, pürivik asit teşekkülünden sonra ilk basamağı, pürivik asitin oksidatif dekarboksilasyonu ile asetilkoenzim A'ya dönüştürülmesidir. Asetil CoA'nın teşekkülü ile başlayan trikarboksilik asit siklusu aşağıda verilmiştir (Şekil 27).

Asetil koenzim A (Asetil Co A), asetik asitin aktive edilmiş formu olup, bu molekülde asetat radikali Co A'ya bir thioester bağı ile bağlıdır. Co A ise sistein, ATP ve bir vitamin olan pantotenik asitten müteşekkildir. Pürivik asitten Asetil Co A'nın teşkili, glukozun karbon atomlarının CO₂ olarak uzaklaştırıldığı parçalanmanın ilk basamağıdır. Bu reaksiyon kompleks bir mekanizma olup, bir çok enzim ve kofaktöre ihtiyaç duyar. Birçok hücre, bu reaksiyon için, yani Asetil Co A'nın oluşumu için ihtiyaç duyulan bütün enzimleri içerir. Bu enzimlerin hepsine birden pürivik asit dehidrogenaz kompleksi denir.

Bu ikisi ise reaksiyon için substrattır. Asetil Co A, ökaryotik hücrelerin mitokondrialarında aerobik şartlarda CO₂ ve hidrojene parçalanır. Hidrojen atomları, muayyen karboksilik asitler tarafından alınarak NAD⁺ veya FAD'ye NADH ve FADH şeklinde transfer edilerek, elektron taşıma sisteminde H₂O'ya oksitlenir. Bir başka ifadeyle, reaksiyon sırasında açığa çıkan H⁺ ve FAD indirgendikçe, organik asitler oksitlenir. Genelde substratlar oksitlenir, kofaktörler ise indirgenir. NAD⁺ ve FAD⁺'nin elektronları son elektron akseptörü oksijene taşınması ile neticede H₂O, CO₂ ve enerji açığa çıkar.

Mikrobiyolojik Metabolizmanın Esasları

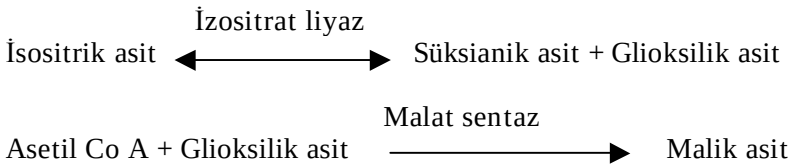


Şekil 27. Krebs (Trikarboksilik asit) siklusu.

Krebs siklusunun ilk safhası, Asetil Co A'nın asetil grubunun siklusun taşıyıcı molekülü olan, 4 karbonlu oksaloasetik asitle kondanse olması sonucu, 6 karbonlu sitrik asitin oluşumudur. Bilahare sitrik asit de dekarboksile olarak, 5 karbonlu α-ketoglutarik aside dönüşür, α-Ketoglutarik asit ise, oksidatif dekarboksilasyonla 4 karbonlu süksinik asite çevrilir. Daha sonra süksinik asit çeşitli oksidasyon basamaklarından (Fumarik asit ve malik asit) geçerek tekrar oksaloasetik aside çevrilir. Böylece devir tamamlanır. Bu şekilde asetil birimi halinde siklusa dahil olan karbon grubu 2 adet CO₂ halinde sikludan

ayrılır. Asetil grubu iki CO₂'e göre daha indirgenmiş olduğundan, sitrik asit devrinde muhtelif indirgenme-yükseltgenme reaksiyonları vuku bulmaktadır. Gerçekte bu manada 4 reaksiyon olmaktadır. Bu reaksiyonlarda 3 hidrür iyonu (H⁻) beraberindeki ikişer elektronla birlikte 3 tane NAD⁺'e transfer olurken, iki hidrojen atomu da (H⁺) iki elektronla birlikte FAD'ye aktarılmaktadır. Bu reaksiyonlarla oluşan 3 NADH ve bir FADH₂ elektron transport zincirinde O₂ tarafından oksitlenerek 11 ATP (3x3+2x1) sentezlenir. Ayrıca sıklusta bir de GTP'den olmak üzere toplam 12 ATP kazancı söz konusudur. Bunun dışında 3 ATP'de pürivik asitin Asetil Co A'ya dönüşmesiyle ortaya çıkar. Dolayısıyla pürivik asitten başlanırsa toplam ATP kazancı 15 olmaktadır.

Trikarboksilik asit siklusunun iki önemli rolü tanımlanmış olup, bunlardan birincisi Asetil Co A'nın tam olarak oksidasyonu, ikincisi ise bir çok anabolik faaliyetin meydana getirilmesidir (Glutamik asit, aspartik asit sentezi vb.). Sıklusta sadece asetat kullanılabilirdiğinden, bazı organizmaların (birçok bakteriler, algler ve bazı yüksek bitkiler) hücrenin bütün karbon bileşiklerini ihtiyacını karşılamak üzere, karbon kaynağı olarak asetatı nasıl kullandıkları araştırma konusu olmuştur. Bir başka ifade ile asetat Krebs siklusunda su ve CO₂'e okside olmaktadır. O halde bazı organizmalar kendileri için gerekli karbonhidratı nasıl sentezleyeceklerdir. İşte bazı organizmalar, bünyelerindeki karbonhidrat ihtiyacını karşılamak için, bünyelerindeki asetatı karbonhidratlara çevirmektedirler. Bu maksatla, bu organizmaların asetatı karbonhidratlara çevirmeleri glioksalat siklusu ile mümkün olmaktadır. Glioksalat siklusu, Krebs siklusunun modifiye bir şekli olup, Krebs siklusunun dışında izositrik asitten başlayıp, malik asitte son bulan bir reaksiyon serisidir. Bu sıklusta 1 mol Asetil Co A kullanılarak 1 mol süksinik asit meydana getirilir. Bu sıklusta ilk önce izositrik asit izositratliyz enzimiyle parçalanarak süksinik asit ve glioksilik asite dönüşür. Daha sonra glioksilik asit bir mol Asetil Co A ile kondanse olarak, malat sentaz vasıtasıyla malik asite dönüşür.



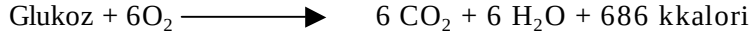
Pürivik asitin Asetil Co A'ya dönüştürülmesi reaksiyonu geri dönüşümsüz olduğundan, hayvansal hücrelerde Asetil CoA'dan karbonhidratların sentezi mümkün olmamaktadır. Bazı yüksek bitki ve mikroorganizmalarda bulunan enzimler, bu organizmalarda lipitlerden şeker ve diğer biyosentetik bileşiklerin meydana gelmesine imkan tanımaktadır. Bu çevrim glioksilik asit çevrimidir. Bu sıklusta asetil CoA'dan süksinik asit oluşurken elektron taşıyıcı zincirde 1 NAD⁺'den 1 NADH oluşarak 3 ATP kazanılmaktadır. Böylece 1 mol glukozdan elde edilen toplam ATP (2 + 30 + 6) olmak üzere 38'dir. Bunun ikisi glikolizisten, 30'u Krebs siklusundan, 6'sı ise glioksilik asit

siklusundan gelmektedir. Krebsin bir çevriminde 1 mol pürivik asitten 15 ATP oluşur. 1 mol glukozdan 2 mol pürivik asit dolayısıyla 2 mol Asetil CoA oluşmaktadır.

Bir mol ATP'nin hidrolizinde yaklaşık -7.3 kkalori serbest enerji açığa çıktığı kabul edilirse 1 mol glukozun yanması sonucu (glioksilik asit siklusu da dahil) ortaya çıkan enerji $7.3 \times 36 = 263$ kkaloridir. Glukozun moleküler oksijenle yakılmasıyla açığa çıkan enerjinin 686 kkalori olduğu düşünülürse, açığa çıkan enerjinin

$$283/686 \times 100 = \%34'ü$$

depolanabilmekte, geri kalanı ısı enerjisi şeklinde ortama verilmektedir.



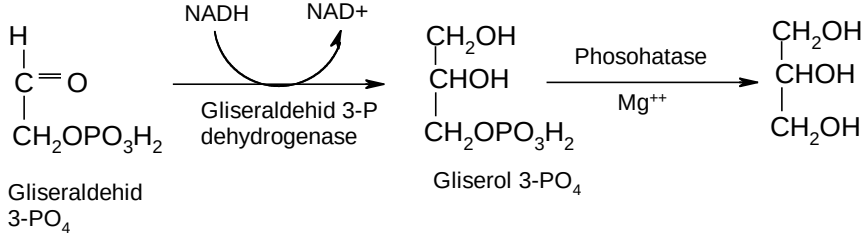
Burada siklusa adını veren sitrik asitin, mikrobiyal ürünlerin eldesi ve metabolizması açısından önemli olan bir fonksiyonundan bahsetmekte yarar vardır. Sitrik asit, glikolizin ilk safhalarını katalize eden bir enzim olan fosfofrüktokinazı, inhibe eden bir inhibitördür. Normal şartlarda sitrik asitin tamamı krebs siklusunda enerji sağlamak üzere katabolize edilir. Hücrede Asetil Co A fazla olduğu zaman, sitrik asit fazlaca oluşur. Aşın miktardaki sitrik asit, fosfofrüktokinazı dolayısı ile de früktoz 6-fosfatın, früktoz 1,6 - difosfat'a dönüşümü reaksiyonunu inhibe ederek, glikolizisin lüzumsuz yere devam etmesini önler. Hammadde kaybına engel olur. Hücrede sitrik asitin seviyesi düştüğü zaman, fosfofrüktokinazın inhibisyonu sözkonusu olmadığı için, glikolizisin devamı ve Krebs siklusu için gerekli başlama maddelerinin oluşumu sağlanır. Bu durum, hücrede çeşitli metabolik yollar arasındaki dengenin muhafaza edilmesindeki kontrol mekanizmasına önemli bir örnektir. Burada hücre, Asetil Co A'nın üretimi ve kullanımı arasında bir denge kurmuştur. Böylece hücre, karbonhidratları, aerobik şartlarda metabolize ettiği sürece; glikolitik yol, krebs için gerekli substratı sağlayacak ölçüde (hızda) cereyan eder.

Diğer canlılarda olduğu gibi mikroorganizma hücresinde de karbonhidrat, lipit, nükleik asit ve protein metabolizmasını birbirinden kesin hatlarıyla ayırmak mümkün değildir. Metabolizmanın gerçek bir başlangıç noktası yoktur. Hücrede cereyan eden bu reaksiyonlar, dış şartlara, hücrede daha önce hangi bileşiğin veya organik maddenin depolandığına ve hücrede hangi biyosentezin programlandığına bağlıdır.

Metabolik yollarla genel olarak karbonhidrat, protein, yağ asidi sentezlenir ve enerji kullanılır veya bu maddeler katabolik olarak parçalanarak Krebs siklusunda enerji üretiminde ve diğer bazı anabolik reaksiyonlar için gerekli ön maddelerin oluşumunda kullanılırlar. Karbonhidrat, protein ve yağlar gibi makromoleküllerin metabolik parçalanmaları sonucu ortaya çıkan müşterek metabolit Asetil CoA'dır. Asetil CoA ise bilindiği gibi enerji üreten krebs siklusunun başlatıcı molekülüdür. Bir diğer ifade ile Asetil CoA aminoasit, lipit ve karbonhidrat metabolizmasını birbirine bağlayan anahtar bileşiktir.

4.3. Fermentasyonda meydana gelen yan ürünler

Gliserin: 3 değerli bir alkol olup bitki ve hayvan yağlarının yapı taşıdır. Her fermentasyonda meydana gelir. Miktarı kullanılan maya suşu ve fermentasyon şartına bağlıdır. Nötr veya zayıf asit ortamlarda fermente olan her 100 g sakkarozdan 2,5-3 g gliserin oluşur.



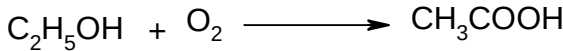
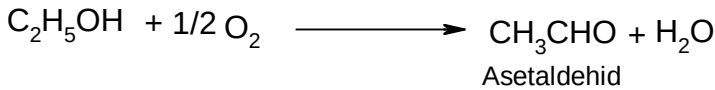
Şekil 28. Gliserin oluşumu.

Gliserin teşekkülü fermentasyonun başında olur. Bu tip bir gliserin teşekkülü bazı şartlara bağlıdır. Şayet alkol fermentasyonu sırasında gliserin üretimi artırılmak isteniyorsa, ortama şeker miktarına göre %40 oranında NaSO₂ (Na sülfid) ilave edilerek, fermentasyon sonunda meydana gelen asetaldehit bağlanır, fermentasyonun yolu değişir ve sürekli gliserin meydana gelir.

Normal fermentasyon ortamında asetaldehit meydana gelir. Asetaldehit ise gliseraldehite nazaran daha çabuk reaksiyona gireceğinden gliserin meydana gelmez veya çok az teşekkül eder. Eğer gliserin meydana getirilmek isteniyorsa asetaldehit Na sülfide bağlanır ve reaksiyonun yönü değiştirilir. Ortama alkali ilavesi ile meydana gelen gliserin %29'a kadar çıkarılabilir. (Şeker miktarının %29'u kadar). Normal fermentasyonda ise %2,5-3 meydana gelir.

Renksiz, su çekici, koyu kıvamlı, tatlı bir sıvı olup su ve alkolde erir. Eter, petrol eter, kloroform ve benzolde erimez. Yoğunluğu 1,265 g/ml'dir. Normal atmosfer 290°C'da buharlaşır. Uzun zaman 0°C'de tutulursa kristal halinde donar, 17°C'de sıvı şekle döner

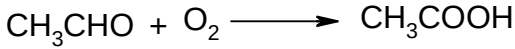
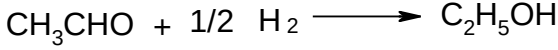
Asetaldehit: EMP yolunda etil alkolün bir öncesindeki safhada meydana gelir. Ayrıca etil alkol fermentasyonu sırasında etil alkol oksidasyonu ile de meydana gelmektedir.



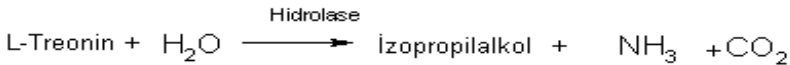
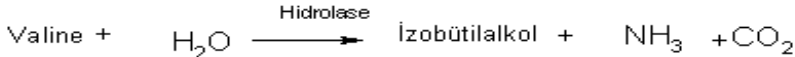
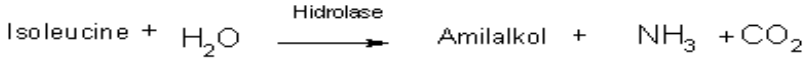
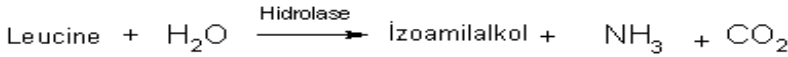
Şekil 29. Asetaldehit oluşumu

Alkolün damıtılmasında amaç kaynama noktası düşük ve yüksek maddeleri ayırmaktır. Bazı ispirotalarda gliserin, asetaldehit vardır. Asetaldehit; yanıcı, renksiz, akışkan bir sıvıdır. Yoğunluğu 0,8, donma sıcaklığı -20°C, kaynama

sıcaklığı 20,2°C'dir. Çok sayıda madde için iyi bir çözücüdür. Damıtma sırasında ispiroya geçer. Kokusu boğucu, buharı zehirlidir. Alkol fermentasyonu sırasında meydana gelen asetaldehit Canizzaro reaksiyonu (dismitasyona) uğrayarak bir taraftan alkol bir taraftan asetik asit meydana gelir.

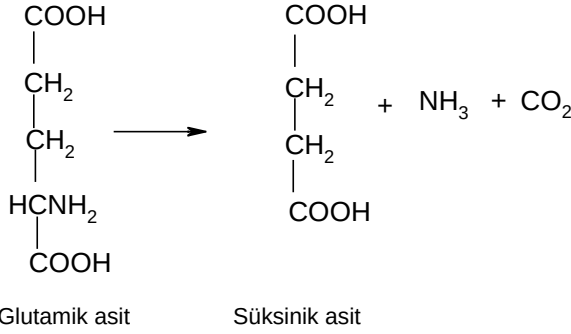


Fusel yağları: Bu tabirden yüksek alkoller anlaşılır. Çok sayıda yüksek alkol karışımı söz konusudur. Renksiz , sarımsı, kahverengi, öksürtücü ve tırmalayıcı bir kokuya sahiptir. İspirto damıtılması sırasında %0,1-0,5 meydana gelir. Fusel yağlarını amilalkol, isobütil alkol ve propil alkol teşkil eder. Fusel yağlarının bileşimi hammadde, maya suşu, mayanın aşılama miktarı ve fermentasyon sıcaklığına göre değişir. Fusel yağlarında bir miktar da etil alkol bulunur. Fusel yağları (yüksek alkoller) şekerden değil fakat belli aminoasitlerin hidrolazlar tarafından parçalanması ile meydana gelirler.

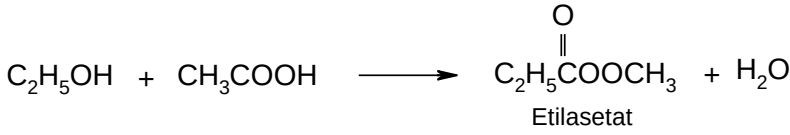


Fermentasyon sırasında amino asitlere ihtiyaç yoktur. Ancak bunlar hammaddenin bileşiminde mevcuttur. Maya faaliyetini desteklemek amacıyla katılan N'lu maddelerin parçalanmasıyla da meydana gelmektedirler.

Asit ve esterler: Alkol fermentasyonu şemasından da anlaşılacağı gibi, oldukça saf bir etil alkol fermentasyonunda bile mayalar az miktarda organik asitleri oluştururlar. Bunlardan asetik, laktik, pürivik asitle alkol şemasıyla ilgilidirler. (Gikolitik pathwayde meydana gelirler) Sitrik, süksinik v.s. asitler oluşur. Süksinik asit alkol şemasıyla ilgili olmayıp ortamdaki glutamik asitten meydana gelmektedir.

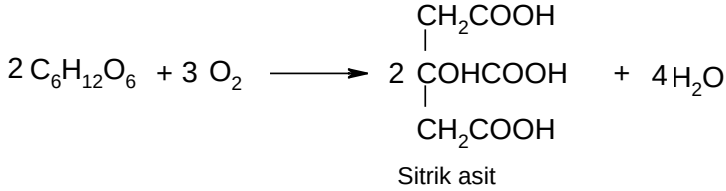


Etil asetat: Fermentasyon sırasında oluşmuş alkol ile asitin birleşmesiyle meydana gelen bir ester olup kendine özgü kokusu vardır.



Asetik asit fermentasyonu: Etil alkolün oksidasyonu ile asetik asit oluşur. Sirke asiti fermentasyonunda detaylı olarak anlatılacaktır.

Sitrik asit fermentasyonu: Krebs siklusunda oksidatif bir parçalanma şeklinde meydana gelir.



4.4. Alkol fermentasyonunu etkileyen faktörler

Etil alkol üretimi sırasında yan ürünlerin asgari, etil alkolün en yüksek seviyede alınması lazımdır. Ham madde ne olursa olsun aşağıdaki faktörler önemlidir.

1. Hava (O₂): Daha ziyade mayanın üretilmesinde söz konusu ve önemlidir. Eğer ortamda yeterli hava bulunmazsa maya tomurcuklanma ile çoğalamaz. Etil alkol üretiminde ise mayanın hücre maddesi yapması yerine alkol üretimi yapması arzu edilir. Bu bakımdan fermentasyon sırasında çok az havaya ihtiyaç vardır. Fermentasyonun ilk döneminde ortama bir an hava verilip mayanın çoğalmasına izin verilir. Sonra hava kesilip esas fermentasyona geçmesi sağlanır. Ön fermentasyonda maya enzim bakımından yeterli ve aktif hale gelir. Maya aktif hale getirilip, enzimce zenginleştirildikten sonra hava kesilip esas fermentasyona geçilir. Fermentasyon sırasında ortama O₂ verilirse fermentasyon yavaşlar, hücre çoğalması artar.

2. CO₂: Ortamda CO₂'in fazla veya az bulunması mayanın çoğalmasını ve fermentasyonun hızını etkilemektedir. Mayanın üzerine CO₂'in tesiri zehirli olmasından dolayı değil, meydana getirdiği basınçtan dolayıdır. CO₂'in ortamda meydana getirdiği 0,4 atü kadar basınçta maya etkilenmemektedir. 1 Atm. basınca ulaştığı zaman maya çoğalması etkilenmeye başlar. 20 atm.'e

çıktığı zaman maya çoğalması durmaktadır. Bu dolaylı yoldan da alkol üretimini de arttırmaktadır. 10 atm. basınca kadar alkol fermentasyonunun hızı artabilmektedir. Bu ortamda O_2 olmadığı (O_2 basıncı düştüğü) için meydana gelmektedir.

3. Fermentasyon sıcaklığı: Alkol fermentasyonu sırasında sıcaklığın $30^\circ C$ olması en idealidir. Ancak bu fermentasyon şekline ve cinsine (alt fermentasyon, üst fermentasyon) göre değişir. Genel olarak ispirotoculukta $30^\circ C$ 'nin üzerinde $36^\circ C$ 'ye kadar fermentasyon hızlanır, fakat maya çoğalması durur. $40^\circ C$ 'de ise mayalar fermentasyon kabiliyetini kaybederler. $25-30^\circ C$ arası maya çoğalması, $30-37^\circ C$ etil alkol oluşumu için idealdir. Bu özellikle ispirotoculuk için geçerlidir.

4. Fermentasyon sıvısının pH'sı: Mayalar genellikle zayıf asit ortamlarda faaliyet gösterirler (pH 4,5-5,0). Çok düşük çok yüksek pH'lar da alkol fermentasyonunu olumsuz yönde etkilemektedir. Ancak bazı fermentasyonlarda işletme mayasının üretilmesinde mayanın hazırlandığı mayşe asitlendirilerek pH 3 hatta daha aşağı düşürülmektedir. H_2SO_4 'le maya muamele edilerek kuvvetlendirilir, pH 2,8'e kadar düşürülür. Böylece maya asitliğe mukavemet kazanmaktadır. Esas fermentasyon sırasında pH'sının 4'ün üzerinde bulunması gerekmektedir.

5. Fermentasyonda mayanın aşılama oranı: Önemli olup aşılama maya miktarı kullanılan mayşeyi kısa sürede ve hızla fermente ederek ortamdaki bütün şekeri arzu edilen süre içinde etil alkole dönüştürür. Ortama düşük oranda maya ilave edilirse fermentasyon aksar. Mayanın güçlü olabilmesi için önce çoğalması gerekir. Aşılama nispeti çok yüksek de olmamalıdır. Bu takdirde mayanın yenilenme zamanı artacağından alkol verimi düşer. En yüksek alkol verimi; ortama %1-2'lik maya ilavesi ile sağlanmaktadır. Aşılama maya miktarı artırıldığı nisbette fermentasyon süresi kısılır. Kullanılacak maya suşu; ortamdaki mayşeyi fermente edebilecek kabiliyette, istenen sürede fermentasyonu bitirebilmelidir.

6. Mayşenin şeker konsantrasyonu: Ortamdaki şeker belli bir konsantrasyonu artarsa maya faaliyeti aksar. Bu, ortamın ozmotik basıncının yükselmesine bağlıdır. Bunun için şeker miktarı %17,5'i geçmemelidir.

7. Alkol konsantrasyonu: Çoğu zaman mayalar; ortamda alkol miktarı %11'in üzerine çıkınca faaliyetten kalırlar. Bunun için alkolün %8-10 oranında olması lazımdır. Alkolün inhibe edici özelliği meydana getirdiği ozmotik basınçla ilgilidir. Alkolün ozmotik basıncı şekerden daha yüksektir.

8. Besin maddeleri: İspirto üretiminde önemlidir. Melas bu bakımdan yetersizdir. Dolayısıyla fermentasyonun başlarında N'lu ve P'lu maddeler ($(NH_4)_2PO_4$) ilave edilir. Ortamda maya gelişmesi isteniyorsa en iyi besin maddeleri ölü maya hücresidir. Bunun için her 1 ton mayşeye 0,5 litre koyu bulamaç halinde faaliyetten alınmış maya ilave edilir.

9. Mayşenin hareketi: Ortamdaki maya ile şekerin en iyi şekilde temas gelmesi çok önemlidir. Özellikle fermentasyonun azaldığı sırada yukarıda toplanmış mayalar dibe çökerler mayşe ile tamamen temas edemezler. Bunu önlemek için mayşe karıştırılır.

10. Maya suşu: Uygun mayanın seçilmesi alkol fermentasyonunun hızını etkileyen en önemli faktörlerden biridir.

BÖLÜM 5

MALT TEKNOLOJİSİ

5.1. Bira hammaddeleri

Malt, bira üretimi için gerekli özelliklerin elde edilmesi amacıyla işlem görmüş tahıldır. Ancak malt denilince akla ilk gelen tahıl arpa olmaktadır. Çünkü bira için üretilen maltın büyük çoğunluğu arpadan elde edilmektedir. Aslında kullanılacak tahılın seçiminde nişasta, protein vb. gibi bileşiklerin oranları ve tahılda bulunan enzimler önemli rol oynamaktadır. Bira üretiminde (i) nişastası yüksek, (ii) protein oranı yeterli miktarda, (iii) yağ oranı düşük ve (iv) enzim aktivitesi malt yapımı sırası ve sonrasında yüksek hammadde gereklidir. Bu özellikleri arpa karşılamaktadır. Ancak bazı sebeplerden dolayı diğer tahıllar da malt üretiminde kullanılabilir. Günümüzde malt ile ilgili bu konulardaki araştırma ve kalite artırma çalışmaları tüm dünyada büyük önem kazanarak işletmelerin başarı anahtarı durumuna gelmiştir. Her arpa çeşidinden istenen standartlarda malt yapmak mümkün olmadığı gibi, aynı özellikleri gösteren arpa çeşitleri de farklı malt kalitesi verebilir. Bu nedenle arpanın maltlık tescilinin yapılabilmesi için malt analiz sonuçlarının da istenen düzeyde olması gerekmektedir.

Ülkemizde maltlık arpa konusunda Efes Pilsen'in ulusal ve uluslararası Ar-Ge çalışmaları ivme kazanmıştır. Malt konusunda söz sahibi ülkeler 150 yıllık araştırma tecrübesine sahiptirler.

Türkiye’de Bira ve Malt sektöründe faaliyette bulunan kuruluşlar:

Türk Tuborg: İzmir’de malt ve bira fabrikaları.

Efes Pilsen: İzmir, Ankara, İstanbul, Lüleburgaz ve Adana’da bira, Afyon ve Konya’da malt fabrikaları.

TEKEL: Yozgat’ta bira ve malt fabrikaları. TARBES: Bilecik’de şerbetçiotu üretimi. OT-GÜL KOOP: Bilecik’de şerbetçiotu üretimi.

Türk Tuborg’da yabancı sermaye vardır ve lisansla Tuborg birası üretmektedir. Yerli ve yabancı sermaye açısından sektöre giriş serbesttir.

Özel şirketler Türkiye genelinde yedi coğrafik bölgede satış ve dağıtımını gerçekleştirmektedir. Kamu kesiminde ise TEKEL, Başmüdürlükleri kanalıyla satış ve dağıtım yapılmaktadır.

Türkiye yıllık arpa üretimi 7 milyon tonlarda olmasına rağmen malt sektörünün ihtiyacı olan 179.000 ton, kalite problemi nedeniyle karşılanamamakta ve ithalat zorunluluğu nedeniyle döviz kaybı söz konusu olmaktadır.

Malt üretimi şu aşamalardan oluşmaktadır:

Arpanın; a. Hazırlanması, b. Islatılması, c. Çimlendirilmesi, d. Kurutulup-Kavrulması e. Öğütülmesi.

Malt üretiminin esasını, arpa içerisinde bulunan enzim aktivitesini yükseltmek, fermente olabilecek şeker miktarını yükseltmek oluşturur. Maltta besin maddeleri suya kolayca geçebilecek bir durum kazanmıştır. Mayşelenme sırasında; maltta bulunan besin maddeleri suya geçer ve enzim aktivitesi yükselir.

5.1.1. Malt ve bira teknolojisinde hammadde olarak arpa

Malt üretimine bir çok tahıl çeşidi uygun olmakla beraber bira üretiminde arpa maltı kullanılır. Bira hammaddesi olarak arpa kullanılmasının sebepleri ;

1. Arpa kavuzludur. Kavuz malt işleme sırasında karıştırma yapılırken yaprakçığı korur.
2. Kavuz mayşeleme sırasında şıranın süzülmesine yardım eder.
3. Arpadan yapılan malt istenen enzimleri ihtiva eder.
4. Arpanın ekstraktı biracılığa elverişlidir.
5. Çok geniş yetiştirme alanına sahiptir.



Şekil 30. Arpa başağı ve danesi.



Şekil 31. Arpanın dünyadaki üretim alanları.

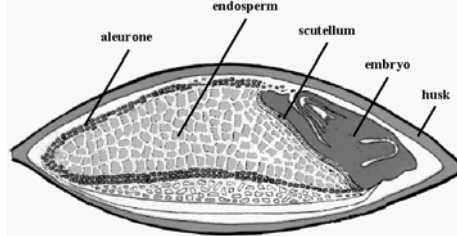
Arpa *Gramineae* familyasından tek yıllık bir bitki olup iki sıralı ve altı sıralı olmak üzere iki tiptir. Bira yapımında daha ziyade iki sıralı arpalar kullanılır. İki sıralı olanlar daha iri olup fazla ekstrakt verirler. Ayrıca kavuzları incedir. Amerika ve uzak doğuda altı sıralı arpalar kullanılır. Bunlar protein ve enzimce zengindirler. Türkiye’de biracılık için ayrı arpalar yoktur.

TSE tarafından yemlik ve maltlık arpa standartları yüzeysel de olsa belirlenmiş olmasına rağmen; Türkiye’de ticari anlamda maltlık arpa ve yemlik arpa ayırımı yapılmamaktadır. Türkiye’de bira ve malt sanayii özel sektörün piyasaya girdiği 1969 yılından itibaren yeni bir hüviyet kazanmış ancak Türkiye’de sadece Tokak arpa ve Çakır arpa yetiştiriciliği hakim olduğu için malt sanayii çeşit olarak maltlık olmamasına rağmen tokak arpasını kullanmak zorunda kalmış ancak

dünya malt piyasasında bu çeşitle rekabet şansı yakalayamamıştır. Devlet maltlık arpa geliştirme çalışmalarını sektörün gelişmesini sağlayacak yönde başlatamamış, bu eksikliği özel sektörün 1982 yılından itibaren başlattığı maltlık arpa ıslah çalışmalarıyla gidermeye çalışmış ve bunda da başarılı olmuştur.

Son yıllarda üretimine başlanmış olan yeni ıslah çeşitlerinden Tokak 157/37, Yeşilköy, Cumhuriyet 50, Yerçil 147 ve Kaya çeşitleri nisbeten biracılığa uygundur.

Altı sıralı arpalar maltın yanında bira yapımında diğer katkı maddelerinin kullanılmasına da imkân verir. Amerika'da altı sıralı arpaların yanında kırık pirinç taneleri de -birlikte- kullanılmaktadır.



Şekil 32. Arpa danesinin boyuna kesiti.

Kavuzlar çiçeklerle ilgili olmayıp bitkinin yaprak sistemine aittir. Arpayı dış etkilere karşı kavuzlar koruduğu için meyve kabuğu buğdaydaki gibi sağlam teşekkül etmemiştir. Testa uzun hücrelerden meydana gelmiş olup tohum kabuğu ile birleşmiştir. Tanenin sırt kısmında ilerleyen yaprakçık kavuzlarla korunur. Testa yarı geçirgen olduğundan sadece suyu geçirir, suda erimiş tuzları geçirmez. Bu bakımdan biracılıkta fizyolojik öneme sahiptir. Kavuz kısımları filtre vazifesi görmesi yanında tanen ve reçineler de ihtiva eder. Bu yüzden %9'dan fazla olması istenmez. Endosperm dış kısmı iki üç sıra hücreden ibaret olan ve kimyasal olarak protein ve yağdan meydana gelmiş nişasta bulundurmayan aleuron tabakasından teşkil edilmiştir. Aleuron hücreleri embriyoya yaklaştıkça tek hücreye iner. Aleuron tabakası tohumu genç bitkiye protein (N) sağlar. Endosperm çimlenme sırasında embriyoya besin maddesi sağlar. İnce cidarlı olup proteinler nişasta içine gömülü vaziyettedir. Danenin en büyük kısmını teşkil eden embriyo, endosperm altında olup bitkinin minyatürüdür. Embriyoda kökçük, sapçık ve yaprakçık; kökçük ve sapçığı bir kalkan gibi örten kalkancık ve emici epitel bulunur. Çimlenme sırasında gerekli besin maddelerini sağlamak için kalkancık ve emici epitelden endosperme enzimler salgılanır.

Tablo 13. Çeşitli arpaların bileşimi (KM'de %).

Bileşen	İyi biralılık arpa	2 sıralı arpa	6 sıralı arpa
Nişasta	63,0	59,6	49,9
Protein	15,0	9,8	13,2
Seluloz	5,0	2,7	6,7
Pentozan	5,0	-	-
Şeker	2,0	0,5	0,5
Yağ	2,5	2,4	2,1
Diğer maddeler	4,9	-	-
Kavuz	9,0	8,5	12,6

İki sıralı arpalar daha fazla nişasta, daha az protein, selüloz ve kavuz ihtiva eder. Yüksek protein miktarı arpanın çimlenme gücünü artırır. Ancak proteinin kontrolü güç olduğu için malt yapımında bazı problemler çıkarabilir. Dane iriliği aynı kalmak kaydıyla protein miktarının fazla olması, nişastanın dolayısıyla ekstraktın az olması demektir. Yüksek proteinli arpadan yüksek proteinli ve yüksek enzimatik aktiviteli maltlar elde edilir. Bu tip maltlar bira yapımında mısır nişastası, pirinç katkı maddelerinin kullanılmasına zemin hazırlar. Bu yüzden protein miktarının ortalama (%9-10) olması arzu edilir. Yüksek protein, biranın bulanık olmasına sebep olur. Arpada protein en fazla aleuron tabakasında bulunur. İçeriye gittikçe protein miktarı azalır. Lökositin, hortein, edestin ve glutelin en fazla bulunan proteinlerdir. Malt ekstrakt miktarı ile protein miktarı arasında bir ilişki vardır.

Tablo 14. Ekstrakt ve protein miktarı ilişkisi.

Protein miktarı %	Ekstrakt miktarı %
10	78-79
13	73-74

Protein fermentasyon sırasında oldukça önemlidir. Parçalanma ürünleri mayalar tarafından kullanılır. Biranın köpüklü ve aromatik olması için, ayrıca koyu renkli biralığın yapımında yüksek proteinli malt kullanılmaktadır. Ancak bu, berraklık açısından problem doğurur. İklim şartları protein ve nişasta miktarını etkiler, kurak şartlarda protein miktarı artmaktadır.

Arpalarda su %9-10 oranında değişir. Zaten yüksek olması da arzu edilmeyen bir durumdur. Su oranı ticari ve depolama bakımından çok önemlidir.

Selüloz daha ziyade ligninle birlikte kavuzda bulunur. İskelet maddesi olup yüksek olması arzu edilmez. Malt yapımı sırasında hemiselüloz miktarı çimlenme ile artar, sitaz enzimi ile hidrolize olur. Polisakkaritlerden pentozanlar, pektin, reçineli, sakızlı (gum) maddeler bulunur. Bunların bileşiminde ksiloz ve arabinoz bulunur. Sakkaroz arpada %1-2 oranında olup, çimlenme sırasında %4-5'e yükselir. Bunların dışında arpada yağ, mineral maddeler, fitik asit ve enzimler de mevcuttur.

5.1.2. Arpada kıymet takdiri

A. Fiziksel özellikler:

1. Renk ve koku: Biralık arpaların rengi parlak, yeknesak açık sarı, saman rengine ve kokusu da taze saman kokusunda olmalıdır.
2. Yabancı maddeler: Yabancı madde özellikle yabancı tohumlar, kırık ve çimlenmiş, ezik arpa ihtiva etmemelidir.
3. Kavuz miktarı: İnce ve hafif kırışık olmalıdır. Bu danenin dolgun ve iri olduğunu gösterir. Kavuz hoşla gitmeyen birtakım maddeler de ihtiva eder. Bu bakımdan kavuz miktarının %9'un üstünde olmaması istenir. Kavuz miktarını tayin etmek için %5'lik NH_3 içinde 80°C'de 1 saat bırakılır. Bu muameleden sonra kavuz ayrılır ve miktarı tayin edilir.
4. Hektolitre ağırlığı: Biralık arpalarda 66-68 kg'dan az olmamalıdır.
5. Bindane ağırlığı: Kurumadde hesabından 39 g'dan az olmamalıdır.
6. İrilik ve yeknesaklık: Biralık arpalar iri ve yeknesak olmalıdır. Aksi takdirde çimlenme veya ıslatma sırasında küçük taneler daha çabuk su alır ve çimlenme

muntazam olmaz. İrilik ve yeknesaklık tayininde 2,8-2,5-2,2 mm'lik elekler kullanılır. 2,8+2,5 mm elek üstünde kalan kısım birinci maltlık kısım denir. %80'den aşağı olmamalıdır. 2,2 mm elek üstünde kalan 2. Maltlık, 2,2 mm elek altında kalan kısım yemlik olup %3'den az olmalıdır.

7. Sertlik ve yumuşaklık: Dane kesiti alınır; şayet kesit unlu ise yumuşak, yarı camsı ise yarı sert, camsı ise serttir. Biralık arpalar tamamen unlu olmalıdır. Camsılık iklime bağlı olarak da meydana gelebilir. İklimle bağlı olarak meydana gelen camsılık biracılık bakımından pek önemli değildir. İklimden dolayı camsı olan arpalar ısıtılıp 40°C'de kurutulursa camsılık kaybolur. Tam camsılık biracılık için uygun değildir. Bunlarda nişasta içinde protein granülleri çok sıkı bir yapı ile birbirlerine bağlıdır.

8. Çimlenme kabiliyeti: Yüksek ve muntazam olmalıdır. Çimlenmeyen arpalar küflenip sert kalacaklarından gerek değirmende gerek süzmede problem olurlar. Çimlenme gücü ve çimlenme kabiliyeti %95'in üstünde olmalıdır. Arpa hasat edildikten sonra belirli bir müddet dinlendirilir sonra çimlendirmeye alınır.

B. Kimyasal özellikler

1. Nişasta miktarı: Yüksek olması arzu edilir. Kolorimetrik metodlarla tesbit edilir.
2. Protein miktarı: Kjehldahl metodu ile tayin edilir (bulunan N miktarı 6,25 faktörü ile çarpılır).
3. Su: Su oranı %9-10'dan fazla olmamalıdır.

5.1.3. Malt katkıları

Arpa malta işlenirken kurumaddede %7-8 zayıat olur. Birçok ülkede gerek maliyeti düşürmek gerekse ekstraktın bileşimini düzeltmek için maltın mayşelenmesi sırasında kaynatma kazanına çiğ veya işlenmiş hububat katılır. Ayrıca kaynatma kazanına şeker ilave edilebilir. Malt katkı ürünleri olarak genellikle mısır, pirinç, yulaf, çavdar kırılıp ve pişirilerek kullanılır. Şeker olarak sakkaroz (kristal veya şurup) kullanılır.

5.1.4. Şerbetçi otu (*Humulus lupulus*)

Biraya aroma verici ve muhafaza edici madde olarak kullanılır. *Canabineaceae* familyasından çok yıllık bir bitkidir ve en önemli kullanılma alanı biracılıktır. İki evcikli bir bitkidir. Şerbetçi otunun birada kullanılmasının sebebi biradaki aşağıda verilen fonksiyonlarından dolayıdır:

1. Bileşiminde bulunan reçine ve eterik yağlarla biraya karakteristik aromayı kazandırır. Reçine ve eterik yağlar; kozalak denilen dişi çiçeklerin dip kısmındaki lupulin taneciklerinde bulunur.
2. Kaynatmada bazı proteinleri çöktürerek şıranın berraklaşmasına yardım eder.
3. Zararlı mikroorganizmaların gelişmelerine engel olmakta, mikroorganizma enfeksiyonlarına karşı birayı korumaktadır.
4. Biranın köpük tutmasını sağlamaktadır.

Şerbetçi otu Türkiye'de yabani olarak Karadeniz bölgesinde yetişmekle birlikte Bilecik ve Bolu civarında kültürü yapılmaktadır. Dekardan 400 kg yaş veya 100 kg civarında kuru şerbetçi otu alınmaktadır. Şerbetçi otu Bilecik'te Temmuz ayı sonlarında, Avrupa'da daha geç (Ağustos sonu) hasat edilir. Yeni hasat edilmiş

kozalaklar %80 nem ihtiva ederler. Muhafaza açısından kozalaklar derhal kurutulmalıdır. Şerbetçi otunun ihtiva ettiği acı reçineler, eterik yağların okside ve polimerize olmaması açısından önemlidir. Kurutmada sıcaklık 50-60°C'yi geçmemelidir.



Şekil 33. Şerbetçiotunun çeşitli organları.

Şerbetçi otunun hasadında renk önemli olup; tam olumdan biraz önce ve renk yeşilden sarıya döndüğü anda hasat edilmelidir. Erken toplanırsa kalite düşmektedir. Geç toplanırsa lupulin tanecikleri dökülerek zayıf artmaktadır. Kurutma yerine taşıma çok sert kaplarla değil, küfe ve sepetlerle yapılmalıdır. Kozalaklar Izgara üzerine örtülmüş çuval parçaları üzerine hafifçe serilir. Yığın 50 cm'yi geçmemelidir. Kurutma 50°C sıcaklıkta 10 saatte yapılır. SO₂'le muamele edilerek su oranı %7-9'a düştüğünde kurumaya son verilir. Şerbetçi otunun su oranının %10'un altında %12'nin üstünde olması istenmez. Lupulin tanecikleri brakteollerin alt kısmında bulunur, sarı renkte toz şeklindedirler.

Tablo 15. Kuru Şerbetçi otunun bileşimi (%).

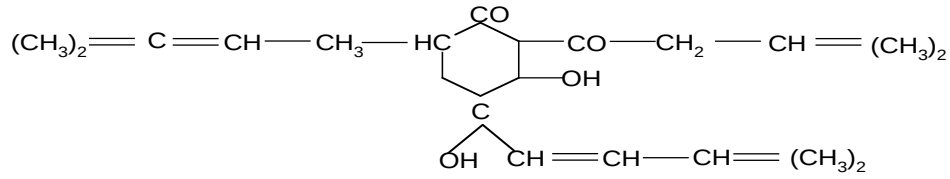
Su	12,5
Kül	7,5
Ham selüloz	13,3
Eterik yağ	0,4
Eter ekstraktı	18,3
Tanen	3,0
N 'lu maddeler	17,5
N 'suz maddeler	27,5

5.1.4.1. Şerbetçi otunun biracılık bakımından önem taşıyan kısımlar

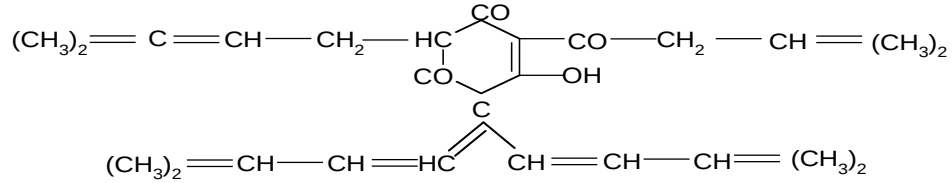
1. Reçineler: (Acı maddeler=Eter ekstraktı maddeler) Biraya arzu edilen acılığı veren, köpüğünü iyileştiren, biyolojik stabilitesini arttıran kısım.

- a. α -asidi (Humulon, Kohumulon, Adhumulon)
- b. β -asidi (Lupulon, Kolupulon, Adlupulon)

HUMULON



LUPULON



Şekil 34. Humulon ve Lupulonun kimyasal yapıları.

Bu asitler lupulin taneciklerinde bulunur. Şerbetçi otunun asıl acılık ve antiseptik özelliği özellikle α -asidinden ileri gelir. β -asitleri de acılık vermekle beraber esas unsur α -asitleridir. α -asitleri oksitlenerek ve polimerize olarak α -yumuşak reçinesini, β -asitleri okside ve polimerize olarak β -yumuşak reçinesini meydana getirirler. Az da olsa bunlar da acılık verirler. Oksidasyon ve polimerizasyonun önüne geçilmezse ileri şartlarda sert reçineler meydana gelir. Şerbetçi otundaki asitlerin acılık dereceleri:

α -asidinin acılık derecesi 100 kabul edilirse.

β -asidinin acılık derecesi 0 olur.

α -asidinin yumuşak reçinesinin acılık derecesi 36

β -asidinin yumuşak reçinesinin acılık derecesi 29

sert reçinelerin acılık derecesi 12'dir.

α -asidi miktarı taze şerbetçi otlarında yaklaşık %5 civarındadır. β -asidinin acılığı az olduğundan antiseptik özelliği de azdır. Şerbetçi otu kurduğunda α -asidinden kaybolan acılığı β -asidi telafi etmektedir.

2. Eterik yağlar: Lupulin taneciğinde meydana gelir. Biranın koku ve aromasını veren maddeler olup %0,4 oranındadırlar. Çok çeşitli unsurlardan oluşmuştur. Monoterpenlerden; Myrcenp önemli aroma maddesidir. Eterik yağlar;

a. Hidrokarbonlar (Monoterpenlerden Myrcenp)

b. O_2 'ne bağlı ürünlerden (Esterler, ketonlar, alkoller) ibarettir

Şerbetçi otunun kuruması sırasında eterik yağların oksidasyonu ile kokuda azalma olabilir.

3. Tanen: Şerbetçi otunda %2-5 oranında bulunur. Tanenin %90'nı dişi kozalakta yaprakta bulunur. Bira yapımında kaynatma sırasında proteinlerin çökmesine böylece biranın berraklaşmasına yardım ederler.

Kurutulmuş şerbetçiotu kozalaklarının bileşimi Tablo XY'de görülmektedir.

Tablo 16. Kurutulmuş şerbetçiotu kozalaklarının bileşimi.

Önemli Bileşikler	Konsantrasyon ağırlık)	(%
α -asitler	2-17	
β -asitler	2-10	
Yağlar	0,5-3	
Polifenol ve tanenler	3-6	
Monosakkaritler	2	
Amino asitler	0,1	
Proteinler	15	
Lipidler ve yağ asitleri	1-5	
Pektinler	2	
Kül tuzları	10	
Selüloz	40-50	
Su	8-12	

5.1.4.2. Şerbetçi otunun kıymet takdiri

1. Saflık: % 2'den fazla kozalak sapı olmamalıdır.
2. Kuruluk: Şerbetçi otu el ile ovulduğunda kolay kırılmalıdır. Ortalama olarak %10-12 oranında su bulunmalıdır.
3. Renk: Sarımsı-yeşil, parlak ve üniform olmalıdır.
4. Kozalak iriliği: Lupulin tanecikleri brakteolün dibinde olduğu için kısa brakteoller uzunlara göre daha fazla lupulin ihtiva eder.
5. Koku: Şerbetçi otu kozalağı kırılır, parmaklar arasında ezilir ve koklanır. Yabancı bir koku istenmez. SO₂, H₂S v.b., çok bayat olanlarda peynir kokusu istenmez.
6. Lupulin miktarı: Bunun için 1-2 kozalak kırılır ve lupulin incelenir. Bunlar altın sarısı renkte olup, kahverengi olmamalıdır. Kahverengi olması okside olduğunu işaret eder. Bunun için mavi kağıt üzerine serilen lupulin taneciklerine yukarıdan ışık verilir, parmakla kağıt üzerine sürülür. İz kalın, yağlı ve açık sarı renkli ise lupulin fazla demektir aksi ise azdır.
7. Şerbetçi otunun küflü olmaması ve çiçek yaprakları dökülmemiş olmalıdır.

Şerbetçi otu hasattan hemen sonra kurutulur, fakat hemen kullanılmaz. Kuru ve serin (0°C'de) muhafaza edilmelidir. Biranın kalite sembolü α -asididir; bu asit yukarıda anlatılan şartlarda özellikle N ve CO₂ atmosferinde en iyi şekilde muhafaza edilir, oksidasyonu ve olgunlaşması önlenir. Şerbetçi otu ya teneke kaplarla ya da presle sıkıştırılmış olarak çuvallarda piyasaya arz edilir.

5.1.5. Su

Biracılıkta su çok önemlidir. Arpanın ıslatılmasında, mayşelemede, buhar kazanlarında, soğutmada ve temizlikte kullanılır. Ayrıca biranın yaklaşık %90'ı sudan oluşmaktadır. Elde edilen biranın asgari 10 katı su harcanır. Bira kalitesi kullanılan su ile yakından ilgilidir. Biracılıkta kullanılan su içme suyu kalitesinde olmalıdır. Bunun dışında suyun özellikleri, üretilecek olan biranın türüne göre ayarlanmalıdır. Bazı biralar sert sularla yapılırken, Pilsen tipi biraların üretiminde daha yumuşak su tercih edilir. Elde edilen biranın kalitesi, kullanılan sudaki anyon ve katyonlarca belirlenir. Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺'un HCO₃'ları geçici olup kaynatma ile

giderilir. Su tasfiye sistemleriyle arzu edilen kalitede su elde etmek günümüzde bira üreticileri için oldukça kolaydır.

Ca^{++} ve Mg^{++} 'un SO_4 tuzları kalıcı sertliği oluşturur.

Alman sertliği 10 mg/l CaO

Fransız sertliği derecesi 10 mg/l CaCO_3

Amerikan sertlik derecesi 1 mg/l CaCO_3

Alman sertlik derecesi (10 mg/l CaO)

0-4 yumuşak

4-8 yumuşak

8-12 orta sert

>12 çok sert

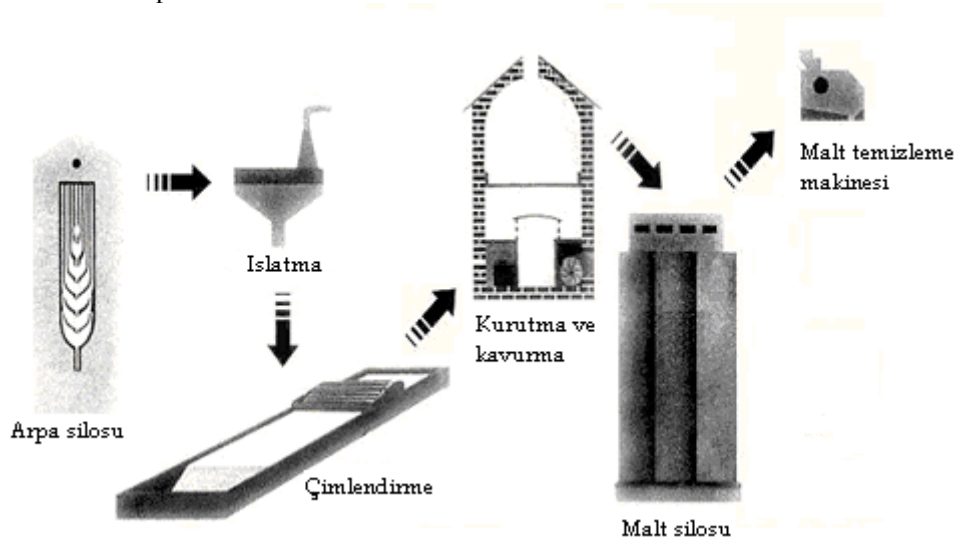
5.2. Malt üretimi

Malt, bira ve viskinin hammaddesi olmanın yanında bileşimindeki vitamin ve besin maddeleri nedeniyle ekmek-un-bebek mamalarında katkı maddesi olan, sporcuların beslenme tablolarından eksik olmayan ve bu sebeplerden dolayı dünyada çok kullanılan önemli bir besin türüdür. Ayrıca NATO dahil bir çok kuruluş ve ülke askeri amaçlı tablet besin maddesi olarak maltın kullanılabilirliği konusunda çalışmalarına devam etmektedir.

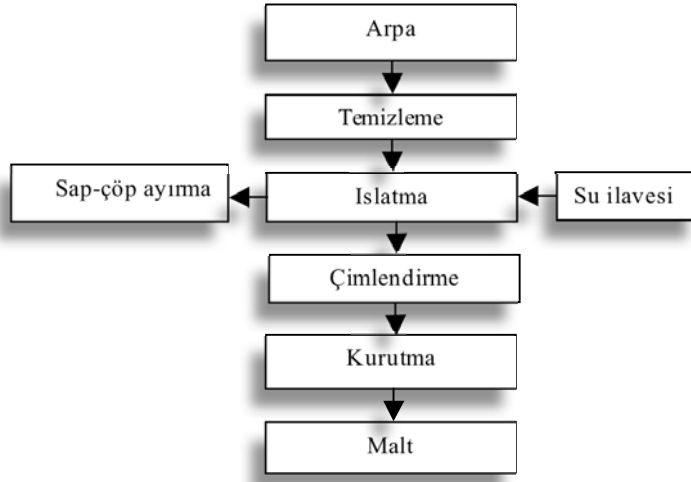
Biracılık; Malt üretim teknikleri ve Bira Üretim Teknolojisinden ibarettir. Malt; çimlendirilmiş, kurutulmuş hububattır. Fakat malt denince arpa maltı anlaşılır.

5.2.1. Malt üretim safhaları

- Arpanın muhafazası, temizlenmesi sınıflara ayrılması
- Arpanın ıslatılması
- Arpanın çimlendirilmesi
- Arpanın kurutulması



Şekil 35a. Şematize edilmiş malt üretim aşamaları.



Şekil 35b. Malt üretim aşamaları.

Arpanın işlenmeden önce belirli bir dinlenme (dormansi) devresi geçirmesi gereklidir. Arpa danesi de bütün canlı sistemler gibi solunum yaparlar. Solunum oksijenli şartlarda glukozun enerji, CO₂ ve H₂O'ya parçalanmasıdır. Solunum neticesinde önemli miktarda (672 kcal) enerji açığa çıkar. Bu enerjinin havalandırma ile dışarı atılması lazımdır. Atılmaması ile anaerobik şartlarda birtakım olaylar meydana gelir ki, bu embriyonun ölmesi ile sonuçlanabilir.

Solunum hızı sadece oksijene değil, sıcaklık ve rutubete de bağlıdır. Solunumla ortaya çıkan su, ortamın nisbi nemini arttırarak, sıcaklıkla beraber arpanın zarar görmesine sebep olur. Sıcaklığın 1°C yükselmesiyle solunum 10 misli artmaktadır. Depoya konulacak arpanın rutubetinin %14'ün üzerine çıkmaması lazımdır, rutubetli ürünler kurutulmalıdır.

5.2.1.1. Arpanın depolanması

Arpanın kalitesini muhafaza etmesi bakımından uygun şartlarda depolanması büyük önem taşır. Depolama sırasında da yavaş ta olsa solunum ve dolayısıyla bileşimde değişim devam etmektedir. Bu reaksiyonlar sonucu arpa nişastasının bir kısmı kullanılarak ısı, nem ve CO₂ meydana gelir. Bu bakımdan maltlık arpanın uygun şartlarda depolanması gerekmektedir. Bu maksatla farklı metodlar kullanılmaktadır:

1. Ambarlar: Arpa yığınları 1m'ye kadar yığılıp, belirli zamanlarda alt üst edilir. Ambar kuru ve serin olmalıdır. Depolanan arpa ambar zararlılarına karşı ilaçlanmalıdır (fumigasyon).
2. Silolar: 2-9 m çap, 10-25 m yüksekliğinde çelik veya beton kuyulardır. Çelik silo betona göre ucuz olup, kolay yapılırlar. Sıcaklığı çabuk ilettiğinden havalandırmaya dikkat edilmelidir. Beton silolar az yer kaplarlar, büyük hacimde yapılabilirler, ısıyı iletmezler. Arpa depolarının kapasitelerinin mümkün olduğu

kadar az tutulması gerekir. Arpanın temizlenmesi ve sınıflanması siloya konmadan önce yapılması gerekir.

5.2.1.2. Arpanın temizlenmesi

1. Ön temizleme (kaba temizleme): Kaba temizlemede kalburlar ve vantilatör sistemleri bulunur. Taş toprak gibi büyük parçalar ayrılır, aspirasyonla tozlar çekilir.

2. İnce temizleme:

- a. Kılçıkçıranlar: Kılçıklar temizlenir.
- b. Mıknatıslı ayırıcılar: Metal parçaları tutulur.
- c. Triyörlerle temizleme

Sınıflandırmada arpa üç kategoriye ayrılır.

1. maltlık

2. maltlık

Yemlik olarak ayrılır.

d. İnce temizlemede toz emiciler vardır.

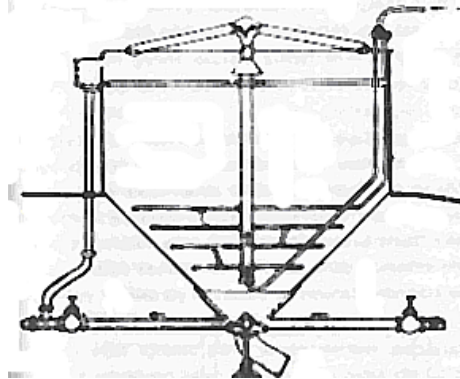
5.2.1.3. Arpanın ıslatılması ve çimlenmesi

Arpanın çimlenebilmesi için sıcaklık, rutubet ve O₂'e ihtiyaç vardır. Arpaların su alması sıcaklık yükseldikçe artar. Fakat sıcaklığın artması arzu edilmez. Çünkü;

- a. Yüksek sıcaklık arpanın embriyosuna zarar verir.
- b. Arpa üzerinde bulunan mikroorganizmaların çoğalması artar.

Islatma sırasında suyun sıcaklığı 10-15°C olmalı, 20°C'yi aşmamalıdır. Islatma ile arpanın rutubeti %45-46'ya çıkarılmaktadır. Açık maltlar için su oranı %42-44, koyu maltlar için %45-46 olmalıdır. Islatma süresi 10-12°C'de açık maltlarda 50-75 saattir. Koyu maltlarda 90-110 saattir. Bu süre bazı faktörlere göre değişebilir. Sıcaklık, dane büyüklüğü, danenin çeşidi, yetiştigi yer ve iklim şartları, suyun tazyiki bu faktörlerdendir. Suyun nüfuz etme hızı ilk 24 saatte çok yüksektir.

Islatma kapları genellikle metaldendir. Üst kısmı silindirik, alt kısmı konik kaplardır. Kap demirden ise boyanmalıdır. Ortalama 100 kg arpa için 2,5-3 hektolitire hacim hesaplanır. Islatma kapları sıcak yerlerde olmamalı, çimlendirme yerinin bir üst katında, arpa silosunun katında veya arpa temizleme ünitesinin yakınında olmalıdır. Islatma süresi çimlendirme süresinin yarısı kadar olduğundan, ıslatma kaplarının kapasitesi çimlendirme kaplarının kapasitesinin yarısı kadar olmalıdır.



Şekil 36. Havalandırma düzenli ıslatma kabı (Türker ve Canbaş, 2001).

Islatmadan önce arpa yıkanmalıdır. Islatılan 100 l arpa su alarak 130-140 l hacme ulaşmaktadır. Ağırlık olarak 100 kg arpa 200-210 kg'a çıkmaktadır.

Arpa yıkanmamış ise ilk su bir iki saat içinde boşaltılmalıdır. Daha sonra 12 saatte bir değiştirilmelidir. En geç 24 saatte değiştirilmelidir. 100 kg arpayı ıslatmak için 150 l suya ihtiyaç vardır. Taze su oksijen ihtiva ederse de bu yeterli olmaz, dolayısıyla havalandırma yapılır.

1. Kuru havalandırma: Islatma sırasında belli bir süre sonra su boşaltılıp hava ile temasa geçirilmektedir. Günde en az iki defa yapılmalıdır. Bazen alttan basınçlı hava vermek de mümkündür.

2. Yaş havalandırma: Islatma kabına ürün ve birlikte bulunduğu basınçlı hava verilmekle yapılır. Böylece ürün hareketlendirilerek iyi bir havalandırma olur. Bu sırada solunumla ortaya çıkmış olan gazlar uzaklaşır.

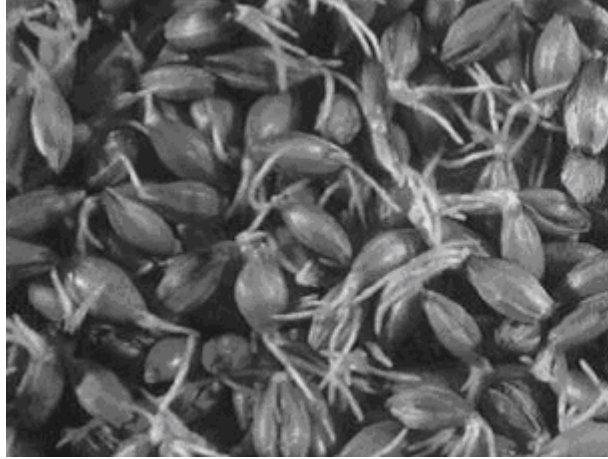
Günde her biri 15-20 dakika sürekli 5 defa havalandırma yapılır. Her 100 kg arpa için dakikada 1 atm. basınçta 30 l hava verilir. Islatma suyunda bazen mikroorganizmalar (küfler) üreyebilir. Bunlar embriyonun alması gerekli O_2 'i alırlar. Bunun için ikinci ıslatma suyuna formaldehit, H_2S , CaO , H_2O_2 gibi antiseptik maddeler ilave edilir. Hektolitre için 18-20 g kireç kullanılması aynı zamanda istenmeyen bazı kokuları da giderir.

Arpalar istenen miktarda su aldıktan sonra çimlenmeye bırakılır. Çimlendirmenin gayesi mayşeleme sırasında enzimlerin ortaya çıkarılmasıdır. Ayrıca arpa tanesindeki yedek besin maddelerinin mayşelemede hidroliz için uygun hale gelmesidir. Çimlenme ile birlikte arpada bütün enzimler sistemleri teşekkül eder. Mayşelenme sırasında nişasta maltoz ve dekstrine kadar, proteinler küçük moleküllere kadar parçalanır. **“Çimlenmiş arpaya yeşil malt denir.”**

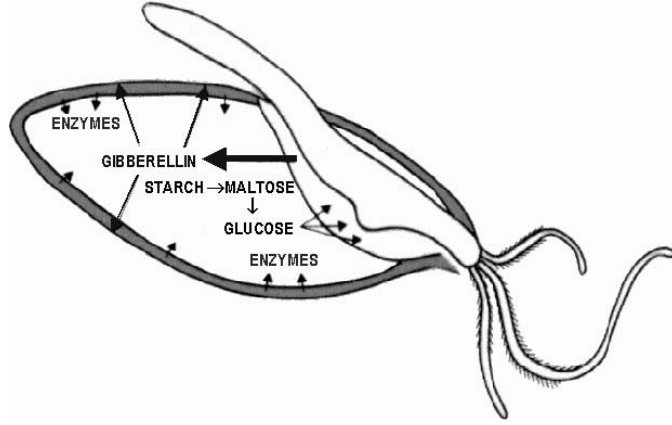
Çimlenme fizyolojik bir olay olup, yeterli sıcaklık, rutubet ve hava varlığında meydana gelir. Çimlendirme sırasında en uygun sıcaklık $15,8^{\circ}C$ 'dir. Yüksek sıcaklıklar istenmez, maltın kalitesini düşürür. Çimlendirme iki usulle yapılabilir.

1. Serme usulü

2. Pnömatik çimlendirme usulü



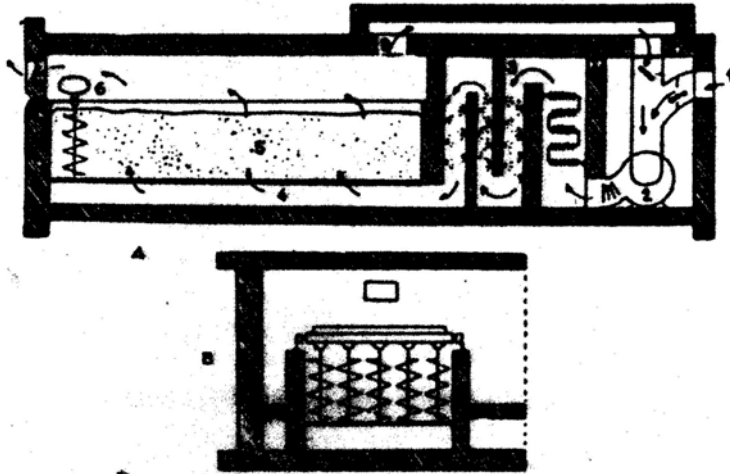
Şekil 37. Çimlenmiş arpa.



Şekil 38. Arpanın çimlenmesi.

Islatma ve çimlendirme sırasında havalandırma çokönemlidir. Solunumla artan ısı ve rutubetle solunum hızı da artacaktır. Havalandırma olmazsa solunumla meydana gelen CO_2 çimlenmeye engel olur.

Serme usul çimlendirmede; ürün yığın yüksekliği 40-50 cm olacak kadar serilir. Yığın sıcaklığı $10-14^{\circ}C$ 'ı aşmayacak şekilde ilk gün 6-8 saatte bir, daha sonra 12 saatte karıştırılır. Çimlenme süresi açık maltlarda 7 gün, koyu maltlarda 9-10 gündür. İspirto maltı için 10-14 gündür. $100 m^3$ arpa için $3-4 m^2$ yer gereklidir. Pnömatik çimlendirme; yer, iş ve zamandan tasarruf sağlar. Birkaç tipi vardır. En belirginini kompartıman usulüdür. Ayrıca silindir usulü de vardır.

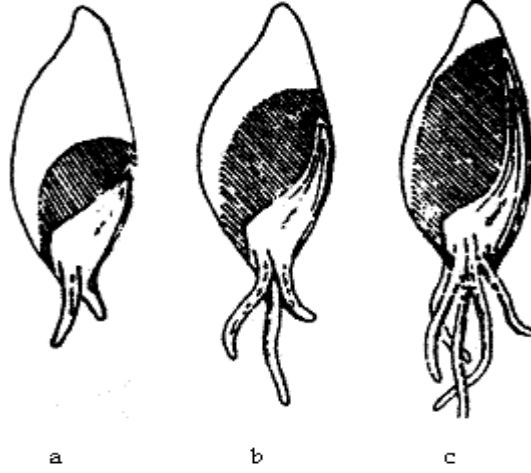


Şekil 40. Kompartıman sistemi çimlendirme düzeni (A. Uzunluğuna, B. Enine kesit).

Islatılmış arpalar dikdörtgen şeklinde delikli odalara konur. Yığın yüksekliği 40-60 cm'dir. Yığın günde 3-4 defa oda boyunca gidip gelen mekanik helezonik karıştırıcılarla karıştırılır.

Bira için çimlenmenin ölçüsü: Çimlenme sırasında gelişen yaprakçık sırt kısmını delip çıkmaz, kavuz ile testa arasında ilerler. Biralık arpada tane boyunun

$\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ kadar ilerlemesine kadar istenir. İspirto için kullanılan maltlarda tane boyunu aşır, delip çıkmasına müsaade edilir. Çimlenme ölçüsü koyu ve açık maltlarda değişir. Açık maltlarda yaprakçık $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$, koyu maltlarda $\frac{3}{4}$ kadar ilerlemesine müsaade edilir.



Şekil 39. Çimlenme sırasında danedeki erime (a. 3. gün, b. 5. gün, c. 7. gün).

5.2.1.3.1. Çimlenme sırasında meydana gelen değişiklikler

İlk değişme embriyoda meydana gelmektedir. Embriyonun kalkancık ve epitel tabakaları “sitaz”, “proteaz” ve “amilaz” enzimlerini salgılar. Endospermdeki hücre zarları erir, protein ve nişasta parçalanarak suda çözünür hale gelir ve bunlar besin maddeleri olarak embriyoya akar. Bu yeni bitki için kullanılır. Çimlenme sırasında tanede nişasta ve proteinlerin belirli bir kısmı parçalanarak küçük moleküller haline gelir.

Tanenin tabanından önce bir, sonra 3-5 kökçük dışarıya çıkar. Çimlenme sonunda kökçük, arpa boyunun 1,5 misli olur. Yaprakçık testayı delerek kavuzdan dışarıya çıkmayarak kavuz ve testa arasında (sırt kısmında) ilerler. Yalnız malt yapımında yaprakçığın taneyi delip çıkması istenmez. Buna **kısa malt** denir. İspirtoculukta yaprakçığın taneyi delmesine izin verilir. Buna **uzun malt** denir.

Çimlenme sırasında danede meydana gelen en önemli değişiklik endospermde dir. Endospermin hücre duvarının başlıca maddesi hemiselülozdur. Çimlenme sırasında meydana gelen sitaz enzimi bu maddeyi parçalar, böylece hücre zarı erir. Hücre zarının erimesi daha önce endosperme giremeyen enzimlerin girmesine yardım eder. Böylece hücre duvarının erimesi önce embriyoya komşu endosperm hücrelerinden başlar, çimlenme ilerledikçe devam eder. Hücrede bulunan diğer maddeler hidrolize olurlar. Biracılıkta kullanılan malt tamamen erimiş olmalıdır.

Erime; hücre duvarının enzim etkisiyle parçalanarak ortadan kalkması, tanedeki bütün enzim gruplarının faaliyete geçerek tanedeki diğer maddelerin parçalanmasıdır. Erimeyen kısımlara enzim etki edemeyeceğinden bir takım problemler çıkar. Özellikle proteinler çimlenme sırasında parçalanırlar. Yeterince erimiş maltlar öğütme silindirinde kolayca un haline gelmekte, kavuz iri parçalar halinde ayrılmaktadır. Çimlenme sırasında meydana gelen en önemli enzimler; Diastaz, fitaz, sitaz, proteazdır.

5.2.1.4. Kurutma ve kavurma

Malt çimlendirildikten sonra yeşil olup su oranı %45'dir. Biracılıkta yeşil malt hiçbir zaman kullanılmaz. Erime yeterli dereceye geldikten sonra kurutulur ve kavrulur. Kurutma ve kavurmada maksat;

1. Çimlenme ve erimeyi durdurmak.
2. Yapılacak bira tipine göre malta belirli aroma ve tad vermek.
3. Maltı uzun süre dayanıklı hale getirmek.
4. Yeşil malttaki enzim faaliyetini tamamen durdurmak.

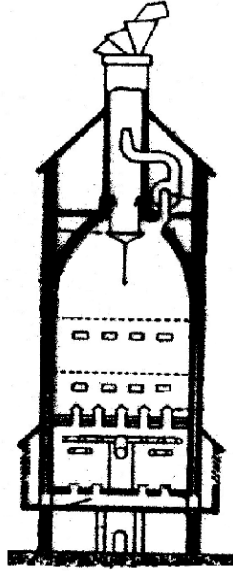
Yeşil maltta hoş olamayan bir koku vardır. Bütün bunlardan dolayı su oranının %5'in altına düşürülmesi gerekir. Kurutmayla maltta su oranı %3-4'e kadar düşer Ancak bu kadar düşük olması arzu edilmez. Zira aşırı kuruluk maltın higroskipliğini artırır.

5.2.1.4.1. Kurutma ve kavurmada meydana gelen değişiklikler

1. Yüksek sıcaklığın etkisiyle maltta çeşitli bileşikler arasında meydana gelen kimyasal olaylardan Maillard reaksiyonu en önemlisidir. Maillard reaksiyonu yüksek sıcaklık yanında su miktarı ve sıcaklığın devamına bağlıdır. Bu reaksiyon her sıcaklıkta olabilir. Su miktarı malttaki enzim faaliyetini etkiler. Su oranı düştükçe enzimin yüksek sıcaklığa dayanma kabiliyeti azalır. Mayşelemede enzimlerin kolay inaktive olmayışının sebebi budur. Enzimler mayşelemede 75°C'de birkaç dakikada denatüre olurlar. Pratikte malttaki su oranı %10'un altına düşmedikçe sıcaklık 50°C'nin üzerine çıkarılmaz.

2. Çok yüksek sıcaklıklarda malttaki nişasta çirşlenerek sert ve camsı bir karakter kazanır. Malt kurutma ve kavrulma esnasında karıştırılmalıdır. Kurutma safhasında enzim faaliyeti devam eder. Kavurma ise kuru maltın ısıtılma safhası olup kimyasal reaksiyonların özellikle Maillard reaksiyonunun cereyan ettiği bir aşamadır.

Kurutma ve havalandırma fırınları dört köşe kule şeklinde olup altında ısı kaynağı bulunur. Üst kat kurutma, alt kat havalandırma odasıdır. Malt önce kurutma odasına konur. Kurutma ve kavurmada ya doğrudan doğruya ocaktan çıkan gazlar maltın içine sevk edilir ya da ocakta meydana gelen kızgın gazlar borulardan geçirilerek boru etrafındaki hava ısıtılır ve bu kurutma odasına sevk edilir. Yeşil malttan açık malt yapmak için 12 saat, koyu maltharda 24 saat kurutulur. Açık maltta 20 cm, koyu maltta 30 cm malt yüksekliği yeterlidir.



Şekil 41. İki katlı geleneksel kurutma-kavurma odası (Türker ve Canbaş, 2001).

Kurutmanın ilk safhasında sıcaklık en fazla 45°C'dır. Açık maltharda su miktarı %30'a düşünceye kadar sıcaklık 35-40°C'ye, %30 düştükten sonra 40-50°C'ye çıkarılır. Su oranı 12 saat sonra %10'a düşüncü kurutma odasından malt kavurma odasına alınır. Burada sıcaklık başlangıcı 40-50°C olup, bu sürenin sonunda 85°C'ye kadar çıkarılır (son 3-4 saatte). Bu şekilde kurutulmuş açık maltharda su miktarı %3-4'tür. Koyu maltharda kurutma odasında sıcaklık 65°C'a kadar çıkar. Bu maltharda melanoidin oluşumu için yüksek sıcaklık ve fazla su arzu edildiğinden su oranı %20'ye düşüncü kavurma odasına verilir. Kavurma odasında sıcaklık 105°C'a kadar yükseltilir. Bu tip koyu maltharda su oranı %2'dir. Bu kurutma ve kavurma işlemleri alt fermentasyon biraları içindir. Üst fermentasyon birası yapılmak isteniyorsa kurutma ve kavurma 4 gün sürer. Üst fermentasyon birası üretiminde kullanılacak arpaların çimlenme süreleri de uzundur. Uzun süren kurutma işlemi sırasında aroma fazlalaşmakta, protein parçalanması ilerlemektedir. Üst fermentasyon biralarında mayşeleme kısa sürmektedir.

5.2.1.5. Maltın temizlenmesi ve muhafazası

Maltlar depolanmadan önce kökçüklerinden ayrılmalıdırlar. Çünkü bunlar acı ve renkli maddeler ihtiva ederler, biraya arzu edilmeyen tad ve koku verirler. Kökçüklerin ayrılması soğutulmasına da yardım eder. Kuru iken ayrılması daha kolaydır. 100 kg malttan 3-5 kg kökçük elde edilir. Kökçüklerin ayrılması, içinde döner paletler bulunan silindirden oluşan makinelerle yapılır. Malt kökçükleri sadece makinalarda değil, bir kısmı kurutma ve kavurmada ayrılır. Besin maddelerince oldukça zengin olup hayvan yemi olarak kullanılır. Bileşiminde azotlu maddeler parçalanmış halde ve enzimce de zengin olduğundan maya üretiminde kullanılır. Vitaminlerden özellikle B kompleksleri A, D, E vitaminleri ve kül bakımından da zengindir. Fırından çıkan malt hemen kullanılmayıp bir süre

(en az 3 hafta) mutlaka bekletilmelidir. Eğer taze olarak kullanılırsa, fermentasyon ve şıranın süzülmesinde problem çıkarır (Kolloidal bulanıklık ve köpüklenme yapmaktadır). Maltın rutubeti %5'i geçmemelidir. Bu bakımdan depo şartları kontrol edilmelidir. Maltın depolarda silolanması sırasında kesinlikle havalandırılmaz. Bunun için nakliye sırasında malt çuvallarda muhafaza edilmez. Malt randımanı denince 100 kg arpadan elde edilen malt miktarı anlaşılır. Maltta randıman 100 kg'ın altındadır. 100 kg arpadan 70-80 kg malt elde edilir.

Tablo 17. Maltta üretiminde meydana gelen kayıplar.

Kayıp	Açık malt (%)	Koyu malt (%)
Islatmada	1	1
Kökçüklerde	3-4	5-6
Solunumla	4-5	7-8
Toplam	10	13

Su oranındaki düşme bir randıman kaybı olarak sayılmaz. Malttaki kuru madde kaybı arpa çeşidi ve çevre şartlarına göre değişir. Solunumla meydana gelen zayıt, mattaki nişastanın parçalanması olup en önemlisidir. Maltta kuru madde zayıtının %7'nin altına düşmesi istenmez. Bu erimenin iyi olmadığına işaret eder ki, bundan yapılan bira da kalitesiz olur. Özel maltlar tek başına bira yapılan maltlar olmayıp; biraya renk, köpük v.s. vermek amacıyla katkı maddesi olarak kullanılırlar. Katkı miktarı %20'yi geçmez. Bunlardan;

Siyah malt koyu renkli biralarda rengi koyulaştırmak amacıyla kullanılır. Kullanılma oranı Münih biralarda %1-2'dir. Fırında tam kurumamış malt veya nemlendirilmiş açık malt veya yeşil malt dönen silindirler içinde 200-225°C'de kahve gibi kavrulur. Kavrurma sırasında Maillard reaksiyonu cereyan eder. Bu maltta bütün enzimler tahrip olmuştur.

Kristal malt; biralara aroma vermek, tad ve köpük durumunu iyileştirmek, dolgunluk vermek için katılır. %45 nem ihtiva eden yeşil malt 66-67°C'de 30 dakika ile 2 saat arasında havalandırma yapılmaksızın bırakılır. Bu şartlarda proteolitik enzimlerden ziyade amilolitik enzimler çalışır. Sonuçta danedeki nişasta mayşelemedeki gibi şekerlenmekte, endosperm şurup halini almaktadır. Daha sonra 120-121°C havalandırma ile birlikte 1-2 saat bırakılır. Bu sıcaklıkta şekerler karamelize olmaktadır.



Şekil 42. Malt çeşitleri.

5.2.2. Maltın kıymet takdiri

1. Dış görünüş bakımından:

Danenin büyüklüğü ve yeknesaklığı: İri taneden daha fazla eksrakt elde edilir.

Renk: Malt rengi aynı arpa renginde olmalıdır.

Koku ve tad: Koku temiz olmalı ve istenilen derecede aromatik olmalıdır.

Erime durumu: Parmakla veya dişler arasında muayene edilir. Kolayca dağılmalıdır.

2. Fiziksel analizler :

1000 dane ağırlığı 30-40 g olmalıdır.

Camsı danelerin sayısı %10'dan az olmamalıdır. Camsı; 1, dönmeli; ½, çok az camsı; ¼ (bunlar toplanır) camsı daneler bulunur.

Yaprakçık uzunluğu; çimlenmenin yeknesaklığını gösteren önemli bir kriterdir. Koyu maltta ¾'dir.

Kalbur analizi; yeknesaklık: Kalbur analizi arpada olduğu gibi maltı 2,8; 2,5 ve 2,2 mm çapında delikleri olan eleklerde elemekle yapılır.

3. Kimyasal analizler:

Su: Su oranı %5'in üzerinde olmamalıdır, %7'nin üstünde olursa depolamada kalite bozuklukları görülür.

Ekstrakt miktarı yüksek olmalıdır.

Şekerleme müddeti: Maltın mayşelenmesinde 70°C'de bir miktar mayşe alınıp iyotla muamele edilir. Açık maltta 15-20 dakika, koyu maltta 30-35 dakikada şekerlenme meydana gelmektedir.

Şıra rengi: Açık maltharda 0,14-0,25 N/10 iyot, koyu maltharda 0,6-1,1 N/10 iyottur.

İnce-Kaba kırma ekstrakt farkı: Malttaki erime derecesini belirlemede kullanılan en objektif metodlardan birisidir.

Diastatik kuvvet: Maltın nişastayı parçalama gücünü gösterir.

Hartong sayısı: Farklı sıcaklıklarda (20, 45, 65 ve 80°C) yapılan mayşelemede bulunan ekstrakt miktarlarının her biri standart olan kongre (malt ekstrakt tayininde elde olunan şıra) mayşesi ekstrakt miktarına oranlanır. Bu sayılar toplanarak 4'e bölünüp bundan 58,1 çıkarılır.

Kolbach sayısı: Protein çözünme derecesi; malt ekstrakt tayininde elde olunan (Kongre) şıradaki çözünür ekstrakt miktarının malthaki toplam azot miktarına oranıdır.

Diğerleri: Kongre şırasının viskozite ve pH'sı da maltın kalitesinin belirlenmesinde önem taşır.

BÖLÜM 6

BİRA ÜRETİMİ

Bira malttan yapılan, alkol ve CO₂ ihtiva eden bir içkidir. Bira yapım teknolojisi aşağıdaki safhalardan oluşmaktadır:

1. Malt yapımı
2. Mayşeleme, kaynatma
3. Fermentasyon. Burada 2. ve 3. basamaklar bira teknolojisini özetler.

Tarihçe

Bira insanoğlunun yaptığı ilk alkollü içecek olarak bilinmektedir. Biranın ilk olarak eski Mısır ve Sümerler'de yapılıp tüketildiğine dair yazılı kayıtlar bulunmaktadır. Sonra Yunan medeniyeti aracılığı ile dünyaya yayılmıştır. İtalya (Akdeniz ülkeleri) ve Almanya'da oldukça yaygındır.

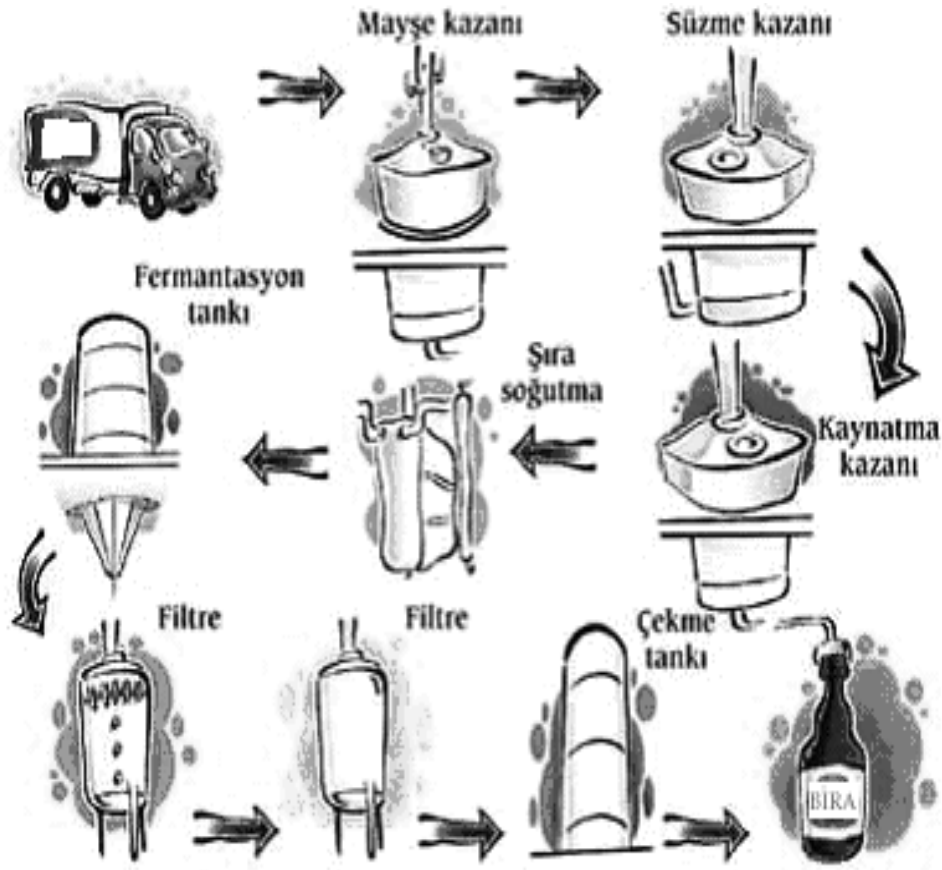
Türkiye'de bira sanayiinin gelişmesi: 1862 yılında İstanbul Feriköy'de İsveçli bir aile ilk bira işletmesini kurmuştur. 1926'da içki tekeli ve Atatürk Orman Çiftliğinde ilk fabrika kurulmuştur. 1969 yılına kadar sadece TEKEL birasının bulunduğu Türk bira pazarı aynı yılda iki özel sektör kuruluşunun devreye girmesiyle birlikte köklü bir değişikliğe uğramıştır. Özel sektörün modern üretim teknolojisi ve uyguladıkları pazarlama politikalarıyla Türk bira pazarında gerek mamul kalitesi gerekse ambalaj çeşitlendirmesi açısından gelişmiş ülke standartlarına kısa sürede ulaşılmıştır.

Türkiye bira ve malt pazarında halen Efes Grubu'nun 5 bira, 2 malt fabrikası, 1 şerbetçiotu tesisi, Türk Tuborg ve TEKEL'in ise birer bira ve malt fabrikası bulunmaktadır. TEKEL'in İstanbul Bomonti ve Ankara Bira Fabrikalarının üretimine son verilmesi, sadece Yozgat Fabrikasında üretime devam edilmesi kararı 5 Nisan 1994 tarihinde alınmıştır.

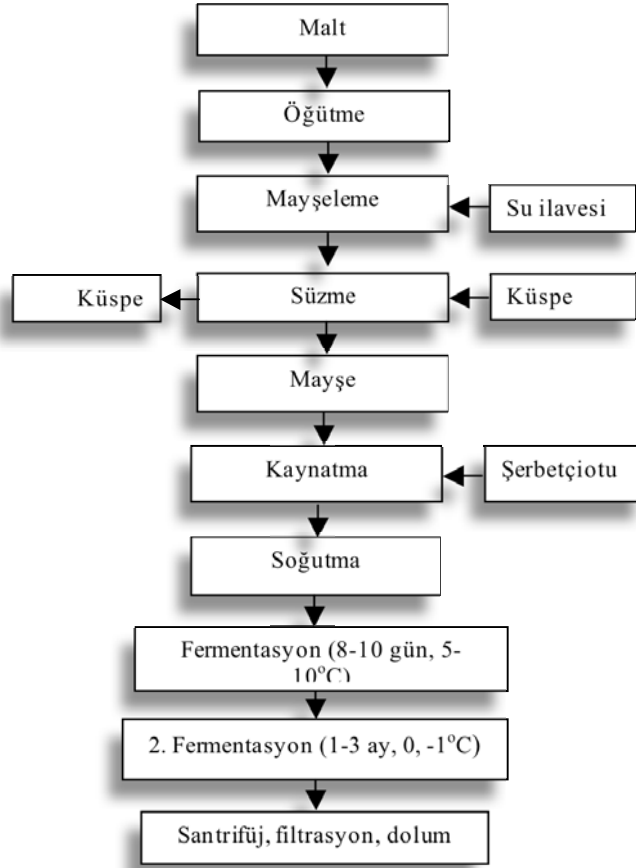
Öte yandan 1995 yılı Mayıs ayı itibarı ile üretime başlayan TOROS BİRACILIK sektördeki üçüncü özel sektör firması olmuştur. Toros Biracılık "Marmara" markası ile pazara girmiş ve bu birayı Lüleburgaz'da kurduğu tesislerde üretmeye başlamıştır. Bu şirket söz konusu tesisi 1998 yılında Efes Grubu'na satmıştır.

Mevzuatta Biranın Tanımı: Şişelenmiş ve Kutulanmış Biralara Standardında (TS 2259, Kasım 1986) "Bira, malt (TS 4369/2) ve diğer ekstrakt verici maddelerin öğütülüp, sıcak su ile belirli metotlara göre işlenmesiyle elde olunan şıranın, şerbetçi otu (*Humulus lupulus*) veya preparatları ile kaynatılması ve soğutulduktan sonra bira mayası ile fermente edilmiş, dinlendirilmiş ve pastörize edilmiş, içinde çözülmüş halde karbondioksit bulunan alkolsüz veya alkollü bir içecektir." şeklinde tanımlanmıştır.

Ekstrakt verici maddeler de; "Pirinç, mısır, darı, buğday, arpa, yulaf, sorgum ile bunlardan yapılmış ürünler ve çeşitli şekerlerdir." şeklinde tanımlanmaktadır. Bira üretimi şu aşamaları içine alır: (1) Maltın öğütülmesi, (2) Maltın mayşelenmesi, (3) Mayşenin süzülmesi, (4) Mayşenin kaynatılması, (5) Mayşenin soğutulması, (6) Mayşenin fermentasyonu, (7) Mayşenin dinlendirilmesi veya ikinci fermentasyon, (8) Süzme, şişeleme, pastörizasyon.



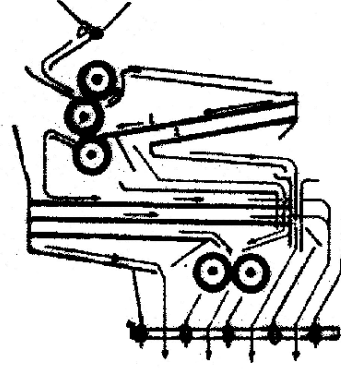
Şekil 43a. Şematize edilmiş bira üretim aşamaları.



Şekil 43b. Bira üretim aşamaları.

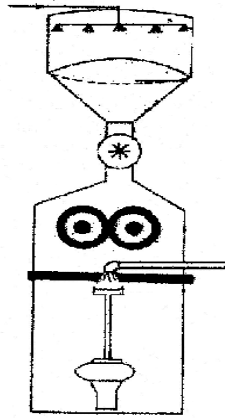
6.1. Maltın öğütülmesi

Malt valsli değirmenlerde öğütülür. Maltın öğütülmesinde dikkat edilecek en önemli husus; endospermin mümkün olduğu kadar ince öğütülmesi, kavuzların iri parçalar halinde kalmasıdır. Bu da iyi erimiş maltharda mümkün olmaktadır. Kavuzun süzme işleminde oldukça önemli fonksiyonu vardır. Bundan dolayı öğütme sırasında kavuzun parçalanması arzu edilmez. Valsler dökme çelikten olup, farklı kombinasyonları kullanılmaktadır (5'li veya 6'lı vb.). Şekil 44'de 5'li vals grubu bulunan bir malt öğütme değirmeninin şeması görülmektedir.



Şekil 44. Valsi malt öğütme değirmeni şeması (Türker ve Canbaş, 2001).

Kuru öğütme yerine, maltın ıslatılmış olarak öğütülmesi de mümkündür. Son zamanlarda bir çok işletmede kuru öğütme yerine ıslak öğütme tercih edilmektedir. Maltın su veya buharla ıslatılması öğütme sırasında kavuzun parçalanmasını engellemektedir. Bu usulde, malt 15-30 dakika 10-15°C'de ıslatılarak rutubetin %28-30'a çıkması sağlanır. ıslatma yeterli olmazsa, öğütmede kavuz toz haline gelir, fazla olursa valsere yapışır. Öğütülen malt mayşe yapılacak su ile karışarak bir pompa aracılığı ile mayşeleme kazanına alınır. Şekil 45'de ıslak öğütme sisteminin şeması görülmektedir.



Şekil 45. ıslak öğütücü şeması (Türker ve Canbaş, 2001).

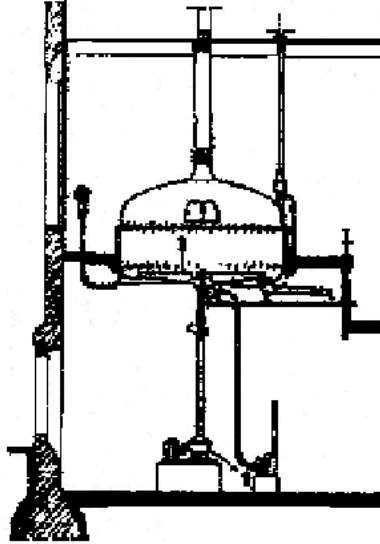
6.2. Maltın mayşelenmesi

Mayşeleme kısaca nişastanın fermente olabilir şekerlere parçalanması işlemidir, maltın öğütülüp sıcak su ile karıştırıldıktan sonra belirli sıcaklıkta tutularak ekstrakte edilmesidir şeklinde tanımlanabilir. Mayşeleme, malt kırmasının su ile karıştırılarak ve belirli sıcaklıklarda tutularak malttaki suda eriyebilir maddelerin ve fermentlerin (enzimlerin) şıraya geçirilmesi, ayrıca suda erimez haldeki büyük moleküllü maddelerin suda erir hale gelmesinin sağlanması işlemidir. Başka bir ifadeyle, öğütülmüş maltın su ile ekstraksiyonu demektir. Mayşelemede nişasta; maltoz ve dekstrinlere, proteinler; aminoasitlere, fitinler; inosid ve inositole kadar parçalanmaktadır.

Tablo 18. Mayşeleme sırasında enzimlerin optimum çalışma sıcaklıkları ve pH'ları.

		pH	Sıcaklık (°C)
α-amilaz	Nişasta eriyiğinde	5,6	60-65
(Dekstrinogen)	Mayşede	5,6-5,8	72-75
β-amilaz	Mayşede	5,4	60-65
Proteinaz	Saf protein eriyiğinde	4,3	45-55
Peptidaz	Saf protein eriyiğinde	7,8	40-45
Sitaz	-	5,0	35-45
Fitaz	-	5,0-5,5	45-50

Mayşelemede α -amilaz nişastayı dekstrinlere, β -amilaz nişastayı maltoza parçalamakta ve %20 dekstrin, %80 maltoz meydana gelmektedir. Proteinler çimlenmede, nişasta mayşelenmede parçalanmaktadır. 45-50°C'de mayşelemeye protein dinlendirmesi denir. Proteinin parçalanması fazla miktarda olursa biranın tadı bozuk olur ve köpük teşekkül etmez. Protein miktarının fazla olması, protein dinlendirmesinin yeterli yapılmaması biranın berraklaşmasını zorlaştırır.



Şekil 46. Mayşeleme kazanı şeması.

6.2.1. Mayşeleme tekniği

Şıra elde etmek için mayşeleme, süzme ve kaynatma yapılmaktadır. Mayşeleme işlemlerini yapmak için gerekli alet ekipman; (1) Mayşe kazanı (2) Mayşeyi süzme kazanı veya süzme filtresi (3) Mayşe kaynatma kazanı (4) Şıra kaynatma kazanı. Mayşelemede 1 kısım arpa için 4 kısım su kullanılmaktadır.

6.2.2. Mayşeleme metodları

Dekoksasyon (kaynatma) usulü (a. Tekli b. İkili c. Üçlü): Kaynatma kazanının kapasitesi 100 kg mayşe için 3-5 hektolitreye olmalıdır. Türkiye ve Avrupa’da mayşeleme dekokasyon usulü ile yapılmaktadır. Mayşenin 1/3’i alınır, kaynatma kazanında kaynatılır, üzerine tekrar mayşelave edilir. Bu işlem üç defa tekrarlanabilir (tekli, ikili, üçlü). Mayşenin sıcaklığı böylece bir kademe yükseltilmiş olur. Kaynatma sayısı arttıkça biranın rengi koyu, lezzeti sert olur. Mayşelemenin tamamı 5,5 saat sürmektedir. İkili kaynatmada, alınan mayşe %50 kadardır. İkinci kaynatmada da geri kalan alınır. Tekli kaynatmada 50-55°C’de başlar. (İkili kaynatma 4 saat, tekli kaynatma 3,5 saat sürer).

İnfüzyon usulü üst fermentasyon mayalarında (biralarda) kullanılır. İngiliz maltları çok iyi eridiğinden bu metodla işlenmeleri uygundur. Protein dinlendirmesi diye bir şey söz konusu değildir. Esası; mayşe kazanındaki mayşeyi yavaş yavaş ısıtarak 75-77°C’ye çıkarmaktır. Başlangıç sıcaklığı 70°C olup, sonra dinlendirmeye bırakılır. Bu usulde enzimler hiç zarar görmez, daha ziyade %40-50 oranında katkı maddeleri kullanılabilir.

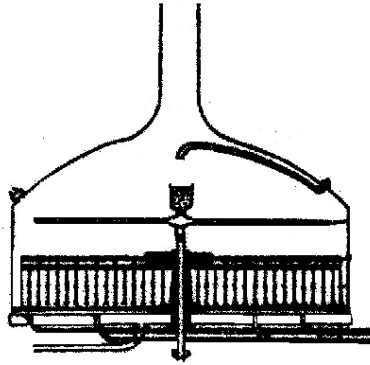
Mayşeleme sonunda, mayşe iyotla (I) kontrol edilir. Mayşe I’la mavi renk verirse nişasta parçalanmamıştır. Kırmızı renk verirse iyi bir parçalanma olmamıştır. Renk vermezse mayşeleme tamamdır. Mayşeleme sırasında şekerlenmenin iyi olmaması şu sebeplerden ileri gelebilir:

- Çimlenme kabiliyeti iyi olmayan arpa kullanılmıştır.
- Yeni kavrulan malt kullanılmıştır .
- Kavurma hatalı yapılmıştır .
- Malt kırması iyi değildir.
- Mayşeleme metodu yanlıştır.

İyi bir mayşe elde edildikten sonra süzülür.

6.3. Mayşenin süzülmesi

Mayşe İki safhada süzülür. Önce posadan şıra süzülerek ayrılır, sonra kalan küspe 75°C sıcaklıktaki su ile yıkanır. Böylece bütün ekstraktın elde edilmesine çalışılır. Süzmede; ya süzme kazanı, ya da mayşe süzme filtreleri kullanılır. Küspe oldukça iyi bir hayvan yemi olup, 100 kg malt kırmasından %70-80 rutubetli 110-120 kg küspe alınır. Yaş küспенin 5 kg’nın besin değeri 1 kg arpaya eşittir. Küspe ya taze olarak derhal, yada kurutularak kullanılmaktadır.

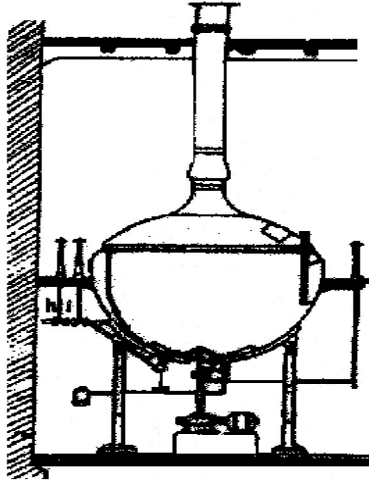


Şekil 47. Süzme kazanı.

6.4. Mayşenin kaynatılması

Biranın stabil hale gelmesi ve şerbetçi otundan bazı aroma maddelerinin geçmesi için yapılan bir işlemdir. Kaynatmanın amaçları;

- Kaynatma sırasında, buharlaştırarak bir kısım suyu uzaklaştırmak ve konsantrasyonu ayarlamak. Kaynamada suyun 1 saatte %10' u uzaklaşır.
- Enzimleri tahrip ederek şırayı steril hale getirmek. Mayşelenmiş şıra bol miktarda enzim ihtiva eder. Eğer bunlar tahrip edilmezse fermentasyon sırasında dolgunluk veren maddeleri (özellikle proteinler) parçalarlar. Bu biranın köpük durumu ve stabilitesini bozar.
- Proteinleri çöktürerek ayırmaktır. Kaynatma sırasında proteinler tanenle birleşerek koagüle olur ve ayrılır. Bunlar özellikle albumin ve globulin proteinleridir. N'lu maddeler bira üretiminde doğrudan doğruya etkili olmayıp, biranın stabilitesi ve kalitesi üzerine etki etmektedirler. Parçalanma çok ileri giderse bira kalitesi olumsuz etkilenmektedir. Birada belirli bir aromanın oluşması ve biranın dolgunluğu için belirli miktar protein kalmalıdır.



Şekil 48. Buhar ceketli kaynatma kazanı.

Kaynatma sırasında biraya şerbetçi otundaki aroma maddeleri geçmektedir. Kaynatma özellikle bunun için gereklidir. Zira şerbetçi otunun önemli bileşenlerinden α ve β asitleri normal sıcaklıktaki suda erimemektedir. Bu sırada bazı eterik yağlarda kayıplar söz konusu olmaktadır. Bunun için şerbetçi otunun yarısı kaynatmanın başında, $\frac{1}{4}$ 'ü ortasında, $\frac{1}{4}$ 'ü de bitime doğru şıraya ilave edilmelidir. Böylece eterik yağların tamamının kaynatma ile kaybının önüne geçilebilmektedir.

Şıranın pH'sı 6,0 civarında olup, kaynatma sırasında düşebilir. Fosfatlar, şerbetçi otundan geçen acı maddeler pH'nın düşmesinde etkilidir. Kaynatma sırasında pH'nın 5,2 olması idealdir. Çünkü proteinler bu pH'da izoelektrik noktasına ulaşp, topaklaşarak çökerler. Hektolitreye **170-180 g** şerbetçi otu ilave edilmektedir. Kaynatma kazanı bakırdan yapılır ve buhar gömlekleri vasıtasıyla ısıtılır. Kazana aşırı miktarda şıra doldurulmamalıdır.

Ekstrakt verimi önemli olup, 100 g malttan mayşeleme sonunda şırada erir hale gelmiş olan ekstrakt miktarıdır (g olarak) ve aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\text{Ekstrakt verimi} = \frac{B \times S \times L \times 0,96}{\text{Malt kırması (kg)}}$$

B: 100 g şıradaki g olarak ekstrakt miktarı (% ekstrakt)

S: Şıranın yoğunluğu (Balling)

L: Elde edilen şıranın hacmi

Örnek:

B: %11,5

M: 1500 kg

L: 1700 l

S: 1,0464

$$\text{Ekstrakt verimi} = \frac{5 \times 1700 \times 0,96 \times 1,0464}{1500} = \%75$$

Ekstrakt tayininde, genellikle şıra sıcakken ölçüldüğünde meydana gelen hacim artmasını önlemek için 0,96 faktörü kullanılır.

6.5. Soğutma

Şıra kaynatıldıktan sonra şerbetçi otunun şıradan ayrılması gerekir. Kaynatmadan sonra şıra şerbetçi otuna püskürtülür, böylece şerbetçi otu temizlenir. Şerbetçi otunun 1 kg'ında 6-7 L şıra kalmaktadır, bu yıkanarak ayrılır. Şerbetçi otu küspesi bir enfeksiyon kaynağı olup hayvan yemi olarak kullanılmaz. Kaynatmadan sonra fermentasyona hazırlamak için şıranın soğutulması gerekir. Zira maya yüksek sıcaklıkta çalışamaz. Bu bakımdan, derhal mayalanma sıcaklığına soğutulmalıdır.

Soğutmada dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Şıranın steril olması lazımdır. Enfeksiyona sebep olabilecek mikroorganizmaların (30-40°C'de) bulaşmamasına,
- Soğutma sırasında şıranın yeterince oksijen almamasına,
- Proteinlerin çökerek ayrılmasına dikkat edilmelidir.

Hızlı bir şekilde soğutma sağlamak için soğutma iki kademe yapılır (Soğutma havuzlarında ve soğutucularda). Şıra önce soğutma havuzlarında 60°C'ye kadar soğutulur. Bu sıcaklıktan sonra soğumanın hızlı olması için soğutucular kullanılmalıdır. Soğutma havuzu; Fe, Cu ve paslanmaz çelikten yapılmaktadır.

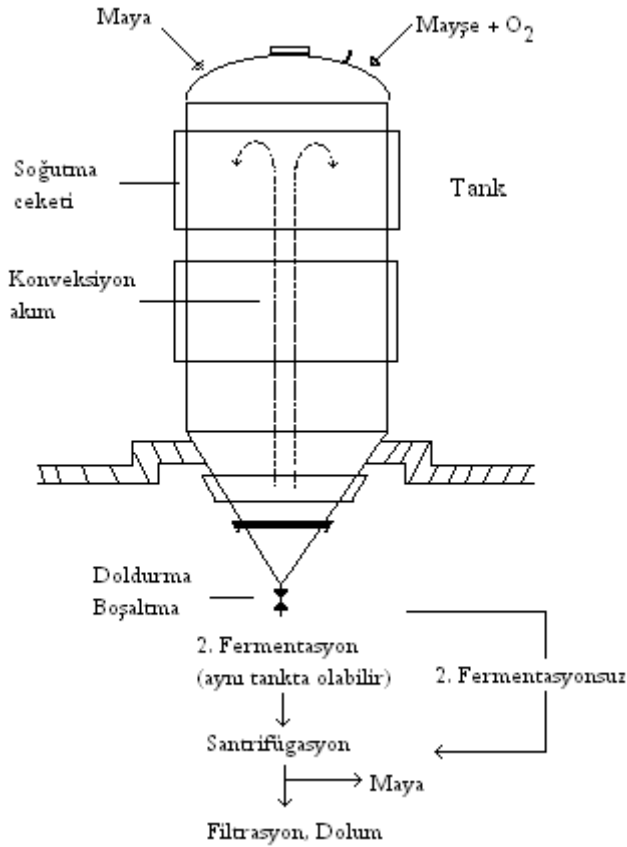
6.6. Fermentasyon

Soğutulmuş olan şıra fermentasyon kaplarına alınır ve maya ilave edilerek fermentasyona bırakılır. Üst fermentasyon biraları, alt fermentasyon biralarına nazaran daha kısa sürede piyasaya sürülecek hale gelir. Fakat tad ve aroma olarak beğenilen alt fermentasyon biralarıdır.

Alt fermentasyonda sıcaklık 6-8°C iken üst fermentasyonda sıcaklık 13-15°C'dir. Alt fermentasyonda süre 8-12 gün, üst fermentasyonda 3-5 gündür. Bu bakımdan maliyetleri de düşüktür. Alt fermentasyonda *Saccharomyces carlsbergensis*, üst fermentasyonda *Saccharomyces cerevisiae* suşları kullanılır. Üst fermentasyon mayaları rafinozun ancak 1/3'ünü parçalayabilir.

Alt fermentasyonun yapıldığı yerlerde soğutucu düzenlerin olması şarttır. Mahzende oluşan CO_2 'in atılması için havalandırma düzeni olmalıdır. Fermentasyon kapları alüminyum veya paslanmaz çelikten yapılır. Taşmanın olmaması için fermentasyon kabının üzerinde bir miktar boşluk bırakılır. Bir hektolitreye şıra için 0,5 L maya (lapa) kullanılır.

Fermentasyonun başında (ilk 12 saatten sonra) gaz habbecikleri çıkmaya başlar, 24 saat sonra köpüklenme hızlanır, köpükler yüzeye doğru çıkar (1. Safha). İkinci safhada köpükler karnabahar gibi bir hal alır. Üçüncü safhada köpükler kayalıkları andırır ve fermentasyonun en hızlı devresidir. Bu devre ekstrakt miktarının en hızlı şekilde düştüğü devredir. Bundan sonra fermentasyon yavaşlar, köpük iner ve yüzeyde ince, kirli bir tabaka kalır. Üst kısımdaki bu kirli kısım atılır. Maya da tam dibe çökmüş olup, altta üç tabaka halindedir. Üstte en zayıf ve sonra çöken maya vardır. Alt kısımdaki tabakada ölü mayalar bulunmaktadır. Orta kısımdaki mayalar kuvvetli mayalar olup, sonraki fermentasyonda tekrar kullanılabilir, açık krem renklidir. Fermentasyonun başında sıcaklık $4-6^\circ\text{C}$, kuvvetli sırasında $7-9^\circ\text{C}$ 'dir.



Şekil 49. Kapalı fermentasyon tankında bira üretimi şeması (Krämer, 1992).

Genç birada %1-2 ekstrakt kalır. Alt fermentasyona son verilme safhası gaz çıkışı durduğu zamandır. Ayrıca aerometre (Balling) ile ekstrakt miktarı tayin edilerek de fermentasyon bitişi tesbit edilir. Fermentasyon sonunda başlangıçta katılan mayanın 4 katı alınmaktadır.

Üst fermentasyonda 100 L için 0,2-0,3 L maya kullanılır. Maya 48-72 saat içinde çoğalıp fermentasyon sıvısının (şıranın) üst kısmında toplanır. Üst fermentasyonda çok kısa sürede bira olgunlaşır, satışa arz edilecek hale gelir. Alt fermentasyon birasının üretileceği yerlerde soğutma sistemi olmalıdır. Fermentasyon kaplarının kapasitesi, mayşelemede (bir defada) elde edilen şıradan %20 kadar fazla olmalıdır. Fermentasyon kabı demir, beton, paslanmaz, çelik, tahtadan yapılmış olabilir. Hem alt, hem de üst fermentasyonda %5'den fazla ölü maya bulunmamalı, özellikle yabancı mikroorganizma (bakteri) bulunmamalıdır.

6.6.1. Fermentasyon sırasında meydana gelen reaksiyonlar

Fermentasyon sırasında meydana gelen esas reaksiyon fermente olabilir şekerden alkol ve CO₂ meydana gelmesidir. Burada fermentasyon derecesi kavramının tanımlanmasında fayda bulunmaktadır.

Fermentasyon derecesi, şıradaki fermentasyona uğrayan ekstrakt miktarının, toplam ekstrakt miktarına oranı olup, yüksek olması istenir ve aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$F = \frac{(S - e)}{S} \times 100$$

Örnek:

$$F = \frac{(12 - 4,8)}{12} \times 100 = \%60$$

S: Şıradaki ekstrakt miktarı,

e: Kalan ekstrakt miktarı

Fermentasyon derecesi (attenüasyon) kimyasal yönden zahiri ve hakiki fermentasyon derecesi olmak üzere incelenmektedir.

1. Zahiri (görünür) fermentasyon derecesi: Kalan ekstrakt miktarı normal olarak fermente olmuş bir şıradaki etil alkolün yoğunluğu azaltmasından dolayı daha yüksek çıkacaktır (%65-80).

2. Hakiki (gerçek) fermentasyon derecesi: Kalan ekstrakt miktarı alkolsüz ortamda bulunduğu için tam olarak tayin edilecektir (%50-60).

Teknolojik yönden Fermentasyon derecesi aşağıdaki şekilde incelenmektedir:

1. Mahzen veya esas fermentasyon sonundaki fermentasyon derecesi
2. Dinlendirme veya ikinci fermentasyon sonundaki fermentasyon derecesi
3. Son fermentasyon derecesi: Son fermentasyon derecesi şıradaki bütün fermente olabilir ekstraktın bütün ekatrakt içindeki oranıdır. Bu, bir şıranın varacağı en yüksek fermentasyon derecesini gösterir. Koyu şıralarda %65-75, açık şıralarda %75-85'dir.

6.7. Dinlendirme

Esas fermentasyon sonucunda elde edilen ürüne genç bira denir. Genç birada yaklaşık %1-1,1 fermente olabilir ekstrakt kalabilir. Bu ekstrakt kapalı kaplarda yapılan dinlendirme sonucunda fermentasyona uğrayarak biranın karakteristik özelliğini sağlayan CO₂ oluşumu sağlanır. Fermentasyonda, %0,3-0,4 CO₂ olacak şekilde veya 0,3-0,4 atü'lük basınç oluşturacak CO₂ meydana gelmesine izin

verilir. Bu sırada bira olgunlaşmakta ve tadı iyileşmektedir. İkinci fermentasyon sırasında yeniden maya ilavesine gerek yoktur. İkinci fermentasyon süresi 1-4 ay arasında değişir. Bu süreyi etkileyen en önemli faktör şıranın ekstrakt miktarıdır. Mesela; 12 Ballinglik şıradan yapılmış biranın dinlendirme süresi 10 hafta, 8 Ballinglik şıradan üretilmiş biranınki 5-6 haftadır. Kısa sürede bira elde edilmek isteniyorsa düşük Balling'li şıralar kullanılır. Dinlendirme mahzeninin sıcaklığı 0-2°C arasında olmalıdır. Bunun için soğutucu sistemler gereklidir. Dinlendirme kapları genellikle alüminyumdan yapılır. Bunun dışında içi emaye kaplanmış demir, paslanmaz çelik de kullanılmaktadır. Dinlendirme kaplarının yüksekliği 2,5 m'yi geçmemelidir. Üst fermentasyon biralarda çoğu kez dinlendirme yapılmaz. Esas fermentasyon sonunda berraklaşma başlamıştır. Fakat yine de CO₂'i sağlamak için durultma yapmak gerekir. Durultmada balık tutkalı kullanılır veya dışarıdan soğuk CO₂ verilmektedir. Durultma bira şişelendikten sonra da yapılabilir.

6.8. Biranın süzülmesi, şişelere doldurulması ve patörizasyonu

Dinlendirme sırasında tortu maddeleri çöktürülse de birada bir miktar tortu kalmaktadır. Dolayısıyla bir süzme işlemine gerek vardır. Süzme sırasında dikkat edilecek hususlar:

1. Bira mümkün olduğu kadar berrak, steril hale gelmelidir.
2. Enfeksiyona neden olmamalıdır.
3. CO₂ kaybı olmamalıdır.
4. Biranın hava ile teması sonucu oksidasyon meydana gelmemelidir.

Biranın bulunduğu dinlendirme kaplarına üstten CO₂ verilecek 1,3-1,4 atü'lük basınç altında bira filtrelelere sevk edilir (Soğuk şartlarda). Filtrelerde süzücü olarak daha ziyade 5-6 cm kalınlığında preslenmiş pamuk ve çeşitli santrifüj filtreleri kullanılır.

Bira süzildükten sonra doldurma işlemine geçilir. Bira doldurulmak üzere 1,3-1,4 atü bir basınçla 0°C civarında önce depolama kaplarına veya satış kaplarına pompalanabilir. Kap olarak daha ziyade şişe, teneke kutu ve meşeden yapılmış fıçılar (25-100 L) kullanılır. Ancak en çok şişe kullanılır. Sağlamlığı, pastörizasyon sıcaklığına dayanma özelliğinden dolayı tercih sebebidir. Güneş ışığının kötü etkisini gidermek için koyu renkli şişeler kullanılır. Biranın saklama ve servis sıcaklığı 5°C'dir.

Pastörizasyon: Biralari biyolojik olarak stabil hale getirmek yani maya ve diğer mikroorganizmaları öldürmek için pastörizasyon yapılır. Pastörizasyon işlemi her zaman yapılmaz. Pastörizasyonda proteinlerin meydana getirdiği bulanıklıklar meydana gelebilir, bu nedenle süzme işlemi iyi yapılmalıdır. Pastörizasyon 60-70°C'de 30 dakika süreyle tünel tipi pastörizatörlerde yapılır.

6.9. Birada üretim kayıpları

Bundan, kaynatmada elde edilen sıcak bira hacminden yüzde olarak ne kadar zayıt olduğu kastedilir ve aşağıdaki formülle hesaplanır. Bu ortalama olarak %15'tir.

$$\%S = \frac{S_n - S_b}{S_n}$$

S_n : Sıcak hacim

S_b : Birayı işledikten sonra elde edilen ürün

Örnek; 800 hektolitreye (hL) sıcak şıradan üretim sonunda 700 hL bira stışa sunulmuştur. Bu birada hacim olarak ne kadar kayıp vardır?

$$\%S = \frac{800-700}{800} \times 100 = 12,5 (\%)$$

6.10. Biraların sınıflandırılması ve çeşitli bira tipleri

Şişelenmiş ve Kutulanmış Biralar Standardında (TS 2259, Kasım 1986) biralar alkol oranlarına göre;

- Alkolsüz biralar,
- Düşük alkollü biralar,
- Normal biralar ve
- Yüksek alkollü biralar olmak üzere dört sınıfa, renklerine göre;

- Açık renkli biralar ve
- Koyu renkli biralar olmak üzere iki tipe ayrılmışlardır.

Biralar; ayrıca yapılışına, şıradaki ekstrakt miktarı, çeşit ve tipe göre sınıflandırılırlar.

Yapılışına göre:

(1). Alt fermentasyon biraları (Münih, Dortmund), (2). Üst fermentasyon biraları (İngiliz biraları)

Şıradaki ekstrakt miktarına göre:

(1). %2-5,5 (2). %7-8 (3). %11-14 (4). %16

Çeşit açısından:

(1). Özel biralar, (2). İhraç biraları, (3). Diyet biraları, (4). Besin biraları

Tipine göre:

1. Rengine göre
2. Dolgunluğuna göre
3. Şerbetçi otu miktarına göre

6.11. Biranın bileşimi ve besin değeri

Balling derecesi 11-14 olan şıradan elde edilen bir biranın bileşimi:

Su	%90-92
Alkol	%3,5-5,5 (etil alkol; gliserin ve yüksek alkoller)
CO ₂	%0,35-0,45
Ekstrakt miktarı	%4-5

CO₂ tad ve köpüklenme durumunu iyileştirir, ferahlık verir. CO₂ miktarı dinlendirme sırasındaki sıcaklık ve basınca bağlıdır. Fermentasyon tamamlanmamış şıralarda ekstrakt miktarı yüksek olabilir. Bu ekstraktta dekstrin büyük çoğunluktadır. N'lu maddeler renk, acılık maddeleri de bulunur. %12 Balling'lik bir şıradan elde edilen biranın 1 litresi 440 kcal vermektedir.

6.12. Biradaki kalite ve kalite bozuklukları

Birada kalite biranın tad ve kokusuna, köpük durumuna ve stabilizasyona bağlıdır. Biranın tadı tipi ile ilgilidir. Bazıları acı, bazıları daha aromatik olabilir. Tad ve aromaya şıranın ekstrakt miktarı ve fermentasyon derecesi, şerbetçi otu da etki eder.

Kolloidal stabilite: Bira kolloidal bir sistemdir. Tüketilinceye kadar berraklığını muhafaza etmeli, tortu meydana getirmemelidir. Biradaki berraklığın kaybolması;

1. Mikroorganizmalardan (biyolojik stabilite bozukluğu)
2. Fiziksel ve kimyasal olarak tortulanmadan kaynaklanır.

Mikroorganizmalardan meydana gelen tortulanmadan oluşan bozulmalara **hastalık**, diğerinden meydana gelen bozulmalara **kusur** denir.

Mikroorganizmalardan meydana gelen bozulmalar çok zararlıdır. Biranın tadında ve kokusunda bozulmalar meydana gelmektedir. Birçok mikroorganizma için bira iyi bir ortam değildir. Bu bozulmaları yapan mikroorganizmalar; asit üreten bakteriler, yabancı mayalar ve biranın kendi mayalarıdır. Patojen, aerob ve çiçek hastalığı yapanlar pek az görülür.

Fiziksel ve kimyasal yapı bozulmaları kolloidal yapının bozulmasından ileri gelir. Kolloidal maddeler birleşerek tortu meydana getirirler. Büyüklükleri 0,1-0,0001 µ'dur. Kolloidal bozuklukların birinci kaynağı proteinlerdir. Tortularda proteinlerle birlikte tanenler de bulunmaktadır.

Diğer bozukluklar :

1. Nişasta bulanıklığı: Daha ziyade mayşelemede şekerlenmenin tam olmamasından ileri gelmektedir.
2. Metal bulanıklıkları: Bazı metaller O₂ etkisiyle bulanıklık meydana getirirler. Bunlar tanenli ve N'lu maddelerin oksidasyonunda rol oynarlar.
3. Oksalat bulanıklıkları: Şişelenen biralarda bulunur. Oksalik asit filtrede bulunan CaCO₃'la birleşerek Ca-oksalat meydana getirip birada bulanıklık meydana getirir.
4. Dezenfektan maddelerden meydana gelen bulanıklıklar: Dezenfeksiyen sırasında kalan dezenfektanlar da (formik asit gibi) bulanık meydana getirir.

Aroma bozuklukları:

1. Maya tadı: Ortamda ölü maya fazla olursa yüksek sıcaklıkla otolizde maya parçalanması sonucu maya tadı meydana gelir.
2. Metal ve mürekkep tadı: Biranın metallerle teması ile meydana gelir.
3. Küf tadı: Küf kontaminasyonundan meydana gelir.
4. Fenol bileşikleri: Sudan geçen fenolik bileşikleri kimyasal aroma bozukluklarına sebep olurlar.

6.13. Bira üretiminin değişik aşamalarında mikroflora

Bira hammaddelerinde, işlem şartları ve son ürünlerdeki düşük pH, yüksek alkol konsantrasyonu ve CO₂ gibi mikrobiyal gelişmeyi sınırlandırıcı faktörler nedeniyle patojen mikroorganizmalar bulunmaz. Ancak hammaddede gelişen küflerin ürettiği toksik metabolitler biraya geçebilmektedir.

Arpanın mikroflorası hem ürünün yetiştirme hem de hasat sonrası şartlara bağlıdır. Mikroflorada bakteriler, mayalar ve filamentöz küfler bulunur. *Alternaria*,

Cladosporium, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Helminthosporium* türleri yetiştirme sırasında bulaşan küflerdendir. İkinci grubu *Aspergillus*, *Penicillium* gibi depo küfleri oluşturur.

Malt üretimi sırasında arpa ıslatıldığında mikroorganizmalar çoğalırlar. Nisbi nemin %79'un üstüne çıkmasıyla toksin üreten küfler gelişirler. *Aspergillus flavus*, *Fusarium* ve diğer bir çok mikotoksijenik küf gelişmesi görülebilir. *Fusarium* ve diğer bazı küflerin birada köpürmeye sebep oldukları tespit edilmiştir.

Bira üretim aşamalarında yapılan işlemler mikroorganizmalar üzerine etkilidir. Özellikle şerbetçi otu ile kaynatma bütün mikroorganizmaları öldürmek için yeterlidir. Şerbetçi otu mikroorganizma mikroorganizma gelişmesini engelleyen bileşenlere sahiptir. Buna rağmen bira üretiminin çeşitli aşamalarında bulunabilen bozulma yapan mikroorganizmalar Tablo 18'de gösterilmiştir.

Tablo 19. Bira üretim aşamalarında bozulmaya sebep olan mikroorganizmalar

Üretim aşaması	Bulunan mikroorganizmalar
Mayşe ve tatlı sıra	Termofilik LAB (nadiren)
Soğutulmuş sıra	Asetik asit bakterileri (ender), LAB (ender),
Fermentasyon	<i>Obesumbacterium proteus</i> (<i>Hafnia protea</i> , ender) <i>Obesumbacterium</i> , <i>Pediococcus</i> , Asetik ve LAB, yabancı mayalar
Fermentasyondan sonra	Asetik ve LAB, <i>Pediococcus</i> , <i>Zymomonas</i> (ender)

6.14. Birada bozulmaya sebep olan bakteriler ve mayalar

Gram pozitif bakteriler: Şerbetçi otunda bulunan antimikrobiyal maddeler gram pozitif bakterilerin çoğunu inhibe eder. Gram negatif bakteriler bu maddelerden etkilenmezler.

Gram pozitif bakterilerden *Lactobacillus* ve *Pediococcus* cinsleri en yaygın ve tehlikeli bozulma amilleridir. Bunlar arasında şerbetçi otuna direnç kazanmış olanlar bulunabilir. *Micrococcaceae* familyasından *Micrococcus kristinae* üreyerek bozulmaya sebep olur. *Bacillus* türleri de nadiren problem oluşturabilir. Bozulmuş biralardan en sık izole edilen laktik asit bakterisi *Lactobacillus brevis*'tir. Heterofermentatif olan bu bakteri şerbetçi otuna tolerans gösterir. Amilolitik etki ile birada viskozitenin azalmasına sebep olan *L.diastaticus* ve eksopolisakkarit (EPS) üreten *L.pastorianus* da birada rastlanan bakterilerdir. Bu bakterilerin *L.brevis* olduğu düşünülmektedir. *Lactobacillus* türleri bira üretimi sırasında ve ambalajlanmasından sonra çok tehlikelidir. "İpeksi bulanıklık" denilen bozulmaya sebep olurlar. Bunun yanında diasetil üreterek "tereyağımsı lezzet" oluştururlar. Bazı *Lactobacillus* türleri ürettikleri EPS ile rop hastalığına sebep olurlar. *Lactobacillus* kaynağını iyi temizlenmemiş alet ekipman teşkil eder.

Pediococcus cinsine ait bakteriler birada uzun süre canlı kalabilirler. Ancak bunlardan *P.damnus* ve *P.inopinatus* birada üreyebilir. Bu bakteriler birada "Sarcina hastalığı" olarak adlandırılan bozulmaya sebep olurlar. Bu bozulma asit ve diasetil oluşumu ile karakterize edilir.

Pediokoklar ayrıca ropa da sebep olurlar. Gelişebilmeleri için ortamda fermente olabilir şeker bulunmalıdır. Fermentasyonun yavaş ve mayşenin iyi havalandırılmamasıyla bakteri gelişebilir.

Gram negatif bakteriler

Bira üretiminde gram negatif bakterilerin bulunması genellikle istenmez. Birada bozulmaya sebep olan gram negatif bakteriler asetik asit bakterileri, *Enterobacteriaceae* familyasının bazı üyeleri, *Zymomonas*, *Pectinatus cerevisiophilus* ve *Megasphaera*'dır.

Asetik asit bakterileri

Birada bozulmaya sebep olan *Acetobacter* ve *Gluconobacter* (*Acetomonas*) cinlerini içine alır. Şerbetçi otu, asit ve etanola dayanıklıdır. Dolayısıyla birada üreyerek bozulmaya sebep olur. Bazı *Gluconobacter* türleri EPS üreterek ropa neden olabilir. Bazı *Acetobacter* türleri maya için toksik madde üretir.

Enterobacteriaceae

Bira işletmelerinden *Enterobacter aerogenes*, *E.cloacae*, *E.agglomerans*, *Hafnia alvei*, *Obesumbacterium proteus* (*Hafnia protea*), *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae*, *K.oxytoca*, *Serratia* spp. ve *Proteus mirabilis* gibi *Enterobacteriaceae* familyası üyeleri izole edilmektedir. Birada patojenlere rastlanmaz. Çeşitli araştırmacılar *Enterobacteriaceae* familyası üyelerinin bira sanayi bakımından önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Günümüzde bu bakterilerin bira fermentasyonunu yavaşlatarak veya hızlandırarak son ürün kalitesine etki ettiği bilinmektedir. Genellikle *O.proteus* ve *E.agglomerans* haricindekiler fermentasyon şartlarında canlı kalamadığı tespit edilmiştir.

***Obesumbacterium proteus*:** *Hafnia protea* olarak sınıflandırılması tavsiye edilmektedir. Pleomorfik olup, şerbetçi otu katılmış veya katılmamış şırada iyi ürer.

Etanolun %6 konsantrasyonuna dayanabilir. Fermentasyonu geciktirerek birada yoğunluk ve pH'nın yüksek olmasına sebep olur. Ayrıca dimetil sülfid, dimetil sülfid n-propanol, izobütanol, izopentanol, 2-3 bütandiol ve diasetil artışına sebep olur. *O.proteus* bulaşmış maya ile üretilen bira, yabani havuç benzeri veya meyvemsi koku ve lezzettedir. Başlıca bulaşma kaynağı şıraya aşıl原因an mayadır.

***Enterobacter agglomerans*:** Son yıllarda bira işletmelerinde görülen önemli bir bakteridir. *O.proteus* gibi bira üretim aşamalarında canlı kalır. Dibe çöken alt fermentasyon mayaları ile birlikte çökerek bir sonraki şırayı da enfekte eder. Fermentasyonu hızlandırır. Fermente olan şırada bulunması durumunda bira lezzet ve aromasına önemli derecede etki eder. Bulaştığı birada yüksek oranda dimetil sülfid ve diasetil ürettiği tespit edilmiştir. *E.agglomerans* ile bulaşan bira meyvemsi, sütümsü ve sülfürümsü lezzet ve aroma ile tüketilemeyecek duruma gelir.

***Citrobacter freundii*:** Canlı mayaları azaltır, şıranın redoks potansiyeline etki eder. *E.agglomerans* gibi fermentasyonu hızlandırır. Birada laktat, pürivat, süksinat, izositrat ve dimetil sülfid konsantrasyonlarını artırır. Çok düşük sayıları bile birayı bozabilir.

***Klebsiella*:** Bira üretiminin farklı aşamalarında izole edilmiş ve birada bozulmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Bu bakteri (indol negatif olanlar) birada fenolik

lezzete sebep olmaktadır. Dimetil sülfid gibi uçucu bileşikler fazla miktarda üretirler.

Diğer Enterobacteriaceae türleri: Birada *E.cloacae* fenolik bileşikler, *E.aerogenes* dimetil sülfid üretir. *H.alvei* n-propanol ve dimetil sülfid üreterek, *Serratia* ve *P.mirabilis*'in birada bozulmaya sebep olduğu bildirilmiştir.

Enterobacteriaceae üyeleri fermentasyonun ilk aşamalarında önemlidir. Bunlar nitratı indirgeme kabiliyetinde olup, nitratı yüksek su kullanılması durumunda birada kabul edilemez seviyede nitrit bulunabilir.

Zymomonas: Gram negatif, çubuk şeklinde, anaerobik ancak az miktarda oksijene toleranslı bir bakteridir. *Zymomonas* ile bulaşmış bira bulanık, hidrojen sülfür, çürük elma veya meyve kokusuna sahiptir. Üst fermentasyon biraları için önemli bir kontaminanttır. Alt fermentasyon biralarının üretiminde düşük sıcaklık kullanıldığı için üremesi mümkün görülmemektedir.

Pectinatus: Ambalajlanmış biranın zorunlu anaerob çubuk ekindeki bakteriler tarafından da bozulduğu belirlenmiştir. Bu bakteri hafif spiral şeklinde olup, *Pectinatus cerevisiophilus* olarak tanımlanmıştır. *Pectinatus*, şıra ve ambalajlanmış birada önemli miktarda asetik, propionik asit ve asetoin üretmektedir. Ayrıca *Pectinatus* ile bulaşmış birada yüksek konsantrasyonda H₂S belirlenmiştir. Bira bulanık olup çürük yumurta kokusundadır.

Megasphaera: Bu bakteri zorunlu anaerobik gram negatif kok olup, birada önemli miktarda bütirik asit üretirler. Ayrıca asetik, valerik ve kaproik asit de ürettikleri belirlenmiştir.

Diğer Bakteriler:

Şıradan *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium* ve *Pseudomonas* türleri de izole edilmiştir.

Yabani mayalar:

Fermentasyon mayası denince akla *Saccharomyces* gelir. Bira üretiminde her işletme kendi mayasını kullanır. Aynı cins, hatta tür bile olsa işletmenin kullandığı maya dışındaki mayalar yabani maya olarak kabul edilir. Her bira için karakteristik özellikler vardır. Bu maya suşu ile de ilgilidir.

Farklı bir mayanın mayşede çoğalması, biranın karakteristik özelliklerinden sapmalara sebep olur. Öldürücü mayalar (killer yeast) yabani mayalara ekstrem bir örnektir. Bu mayalar *zimosin* denilen bir madde üreterek hassas olan kültür mayasını öldürerek onun yerini alır. Maya bulaşması fermentasyondan önce veya sonra olabilir. Sonra olan bulaşmalar biranın bozulmasına yol açar. Birkaç hücre bulaşması bile biranın bulanıklaşmasına, kötü tat ve lezzet oluşumuna sebep olabilir. Spor oluşturan yabani mayalar pastörizasyonda canlı kalabilir.

6.15. Maya üremesinin bira kalitesine etkileri

Bulanıklık, yüzeyde film veya mayaların toplanmasına *Candida*, *Hansenula*, *Pichia* cinsi mayaların çeşitli türleri sebep olabilir. Asetik asit üretilmesi ve daha sonra etil asetat oluşmasına *Brettanomyces*, *Dekkera* cinsi mayalar yol açar. Bulanıklık ve/veya kötü lezzete bütün maya türleri sebep olabilir. Amilolitik mayaların biradaki dekstrinleri fermentasyonu ile ilgili olan bulanıklık ve fenolik kötü lezzet, eskiden *Saccharomyces diastaticus* olarak bilinen amilolitik *S.cerevisiae* suşları nedeniyle görülebilir.

Mayşe bulaşma kaynağı olarak görülmez, çünkü hiçbir maya şerbetçi otu ile kaynatmaya dayanamaz. Bulaşma kaynağı, yetersiz temizlik ve dezenfeksiyon dolayısıyla alet-ekipmandır. Her işletme mayanın rutin mikrobiyolojik kontrolunu yaparak gerekirse mayayı değiştirme yoluna gidebilir.

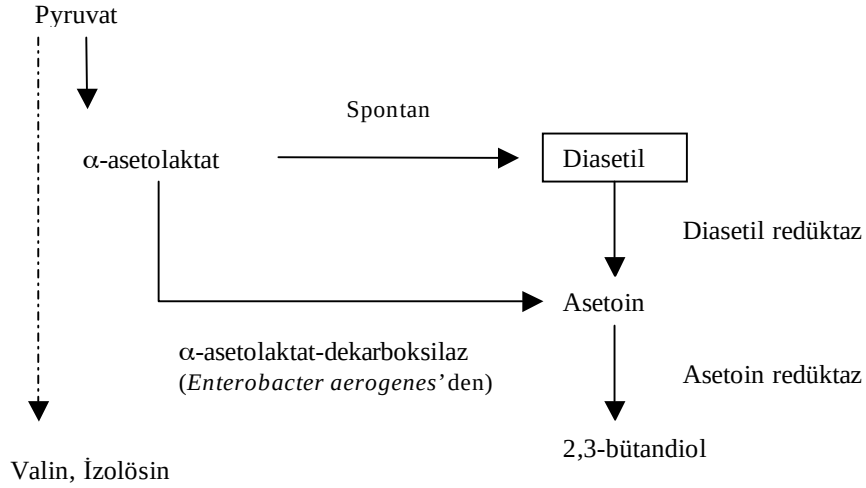
Üretilen genç bira 0°C'de birkaç aya kadar depolanabilir. Bu zaman içerisinde proteinler, maya, reçine ve istenmeyen maddeler çöker. Alkol miktarı %4 kadardır.

Ambalajlanan bira tüketilinceye kadar stabilitesini korumalıdır. Bu maksatla bira pastörize edilir (60-70°C'de 30 dak) veya filtreden geçirilerek aseptik paketlenir. Fıçı biralarda plakalı ısıtıcılarda 70-75°C'de 30-35 saniye pastörize edilir. Pastörizasyonun kalite üzerine olumsuz etkilerinden dolayı kimyasal koruyucular kullanılabilmektedir (paraben).

Pastörizasyon yerine kullanılacak metotlarda aseptik dolum önem taşır. Aseptik paketlenen biralarda (1) fermente olabilir şeker miktarı az olmalıdır (2) oksijen miktarı az olmalıdır (3) mikrobiyal yük düşük olmalıdır.

6.16. Optimum bira üretimi için bira mayasında yapılabilecek genetik değişiklikler

Sadece bakteriler değil mayalar da homolog ve heterolog genleri *Saccharomyces cerevisiae*'ya taşıyabilecek plazmidlere sahiptir. Ayrıca mayada hedeflenmiş genetik bir değişiklik protoplast füzyonu gibi tekniklerle de mümkündür. Buğdaydan α -amilazlar ve farklı vericilerden amiloglukosidaz gibi heterolog genlerin bira mayasına aktarılması konusunda çalışmalar yapılmıştır. Yeni oluşturulan Genetik Modifiye Organizmalar (GMO) önceden malt yapılmamış nişastalı substratı fermente edebilir. Aynı şekilde β -D-glukanı parçalayarak filtrasyonu kolaylaştıran β -glukanaz ve *Enterobacter aerogenes*'den α -asetolaktat-dekarboksilaz *S. cerevisiae*'ya aktarılabilir. α -asetolaktat-dekarboksilaz enzimine sahip maya fermentasyon ürünü olan α -asetolaktatı direkt asetoine parçalayabilir. Böylece fermentasyon sırasında α -asetolaktattan oluşan diasetilin parçalanmasına gerek kalmaz ve olgunlaşma süresi önemli ölçüde kısaltılır (Şekil 50).



Şekil 50. Bira üretiminde diasetil oluşumu ve parçalanması.

Çok sayıda *Saccharomyces* türü diğer mayaları öldüren toksinler (proteinler ve glikoproteinler) üretmektedir. Toksin üreten suş kendi toksinine dayanıklıdır. Toksin üretimi ve toksin rezistansı öldürücü (katil) faktör (killer factor) olarak isimlendirilmektedir. Öldürücü faktör protoplast füzyonu tekniğiyle aktarılırsa bira mayası, yabancı *Saccharomyces* mayaları kontaminasyonuna karşı bir korumaya sahip olacaktır.

Bu GMO'ların endüstriyel olarak kullanımı şu anda tartışılan insan sağlığına etkileri konusu aydınlanmadan mümkün görülmemektedir.

Tablo 20. *Saccharomyces cerevisiae*'da yapılabilecek genetik modifikasyon ihtimalleri (Krämer, 1992).

Üretim ve bununla ilgili Taşınabilir gen	Verici (Örnek)	Fonksiyon
β-glukanaz	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Trichoderma reesei</i> Arpa	β-D-glukanın parçalanması (Biranın süzülebilme özelliğinin artırılması)
α-amilazlar	Buğday	Nişasta Dekstrin
Amiloglukosidaz	Farklı vericiler	Dekstrin → Glukoz (Diyet birası için mayşenin fermentasyon derecesinin artırılması)
α-asetolaktat-dekarboksilaz	<i>Enterobacter aerogenes</i>	α-asetolaktat → Asetoin (Diasetil oluşumunun engellenmesi)
Öldürücü toksin	<i>Saccharomyces</i> spp.	Yabancı mayaların öldürülmesi, Toksine dayanıklılık

6.17. Bira işletmelerinde hijyen

Bütün gıdalarda olduğu gibi birada da bozulmayı engellemenin en etkili yolu bulaşmayı kontrol etmekten geçer. Bulaşmayı engellemek, işletmede uygun bir temizlik ve dezenfeksiyon programıyla sağlanabilir. Mikrobiyolojik bozulmalar dışında, ürüne temizlik ve dezenfeksiyon maddesi kalıntısı geçmemesine dikkat edilmelidir. Kontrol noktaları olarak, filtrasyon ve dolum üniteleri, önemli noktalardır. Şişe, teneke kutu ve fiçılar temiz olmasına dikkat edilmelidir. Su ve havanın kontrolleri düzenli olarak yapılmalıdır. Birada hastalığın önlenmesi için alınabilecek tedbirlerin başında;

- Mahzen, alet ve donanımın temizliğine dikkat edilmesi,
- İyi bir filtrasyon,
- Biranın hava almasının önlenmesi gelmektedir.

Bütün bunlardan önce; işletmenin kurulacağı yerin seçimi, işletmenin inşası ve donanımı iyi bir üretim için önem taşımaktadır. Klima donanımının bakımı, uygun su temini, atık yönetimi, makinelerin bakımı, personel hijyeni dikkat edilmesi gereken diğer hususlardır.

BÖLÜM 7

ŞARAP TEKNOLOJİSİ

Şarap bilinen en eski fermente alkolü içkilerden birisidir. Şarabın ilk olarak nerede üretildiğine dair yazılı kaynaklarda Mısır (M.Ö. 3000-2000), Sümerler ve Akadların adı geçmektedir. Buradan Romalı lejyonierler aracılığıyla Orta Avrupa'ya, Ren ve Mosel nehirleri havzasına taşınmıştır. Şarap, üzüm veya üzüm suyunun maya ile alkol fermentasyonuna bırakılması ve olgunlaştırılması ile üretilir. Bununla beraber, diğer meyvelerin, balın ve bazı sebze sularının fermentasyonu ile de şarap üretilebilir. Şarabın hangi hammadde ile yapıldığı üzerinde belirtilir.

Ülkemizdeki özel ve kamu şarap işletmelerinin özellikle Marmara-Trakya ve Ege Bölgelerinde yoğunlaştıkları görülmektedir. Şarap üretiminde kullanılan üzüm çeşitleriyle ilgili bilgiler Tablo 19'da verilmektedir.

Tablo 21. Şaraplık üzüm çeşitleri

Kırmızı Şaraplık Üzümler		Beyaz Şaraplık Üzümler	
Çeşit	Bölge	Çeşit	Bölge
Adakarası	Marmara	Beylerce	Marmara
Cinsaut	Trakya	Clairette	Trakya
Gamay	Trakya	Chardonnay	Trakya-Ege
Karalahana	Trakya	Riesling	Trakya-Hatti
Papazkarası	Trakya	Semillon	Trakya-Ege
Pinot noir	Trakya	Anadolu Yapıncağı	Marmara
Kalecik Karası	Hatti	(Vasilaki)	-
Alicante Bouschet	Ege-Trakya	Yapıncak	Trakya
Boğazkere	Urartu	Narince (Kazovası)	Hatti
Öküzgözü	Urartu	Dökülgen	Urartu
Dimrit	Hatti-Kapadokya	Kabarcık	Urartu
Sergi Karası	Urartu	Rumi	Urartu
Cabernet	Ege-Trakya	Emir	Kapadokya
Çarignan	Ege	Bornova Misketi	Ege
Çalkarası	Ege	Hasandede	Hatti
Syrah	Ege	Maccaben	Ege
Granache	Ege	Sultaniye Çekirdeksiz	Ege
Horozkarası	Urartu	Sauvignon Blanc	Trakya-Marmara
Merlot	Ege-Trakya	Ugni Blanc	Ege
Cabernet Franc	Ege-Trakya	Colombard	Ege
		Sungurlu	Hatti

7.1. Dünyadaki durum ve AB diğer önemli ülkeler itibariyle mukayese

Dünyada AB içindeki veya dışındaki bağıcılıkla uğraşan ülkelerde, gerek bağıcılıkta gerekse şarapçılıkta çok önemli gelişmeler olmuştur. Bağlar sürekli yenilenerek gençleştirilmiş ve ülkeler her bölgelerinde uygun çeşitleri yetiştirerek olabilecek en kaliteli üzümü üretmişlerdir.

Bu gibi bazı ülkelerde bağ alanları ve üzüm çeşitleri yönetmeliklerle sınırlandırılmış, diğer ülkelerde ise bu durum belirli koruma yöntemleriyle sağlanmıştır. AB içindeki ülkelerin bağ alanları artık genişleyemez hale gelmiştir. Bunlarda yenilenmeler şeklinde faaliyetler görülürken ABD, Avustralya ve Yeni Zelanda gibi ülkelerde bağ alanları genişletilmekte, bağ bölgelerine uyumlu en yüksek kaliteli üzüm çeşitleri yetiştirilmektedir. Şarap sanayi modern makine ve aletlerle donatılarak şarap üretimi için en modern teknikler uygulanmaktadır. Bu ülkeler daha bugünden AB ülkelerine karşı önemli birer rakip haline gelmiştir.

7.2. Üzüm ve şıranın bileşimi

Üzümde salkım ağırlığının %3-5'i sap veya çöp, %85-90 şıranın alındığı etli kısım; %3-4 çekirdek, %4-9 kabuktur.

Tablo 22. Şıranın bileşimi (g/L)

Su	650-820
Şeker	160-350
N'lu maddeler	3-4
Madensel maddeler	2-5
Asit	5-8

Bu maddeler suda erimiş halde bulunurlar. Şıranın bileşiminde bulunan en önemli unsurlardan biri asitler olup, tartarik ve malik asitler en fazla bulunanlarıdır. Bu iki asit şıradaki asitliğin kaynağı olup, her ikisinin miktarına toplam asitlik denir. Bu asitlerden tartarik asit sadece üzümde bulunur. Olgun üzümelerde asitliğin büyük bir kısmını tartarik asit meydana getirir. Tartarik asit daha ziyade şırada K^+ tuzu (K-tartarat) olarak bulunur. Buna şıra taşı denir ve şarap yapımında dibe çöker. Üzümde malik asit; serbest veya bağlı olarak bulunur, olgun üzümelerde miktarı azdır. Malik asidin ortamda bulunması halinde bazı mikroorganizmalar bunu parçalayarak laktik asit ve CO_2 meydana getirirler. Bu olaya "malolaktik fermentasyon" denir.

Renk maddeleri: Üzümde renk maddeleri de bulunur. Beyaz üzümelerin kabuklarında sarı ile karışık halledir. Bu maddelere *Eunocyanine* denir. Fermentasyon sırasında şaraba geçer ve şırada kırmızı renk meydana getirirler.

Tanen: Üzümün katı kısmında (çekirdek, kabuk) bulunur. Cibreli fermentasyonda (kırmızı şarap üretiminde) şıraya daha fazla geçer.

N'lu maddeler; albumin veya bunun parçalanma ürünleri halinde bulunurlar ve mayanın beslenmesi bakımından önem taşırlar.

Madensel maddeler; K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} ,un PO_4 'ları, bazen SO_4 ve Cl^- tuzları olarak da bulunabilir.

Her üzüm çeşidine has aroma maddeleri bulunur ki bunlar (eterik yağlar vb.) üzümün toplam aromasında önemli bir yere sahiptirler.

Enzim ve vitaminler: Üzümlerde enzimlerden en çok oksidazlar bulunur. Oksidaz enzimleri özellikle beyaz üzümlerden elde edilen şıranın okside olarak kararmasından sorumludurlar. Üzümde suda eriyen vitaminler (A, B, C) önemli miktarlarda bulunmaktadır.

Şarabın kalitesi kullanılan üzüme, fermentasyon tekniklerine ve olgunlaştırma şekline bağlıdır. Üzümün kalite ise yetiştirildiği iklim ve yetiştirme şartları, yani sıcaklık, gübreleme, kullanılan gübrenin tipi, sulama ve ekilen çeşit belirler. Mesela havanın çok soğuk olması üzümlerin olgunlaşmasını önleyeceği için, şeker miktarının az, asit miktarının daha fazla olmasına yol açar. Şıranın bileşimini etkileyen faktörlerden bazıları şunlardır:

1. Üzüm çeşidi
2. Üzüm olgunluğu
3. Üzüm iklim ve toprak şartları

Olgunluk arttıkça şeker konsantrasyonu artar, tartarik asitte azalma görülür. Şarap elde edildiği zaman asit ile şekerin bilinmesinde fayda vardır. Şekerce zengin, asitce fakir şaraplar makbul olmayıp bunlar ancak tatlı şarap yapımında kullanılırlar.

Üzümde gelişen küflerden biri olan *Botrytis cinerae* bazı şarap çeşitlerinde aromanın meydana gelmesini sağlar. Bu küf üzümün bekletilmesi sırasında gelişir ve karakteristik aroma oluşmasını sağlar.

Şıranın bileşimini etkileyen faktörlerden biri de üzüm çeşididir. Şıra veriminin yüksek veya düşük olması da bileşimi önemli ölçüde etkiler. Toprak ve iklim de şıra bileşimine etkili önemli bir faktördür. Şaraplık üzümler silisli, killi, kireçli, kumlu topraklarda yetişir. Üzümler mümkün olduğu kadar şarap için taze olarak işlenmeli, bağ bozumu buna göre ayarlanmalıdır.

7.3. Şarap yapımı

7.3.1. Şıranın elde edilmesi (Üzümlerin parçalanıp preslenmesi)

Üzümler ezilip, preslenerek suyu çıkarılır. Elde edilen sıvıya şıra denir. Şırada çeşitli tip mikroorganizmalar bulunur. Bunları kontrol etmek için şıraya istenen mayanın inokulasyonundan önce hammaddenin kalitesine bağlı olarak değişik düzeylerde SO_2 (50-200 ppm) veya potasyum metabisülfite eklenir. Üzümlerde, şırada veya şarapta *Saccharomyces* cinsine ait çok sayıda türün bulunduğu belirlenmiştir. Ancak bunlardan SO_2 'e dirençli olanlar fermentasyonda rol oynayabilir.

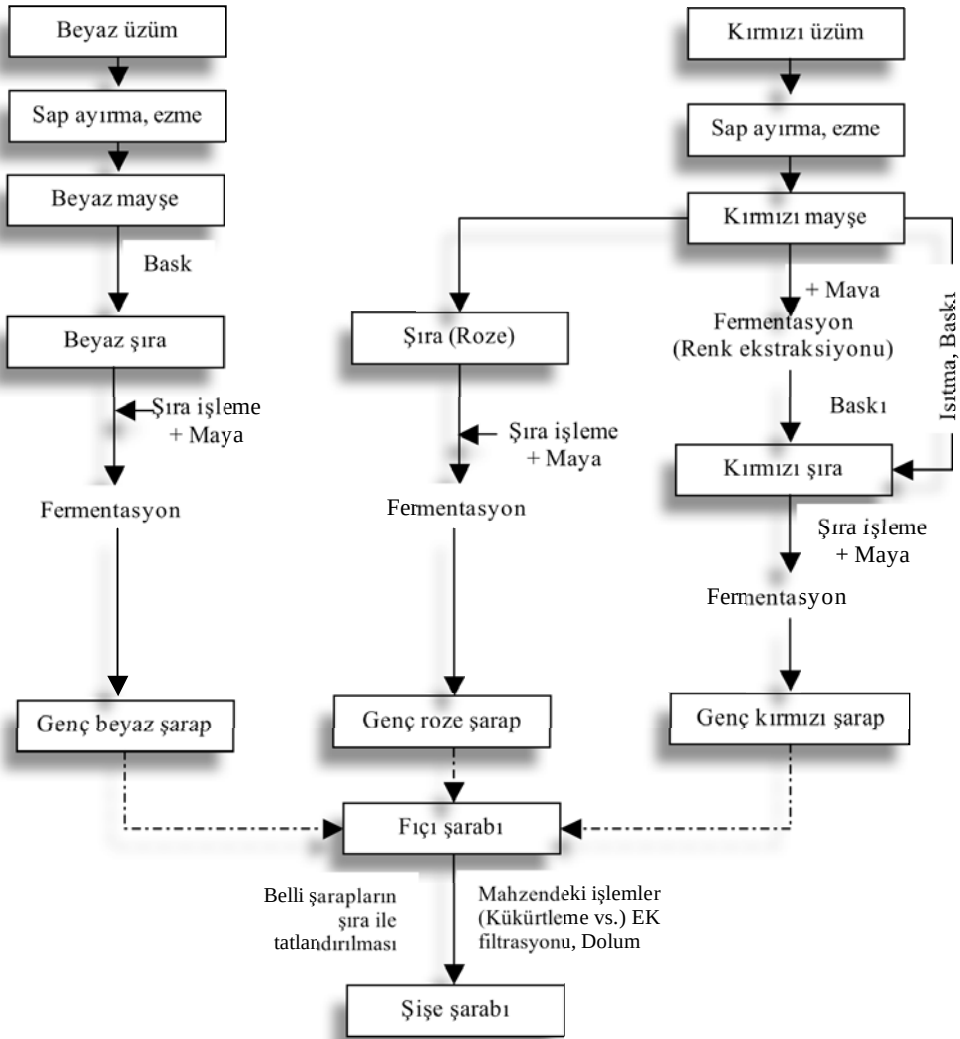
Üzümlerin ezilmeleri (*foulage*), dane kabuğunun yırtılması ve şıranın meydana çıkması için etli kısmın ezilmesidir. Şıranın eldesi için; üzüm değirmende parçalanır, bu sırada ne çekirdeklerin ezilmesi, ne de salkımların parçalanmaması gerekir. Parçalanmış üzüm preslenerek şıra elde edilir. Bu maksatla kullanılan preslerin; elle çalışan, havalı, sürekli işleyen, cendereli gibi birçok çeşitleri vardır. İlk preslemeden sonra parçalanmış üzümün kendi ağırlığı ile şıranın akması sağlanır (statik dengeli süzme). Bu birinci şıra kaliteli şarap üretiminde kullanılır. Sonra pres içindeki cibre karıştırılarak

bastırılır ve sıkılma suretiyle ikinci sıra elde edilir (dinamik süzme). Bu sırada çekirdek ve kabuktaki bazı maddeler de bulunduğu için şıranın kalitesi düşük olup, istenmeyen bazı maddeler bulunabilir. Preslerin randımanı %65-80 arasındadır. Şıranın derhal işlenmesi okside olarak renk atmalarının önüne geçilmesi bakımından önem taşır.

Üzüm şırasının işlenmesi: Şıranın fermentasyona bırakılmasından önce sırada tortu alma işlemi yapılır. Bunun için üzüm sırası bir kapta kuvvetli biçimde kükürtlendikten sonra (100-150 mg/L) 12-24 saat kendi haline bırakılır. Bu süre içinde sırada bulunan çeşitli maddeler (tozlar, üzüm eti parçacıkları, kabuk parçaları ve pektik maddeler) ve mikroorganizmalar tortu olarak dibe çöker, üstte kalan berrak sıra başka kaba alınır. Burada kükürtlenme derecesi önemlidir. Kükürt miktarını tayin eden faktör;

- Şırada bozulmanın olması
- Şıranın bozuk üzümünden yapılmış olması
- Mikroorganizma faaliyetinin fazla olmasıdır. Kükürtleme kaliteli sırada hafif, rengi kararmış sırada kuvvetli yapılır. Kuvvetli kükürtlemede SO₂ gazına alışmış mayaların kullanılması şarttır.

Fermentasyon: Kükürtleme yapıldıktan sonra sıra fermentasyona bırakılır. Fermentasyonda ya tabii mayalar yada saf maya kullanılır. Fermentasyon kapları, üzerinde %7-10 oranında (köpürme payı olarak) boşluk bırakılacak şekilde sıra doldurulur. Maya ilavesinden sonra sıcaklık durumuna göre 1-2 gün içinde fermentasyon başlar. Fermentasyonun başlayıp başlamadığı CO₂ gazıyla anlaşılır.



Şekil 51. Şematize olarak şarap üretim aşamaları (Krämer, 1992).

Şarap mayaları

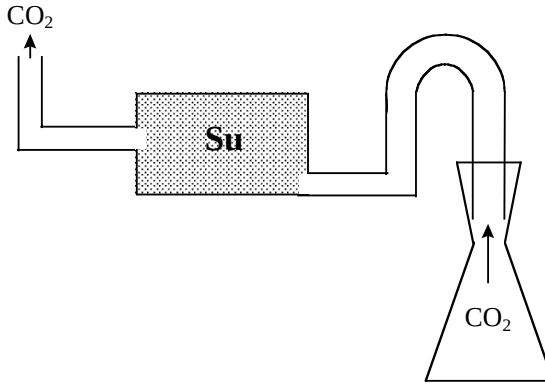
Tabiatta şekerin olduğu her yerde özellikle meyvelerde mayalar da bulunur. Şarap mayaları, üzüm bağlarının toprağında her zaman bulunmaktadır. Şarap endüstrisinde saf kültür teknikleri 1880-1890 yılları arasında hatta 1878 yılında başlamıştır. Şarap yapımında kullanılan "saf maya kültürü" terimi, maya kültürünün ilavesinden önce üzüm şırası steril olmadığı için tam olarak doğru değildir. Bununla beraber kullanılan SO_2 'in tabii floradaki bazı mayaları inhibe ettiği ve fermentasyonun esas olarak kullanılan kükürt düzeyine dirençli mayalar ile gerçekleştirildiği kabul edilir.

Bu şartlarda kükürde dirençli olan özellikle *Saccharomyces* türleri canlılığını korur. Dünyanın birçok bölgesinde kükürt dioksit ve saf maya kültürünün kullanımı yaygındır. Bazı şarap üreticileri, saf kültür kavramını kabul etmemekte, ürünlerinin lezzet ve bukesinin karışık kültür interaksyonu ile oluştuğunu savunmaktadır. Şıra, saf kültürle aşılardan önce diğer **bütün** mikroorganizmaları ortadan kaldırmak pratik olarak mümkün değildir.

Saccharomyces cerevisiae'nin bazı suşlarının makromolekül ihtiva eden bir proteini salgılayarak hassas hücreleri öldürdüğü belirlenmiştir. Bu suşlar katil maya (**killer yeast**) olarak tanımlanmıştır.

Japon araştırmacılar iyi şarap mayalarına öldürücü özellikleri de kazandırmak amacıyla hibrit maya geliştirmeye çalışmaktadır. Geliştirdikleri bir susun, *Saccharomyces bayanus*, *S.oviformis* ve *S.fermentati*'yi baskı altına aldığını göstermişlerdir.

Fermentasyonda kullanılan saf mayanın hazırlanması: Maya fermentasyona başlamadan 5 gün önce işletmeye getirilir. Sağlam üzümünden yapılan 5 L kadar şıra alınır ve iyice kaynatılır. Küçük şişe mayalarından bir şişe maya bu 5 L şıraya karıştırılır. Köpüklenme başladıktan sonra bu 5 L şıra 500 L'ye tamamlanır, fermentasyona bırakılır. Bu şekilde maya hücresi süratle çoğalır ve işletmede kullanılacak maya elde edilir. Maya üretiminde 100 L şıraya 1 L tortu mayası hesap edilir. Fermentasyon sırasında kaplara maya ilave edildikten 1-2 gün sonra fermentasyon başlar ve 3-6 gün içinde şiddetle devam eder. Bu sırada kontrol için fermentasyon başlığı kullanılır. Bu başlığın amacı, şıranın fermentasyon esnasında hava ile temasını kesmek, fakat çıkan CO_2 'in şıradan uzaklaşmasını sağlamaktır.



Şekil 52. Fermentasyon başlığı şeması.

Suyun içerisine CO_2 verilir ve buradan diğer borunun vasıtasıyla havaya verilirken dışarıdan gelen hava su vasıtasıyla engellenir.

Fermentasyon 1-2 hafta sürebilir. Fermentasyon sırasında kapta bırakılan (%7-10) boşluk hava ile teması önlemek maksadıyla fermentasyon yavaşladığı sırada doldurulur. Fermentasyon sonuna doğru şarap içindeki tortu dibe doğru çöker ve şarap durulmaya başlar. Bu elde edilen şarap **ham şarap** olup keskin bir kokusu vardır.

Fermentasyon sıcaklığı 25-28°C'dir. Ancak şekerin etil alkole (C₂H₅OH) parçalanması sırasında bir miktar enerji açığa çıkacağından bir müddet sonra süratli bir şekilde şıranın sıcaklığı yükselir. Fermentasyonun yapıldığı en uygun sıcaklık 10-15°C olmalı ve bu sıcaklıkta tutulmaya çalışılmalıdır.

Fermentasyonda mayanın faaliyetini sıcaklık ve şeker konsantrasyonu etkiler. Şıranın şeker konsantrasyonu %25'in üzerindeyse mayanın faaliyeti güçleşir, fermentasyon sonunda ortamda bir miktar fermente olmayan şeker kalır. Bu arzu edilmeyen bir durumdur.

Kırmızı şarap ile Beyaz şarap teknolojisindeki fark:

Kırmızı şarap fermentasyonu cibre ile birlikte yapılmaktadır, üzümün posası ayrılmamaktadır. Bu suretle siyah üzümün kabuğundaki renk maddelerinin şıraya geçmesi sağlanır. Ayrıca renk maddelerinin şıraya geçmesi yanında bozukluk tadını veren tanen de kabuk ve çekirdekten beyaz şaraba nazaran daha çok geçer.

Kırmızı şarap yapımında fermentasyondan önce hafif bir kükürtleme yapılmaktadır. Fermentasyon sonucunda cibre üst yüzeye çıkmaktadır. Buna şapka adı verilir. Fermentasyon sonucu şapkanın muntazam aralıklarla karıştırılarak dibe çöktürülmesi gerekir. Bazı işletmeler bu iş için fermentasyon kabının kapağına delikli tahtalar yerleştirilir, bu şekilde cibrenin bastırılması sağlanır.

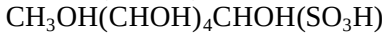
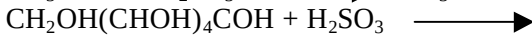
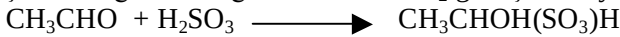
Fermentasyon süresi normal sıcaklıkta 4-6 gündür. Fermentasyondan sonra cibre sıkılır, şarap dinlendirme kaplarına alınır.

7.3.2. Şarabın kükürtlenmesi

Kükürtleme: Şıra veya şarabın SO₂ gazıyla muamele edilmesidir. Şıra veya şarabın kükürtlenmesinin en önemli sebepleri;

- Şırayı ve/veya şarabı çeşitli hastalıklardan korumak.
- Şırayı ve/veya şarabı renk atmalarından korumak.
- Şarabın olgunlaşmasına yardım etmektir.

Şaraba verilen SO₂ gazının büyük kısmı asetaldehit (CH₃CHO), az bir kısmı da şaraba bağlanır. Bağlı durumdaki SO₂ gazı şu faaliyeti yapar:



Kükürtlemede çeşitli kükürt kaynakları kullanılmaktadır:

1. Kükürt şeridi: Şerit halinde kesilmiş asbest kağıdının herhangi bir kap içinde eritilmiş kükürt içine bandırılmasıyla elde edilir. Bandırma sırasında kükürtün asbest üzerinde muntazam olarak bulunmasına dikkat edilir. Kükürt şeritleri şarap kapları, fiçiler boş iken kullanılır veya yarı dolu kaplarda kullanılır. Yanınca 1 g kükürt 2 g kadar kükürtdioksit (SO₂) verir. Meydana gelen SO₂'in en çok %30'u kaplarda kalır, diğeri kaybolur.

2. Potasyum metabisüfit: Kristal toz halindedir (K₂S₂O₅), tablet halinde de bulunur. Yanınca %50 SO₂ gazı oluşur. Örnek; şıranın litresine 50 mg kükürt verilmek isteniyor, 1000 L'ye ne kadar vermek gerekir? Pratik olarak

%50 verimli ise 10 g'dan 5 g alınır. Yani 100 g'lık potasyum metabisüfit kullanılırsa elde edilmiş olur.

3. Sıvı hale getirilmiş SO₂: Sıvı halde kaplara yerleştirilmiş, bomba benzeri olarak şıranın içerisine konan imalat sistemleri vardır.

Kükürtleme Tipleri:

- Hafif
- Orta
- Kuvvetli
- Çok kuvvetli

Hangi tip kükürtleme yapılacağını şıranın veya şarabın durumu belirler. Şırada kararına çok fazla ise kükürtleme kuvvetli yapılır. Kükürtlemenin miktarı 25 mg/L ise hafif kükürtleme, 50 mg/L ise orta kükürtleme, 100 mg/L ise kuvvetli, 150 mg/L ise çok kuvvetlidir.

7.3.3. Şarabın olgunlaştırılması

Fermentasyondan sonra elde edilen şarap ham şarap olup belli oranda CO₂ vardır. İçinde CO₂ bulunan ham şarap keskin tattadır, belli bir süre dinlendirilerek olgunlaştırılır. Dinlendirme sırasında sıcaklık düşer, hacmi küçülür, CO₂ uçarak ayrılır. İçindeki tortu maddeleri dibe çöker. Şarap içinde şeker kalmış ise (sek şaraplarında) tamamen fermentasyona uğraması için dinlendirme şarttır. Şaraptaki yoğunluk bu işlem sonucu 1'in altına düşer. Dinlendirme sırasında dikkat edilecek bazı hususlar bulunmaktadır:

1. Kaplar dinlendirme başında tam dolu olarak bırakılmalıdır. Aksi halde şarap hava ile temas eder ve aerob mikroorganizmaların gelişmesiyle arzu edilmeyen değişimler meydana gelir.

2. Dinlendirme mahzeni serin olmalı, sıcaklık şarap aromasının uçmasına, birtakım hastalıkların (sirkeleşme) oluşmasına temel teşkil eder.

Beyaz şarapta dinlendirme sıcaklığı 7-10°C, kırmızı şarapta 10-14°C olabilir. Dinlendirme sırasında birtakım fiziksel ve kimyasal olaylar oluşur. Şarap kabına az da olsa giren hava şarapta bulunan bazı maddelerin (suda erimez hale gelerek) çökmesini sağlar. Bu suretle şarabın olgunlaşmasını sağlar, kolaylaştırır. Dinlenme sırasında meydana gelen en önemli olay asit azalmasıdır. Asit azalması iki sebepten meydana gelir.

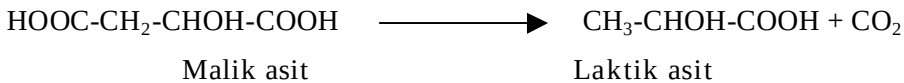
1. Potasyum tartaratın şarap taşı olarak ayrılması.

2. Malik asidin laktik aside fermentasyonudur (malolaktik fermentasyon).

Malolaktik fermentasyon: Sofra tipi şaraplarda olgunlaştırma ve depolama sırasında mikrobiyal üreme görülmez veya çok azdır. Ancak tank, şişe veya fiçilerden bulaşan mikroorganizmalar üreyebilir veya malolaktik fermentasyon görülebilir. Şarapta veya fermente olan şırada malik asit, laktik asit bakterileri ile laktik asit ve CO₂'ye fermente olabilir. Bu fermentasyon malolaktik fermentasyon olarak bilinir. Bu fermentasyonun kontrolü kolay değildir, üzümün asitliği, üretilen şarap tipi, iklim gibi faktörlere bağlı olarak bazen istenir, bazen de istenmez. Üzüm suyundaki asitler mikrobiyal üremeyi geciktirir ve rengi stabilize eder. Ancak asitin çok fazla olması istenmez.

Asitliği azaltmak için malolaktik fermentasyon olarak adlandırılan fermentasyon kullanılabilir. Üzümün asitliğinin %90 kadarı malik ve

tartarik asitlerden gelir. Laktik asit bakterilerinin çoğu malik asiti laktik asit ve CO₂'ye çevirir.



Reaksiyon pirüvik asit üzerinden olur, L-malik asit pirüvik asite dekarboksile olur, daha sonra laktik asite indirgenir. Oluşan laktik asitin büyük kısmı L-laktik asit formundadır. Malolaktik bakterilerin çoğu karbonhidratlardan D-laktik asit de üretir, ancak substrat malik asit olduğu zaman L-laktik asit çoğunluğu oluşturur. Monokarboksilik laktik asit tek değerli bir asit olduğu için, iki değerli asit olan dikarboksilik malik asitten daha düşük asitliğe sahiptir. Dolayısıyla bu fermentasyondan sonra şarabın asitliği düşer. Malolaktik fermentasyonda rol oynayan laktik asit bakterilerinin tanımlanması ile ilgili bazı güçlükler vardır. Bunun nedeni, bazı laktik asit bakterilerinin çok fazla üreme faktörüne ihtiyaç duyması ve bunların belirli bir besiyerinde geliştirilmesinin zor olmasıdır. Ancak *Pediococcus*, *Leuconostoc* ve *Lactobacillus* türlerinin malolaktik fermentasyonda önemli rol oynadığı belirlenmiştir. Bütün laktik asit bakterileri ortamdaki alkol ve düşük pH'ya aynı derecede toleranslı değildir. *Oenococcus oeni* (*Lenconostoc oenos*), %10 etil alkol ve pH 4,8'de gelişebilir. Düşük alkol düzeylerinde pH 4,2 ve altında da üreme görülür. Yapılan araştırmalar laktik asit bakterilerinin aside oldukça toleranslı olduğunu ve *L. planarum*, *L. brevis*, *L. trichodes*'in % 15-20 etil alkolü tolere edebildiğini göstermiştir. Bir maya olan *Schizosaccharomyces pombe*'nin, şıranın pH'sı 3,0 veya üzerindeyse bütün malik asiti kullanabildiği belirtilmektedir. Hatta pH 2,5'de bile mayanın malik asitin %70 kadarını metabolize ettiği, etil alkol ve CO₂'in son ürünler olduğu ifade edilmiştir. Şarabın tampon kapasitesi yüksek olduğu için titre edilebilir asitlikteki önemli bir azalma pH'yı sadece 0,1-0,3 ünite yükseltir. Bu asitlik kaybı normal olarak tadılarak belirlenebilir ve şaraba bağlı olarak avantaj veya dezavantaj olabilir. Spontan fermentasyonda rol oynayan bakteriler önemli miktarda diasetil üretir. Bu madde kırmızı şaraplarda şarabın karakterine bağlı olarak belirli düzeyde istenirken, beyaz şarap üreticileri genellikle malolaktik fermentasyonu istemez. Malolaktik fermentasyonun istendiği durumlarda saf bakteri kültürleri de kullanılabilir. Diğer taraftan *Schizosaccharomyces pombe*. sırada alkol fermentasyonu yaptığı gibi aynı zamanda malik asiti de metabolize ederek bir molekül etanol ve iki molekül CO₂ üretmektedir. Bu gibi mikroorganizmalar tabii olarak sırada nadir bulunur.

7.3.4. Dinlendirme (ikinci fermentasyon)

Aktif fermentasyondan sonra fermente olan şıra süzülüp, hafif CO₂ basıncı altında 2. fermentasyon için depo tankına aktarılır. Burada 21-29°C'de 7-11 gün tutularak, sek şarap isteniyor kalan şeker fermente edilir. Şarap tankın dibindeki tortudan süzülerek ayrılır. Şarap soğutulur, bir kaç gün bekletilir,

filtre edilerek olgunlaştırma amacıyla tahta veya plastik kaplanmış beton tanklara alınır. Tanklar tamamen doldurulur ve hava girmeyecek şekilde kapatılır. Şaraptan periyodik olarak dibindeki tortu ayrılır. Olgunlaştırma süresi şarap tipine göre değişir, aylarca veya yıllarca sürebilir. Olgunlaştırma sırasında şarap aroması gelişir. Esterler gibi çeşitli bileşikler üretilir. Genellikle olgunlaştırma sırasında istenen lezzeti sağlamak için iki veya daha fazla şarap karıştırılır. Olgunlaştırmadan sonra şarap filtre edilir fıçılarda veya şişelerde depolanır.

Dinlendirme sırasında bütün bu olayların olması için aktarma yapılır.

1. İlk aktarma havalı aktarmadır.

2. Diğer aktarmalar havasız yapılır.

Birinci aktarma fermentasyonun bitiminden 2-3 hafta sonra yapılmaktadır. Birkaç ay sonra da ikinci aktarma yapılır. Birinci aktarmada şarapta belirli miktar kükürtleme yapılmalıdır. Aktarmada kükürtlü hidrojen kokusu geliyorsa aktarma sırasında havalandırma kuvvetli yapılır.

Soğutma işlemi olgunlaşmayı çabuklaştırır, durulmayı (şarap taşı) ve fermentasyon oluşmasını sağlar. Soğutma makinaları ile -3 ile 5°C arasında şarap soğutulur. Dinlendirilen, aktarılan, soğutulan şarapta berraklaştırma yapılır.

7.3.5. Berraklaştırma

Berraklaştırma iki şekilde yapılır (durultma ve filtrasyon).

Durultma: Durultma maddeleri yüzey aktif maddeleri olup, yüzey gerilimi tesiriyle çeşitli tortu maddelerini çökeltirler. Durultma maddesi olarak jelatin, balık tutkalı, yumurta akı, süt, aktif kömür kullanılır.

Jelatinle durultma: Ön deneme yapılır. Jelatin eriyiği (%0,5'lik) hazırlanır. Birkaç tane tüp alınır (100 ml'lik). Her tüpün içerisine belli miktar jelatin ve 100 ml şarap konur. Mesela; birinci tüpe 1 ml, ikinci tüpe 1,5 ml, üçüncü tüpe 2 ml jelatin eriyiği konulsun ve üzerlerine de 100 ml şarap konulur, %0,5'lik jelatin eriyiğiyle karışık bir vaziyette bekletilir, kontrol edilir hangi şarapta durulma iyi ise o oranda jelatin katılacak demektir.

Jelatin eriyiği kullanılıp iyi sonuç alınmazsa, tüplere 1 ml tanen ilave edilir ve iyi sonuç hangi karışımdan alınmışsa o tanen ve jelatin miktarı kullanılır.

Jelatinin hazırlanması: Jelatin 24 saat soğuk suda yumuşatılır. 5 l kadar suda ya da şarapta 40°C'ye kadar ısıtılır ve elde edilen jelatin, partiler halinde şaraba ilave edilir. Tanen kullanılacaksa ortama önce tanen sonra jelatin ilave edilmelidir. 1-2 saat içinde netice alınır en iyisi bir gece bekletmektir.

Filtrasyon: Durultmadan sonra yapılan bir işlemdir. Filtre plakalarından süzülmede, şarap bir taraftan süzülürken diğer taraftan mikroorganizmaların ayrılması sağlanır. Hastalanmış şarapların ıslahında da bu filtreler kullanılabilir.

7.3.6. Doldurma

Doldurmada kullanılacak şişeler steril olmalıdır. Sterilizasyon için SO₂ kullanılması yaygındır. Şişelemede en çok 70 cl'lik şişeler kullanılır. Şişeleri kapatmak için kullanılan mantarların da steril olması gerekmektedir. Büyük

işletmeler piyasa mümkün olduğu kadar aynı kalite şarap sunmak isterler bunun için mahzene gelen şaraplar karıştırılarak *paçal* yapılır ve şişelere doldurulur.

7.3.7. Şarabın Bileşimi

Alkol başta olmak üzere bir çok madde bulunur. Şaraptaki maddelerin birikimi şarap oluşumu sırasında bir kısmı da şıradan gelir. Bu maddeler iki kısımda incelenir:

- a. Uçucu olanlar: Su, alkol, aldehitler, uçar asitler, esterler, su %80-85 diğerleri tamamen suda erimiş halde bulunurlar. Alkol: %10-15 oranında etil alkol şarabın başlıca unsurudur. Asit olarak tartarik asit, laktik asit, malik asit, süksinik asit ve CO₂ bulunur. Tartarik ve malik asit şaraba şıradan geçer; diğerleri sonradan oluşur. Miktarları toplam olarak yaklaşık 5 g/L'dir.
- b. Uçucu olmayanlar: Uçucu olmayanlar şarabın kurumaddesini oluştururlar. Şeker, gliserin, N'lu maddeler, tanenler kuru maddeyi oluşturan diğer maddelerdir. Sek şarapta şeker yoktur, dömisek şarapta %1-2, tatlı şarapta %3-20 arasında şeker vardır. Yüksek alkoller amil, isoamil, isobütil alkollerdir. Litrede 5-15 g arasında gliserin vardır. Şarapta gliserin bulunması şaraba dolgunluk ve kıvam verir. Tanen; 0,2-0,3 g/L (kırmızı şarapta 2,5 g/L), N'lu maddeler 0,1-0,4 g, kül 1,3-1,4 g az miktarda koku ve tad maddeleri mevcuttur.

7.3.8. Şarap çeşitleri

Şaraplar yapıldıkları üzüm çeşitlerine ve hazırlanış şekillerine göre sınıflandırılmaktadır.

Şaraplar Renklerine Göre: Beyaz, Kırmızı ve Pembe,

Şeker Miktarına Göre: Sek, Dömisek, ya da Tatlı olarak sınıflandırılır.

Beyaz Şaraplar: Taze beyaz şaraplık üzümlerden elde edilen şaraplardır.

Kırmızı Şaraplar: Kırmızı renkli üzümlerin kabuk altındaki renk maddelerinin cibre fermentasyonu yolu ile şıraya geçirilmesi suretiyle elde edilirler.

Pembe Şaraplar: Kırmızı üzümlerden pembe şarap üretimine uygun olan çeşitlerden cibre fermentasyonu yaptırılarak elde edilir.

Yarı Tatlı Şaraplar: İçerisinde 20 g/L'ye kadar şeker içeren şaraplara hafif yarı tatlı (Dömisek), içerisinde 20-50 g/L şeker bulunan şaraplar yarı tatlı (Dömidu) 50 g/L'nin üzerinde şeker bulunanlar ise tatlı şaraplardır.

Tatlı Şaraplar: İçildiklerinde tatlılıkları açık olarak duyulan şaraplar olup, üç cinsi vardır. Bunlar tabi tatlı şaraplar, mistel şarapları ve likör şaraplarıdır.

Tabi Tatlı Şaraplar: Asma üzerinde aşırı olgunlaşmış veya kesilen salkımlar kısmen kurutularak üzümlerin fermentasyonu sonucunda fermente olmayan şeker kalmış tatlı şaraplardır. Tatlılıkları üzümün kendi şekerinden gelen içinde 50 g/L'den fazla şeker bulunur.

Mistel Şarapları: Aromatik maddelerce zengin taze üzümlerle veya şırasına hacmen en az % 16,5 oranında alkol içerecek şekilde tarımsal kökenli etil alkol katılarak yoğunluğu en az 1.047 olacak şekilde hazırlanan tatlı

şaraplardır. Mistel üretiminde fermentasyon hiç olmaz veya çok az miktarda % 2-3 hacmen alkol oluşacak şekilde fermentasyon olabilir.

Likör Şarapları (Çerez Şarapları): 20°C'deki yoğunluğu en az 1,095 Bome derecesi (2,5) olan ve fermentasyondan sonra en az % 13 alkol içeren taze üzüm pekmezi karamel ve tarımsal kökenli etil alkol katılmak suretiyle elde edilen şaraplardır.

Kokulu Şaraplar (Vermut Şarapları): Beyaz ve kırmızı şaraplara vermut bitkisiyle birlikte sağlığa zarar vermeyen çeşitli aromatik ve tonik bitkilerin katılarak alkol dereceleri hacmen % 16-19'a çıkartılmış şaraplardır. Vermutun en az % 70'i şarap olacaktır.

Köpüren Şaraplar: İçerisinde en az 3 atmosfer basıncında karbondioksit gazı bulunan ve bardağa döküldüğünde köpüren şaraplardır.

Doğal Köpüren Şaraplar: Şişede fermentasyon yoluyla (Klasik Yöntem) üretilen, tanklarda fermentasyon yoluyla (Rezerv Yöntemi) üretilen doğal köpüren şaraplardır. İçindeki CO₂ gazı kendiliğinden oluşur.

Suni Köpüren Şaraplar: Karbondioksit gazı ile emprengelenen köpüklü şaraplardır. Asidi yüksek üzüm çeşitlerinden üretilen beyaz şaraplar stabil hale geldikten sonra içlerine 3,5-5 atü CO₂ gazı verilerek üretilen şaraplardır.

Kabarcıklı Şaraplar: İçlerinde 1,5 atmosfere kadar basınç yapacak miktarlarda CO₂ olduğu için kabarcık oluşturan şaraplardır.

Tıbbi Şaraplar: İçerisinde Türk Gıda Kodeksine göre tıbbi bitkiler ve gerekli maddeler katılmış ve ilaç amacına yönelik olarak kullanılan şaraplardır.

7.3.9. Şarap hataları ve hastalıkları

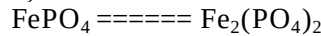
7.3.9.1. Şarap hataları

Şarabın yapısındaki bozukluklardan müteşekkildir.

a. Esmerleşme: Beyaz şaraplarda görülür. Oksidaz enzimleri faaliyeti sonucu beyaz rengin kirli kırmızıya dönüşmesi söz konusudur. Bunu önlemek için sıra bekletilmeden, hava ile temas etmeden işlenmeli, sıra vaktinde kükürtlenmeli, çürük üzümler kullanılmamalıdır.

b. Kırılmalar:

- Beyaz kırılmalar; şarapta ince beyaz renkte bulanıklık ve tortulanmanın meydana gelmesidir. Şişede meydana gelmesi çok kötüdür. Beyaz kırılma FePO₄'dan meydana gelir. Şarapların işlendiği yerden geçen Fe'den kaynaklanabilir. Güneşte kaybolur. Karanlıkta tekrar oluşur.



Karanlıkta Işıқта

suda erimez..... suda erir

- Siyah kırılma; şarapta esmer, mavi bir renk meydana gelir. Bu Fe-tannat'dan meydana gelir. Kırılmalarda şarapların iyi bir şekilde havalandırılması, Fe'in oksitlendirilmesine çalışılmalıdır. Ortamı asitlendirmek için özellikle sitrik asit ilave edilmelidir (Beyaz ve siyah kırılmada).

c. Çürük yumurta kokusu: Kükürt şeritleri iyi yakılamayıp erir halde şaraba karışırsa "S" bakterilerince H₂S'e çevrilmekte kötü koku meydana gelmektedir. Bunun için havalandırmak gerekir.

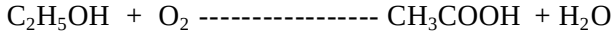
d. Küf tadı: Küflü üzümlerden yapılan şaraplarda meydana gelir.

7.3.9.2. Şarap hastalıkları

Sofra tipi şaraplarda olgunlaştırma ve depolama sırasında mikrobiyal üreme görülmez veya çok azdır. Ancak tank, şişe veya fiçilerden bulaşan mikroorganizmalar üreyebilir veya malolaktik fermentasyon görülebilir. Şarapta veya fermente olan sırada malik asit, laktik asit bakterileri ile laktik asit ve CO₂'e fermente olabilir. Bu fermentasyon malolaktik fermentasyon olarak bilinir.

a. Sirkeleşme (Asetik Asit Bakterileri)

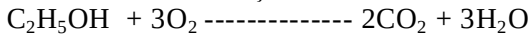
Üzüm şıralarında, fermentasyonda ve kütle halinde depolanan şarapta hemen hemen her zaman ml'de bir kaç yüz tane asetik asit bakterisi bulunur. Genellikle *Acetobacter aceti* ve *Gluconobacter oxydans* şıra veya şaraptaki alkolü asetik asite okside ederek asetik asit olarak adlandırılan bozulmaya neden olur. Bakteri sayısının çok düşük olduğu ve belirgin bir film tabakasının gözlenmediği durumlarda bile, uçucu asit miktarı yükselebilir ve şaraba zarar verir. Bu bakteriler etanol ile asetik asitin ester oluşturmaya da yol açar. Oluşan etil asetat şarapta sirke kokusuna neden olur. Bazı asetik asit bakterileri şekerlerde; keto asitler oluşturur. Bu maddeler SO₂'i bağlayarak antimikrobiyal etkisini azaltır veya ortadan kaldırır.



Sirkeleşme olayı bir oksidasyondur. Bu yüzden kaplar dolu bırakılmalı, havasız şartlarda bırakılmalıdır. Şarap kapları fermentasyon sırasında kontrol edilip, doldurulmalıdır. Mahzen sıcaklığı düşük tutulmalıdır. Sirkeleşmiş şaraplara kükürtleme yapılarak sirke bakterileri SO₂'le öldürülmelidir. Başlangıçta kükürtleme yapmakla sirkeleşmenin önüne geçilebilir. En önemli tedbir de temizliğe dikkat etmektir. Sirkeleşme çok ileri gitmişse filtrasyonla pastörize etmek veya bu şarabı sirke yapmaktır. Alkol miktarı %14 olan bir şarapta uçar asit cinsinden sirke asidi miktarı 1,8 g/l'yi aştığında şarap sirkeleşmiş sayılır.

b. Mayalar

Film mayalan hava ile temas eden şıra ve şarap yüzeylerinde gelişebilir. Bunlar alkol ve organik asitleri okside ederek yüzeyde **şarap çiçeği** olarak adlandırılan kalın bir zar oluşturur.



Sek ve litresinde 2 g'dan az glikoz ve fruktoz bulunan şaraplarda mayalar üreyebilir. %14 veya daha az etanol içeren ortamlarda bazen de % 16,5 etanol düzeyine kadar ürer. Bu mayaların sayısı şarabın 1 mililitresinde 10⁵'i geçtiğinde şarapta gözle fark edilebilir bir bulanıklık (bulut gibi) oluşur.

Mayaları ayırmak için steril filtrasyon uygulanırsa çoğu maya şaraba zarar vermez. Ancak *Brettanomyces* ve *Dekkera* cinsleri metalik veya faremsi koku oluşturur. Tatlı şaraplar etanol ve ilave edilen şekerin inhibitör etkisi nedeniyle maya üremesine daha dirençlidir.

Şarap tamamen bozulup, rengini kaybedebilir. Görüldükleri an müdahale edilmeli, kuvvetli kükürtleme yapılmalı, kap dolu bulundurulmalı, hava ile temas kesilmelidir.

c. Laktik Asit Bakterileri

Fermente olan şıra ve şarapta hemen hemen her zaman az sayıda laktik asit bakterisi vardır. Şarap tortusuyla birlikte kaldığı sürece bu mikroorganizmalar hızla çoğalır. Bu nedenle istenen malolaktik fermentasyon tamamlanır tamamlanmaz şarap süzülmalıdır. Bakterilerin çoğu suspanse olmuş katı parçacıkların varlığında daha kolay ürer. 15°C'nin altındaki sıcaklıklar istenmeyen mikroorganizmaların çoğalmasını önler. pH'nın 3,0'dan 3,9'a çıkması bakterilerin üremesini kolaylaştırdığı gibi ortamdaki serbest aktif moleküler SO₂ konsantrasyonunun da hızla azalmasına neden olur. Şaraplarda laktik asit bakterilerinin sebep olduğu bozulmalar aşağıda sıralanmıştır:

Sitrik asitin parçalanması: Laktik asit bakterilerinin 2/3'ü sitrik asiti kullanabilir. Normal bir şırada genel olarak 100-300 mg/L sitrik asit bulunur. Bununla beraber *Botrytis* ile enfekte olan şaraplarda 800 mg/L'ye kadar sitrik asit bulunabilir. Sitrik asit bazen şarabın asitlendirilmesi ve demir tortusunun önlenmesi için kullanılır. Şarapta, 500 mg/L düzeyinde sitrik asit bulunsun ve bunun hepsi mikroorganizmalar tarafından metabolize edilirse, 250 mg/L uçucu asit üretilir.

Glukoz ve fruktozun kullanılması: Şarap tamamen fermente olmamışsa, kalan şeker varsa hemen bütün laktik asit bakterileri bu şeker kullanarak laktik asit üretebilir. Heterofermantatif bakterilerin yan ürünlerim özellikle asetik asit şarabı bozar. Başlangıçtaki alkol fermentasyonu sırasında sıcaklık yükselmesi fermentasyonu durdurur, ortamda önemli miktarda şeker kalır, bu aşamada sıcaklık muhtemelen 37°C'ye yükseldiği zaman laktik asit bakterileri laktik asit üretir. Bu bakterilerin metabolik ürünleri mayanın üremesini önler fermentasyonun tekrar başlatılmasını güçleştirir.

Mannitol oluşumu: Şaraptaki heterofermantatif bakteriler fruktozu mannite indirgeyebilir. Bunun yanında laktik asit ve özellikle asetik asit oluşturur. Mannitol mayaların çoğunun kullanamayacağı bir şekerdir. Sonuç olarak tatlı ve asit lezzette bir şarap oluşur.

Pentozların fermentasyonu : Şarapların çoğunda litrede 1 gramdan az arabinoz ve 0,2 g/L gibi ksiloz bulunur. Laktik asit bakterileri eğer uzun süre şarapta bulunursa, pentozları fermente edebilir.

Tartarik asitin parçalanması: Şarapta pH 3,65'in üzerinde olduğu zaman belirli laktik asit bakterileri tartarik asiti kullanabilir. Tartaratın parçalanması genellikle gliserol parçalanması ile paralel olarak meydana gelir ve şarabın tamamı kullanılamaz hale gelmesine yol açar. Bu kombine bozulma "*tourne*" olarak adlandırılır.

Gliserolün parçalanması: Bazı laktik asit bakterileri gliserolü pürivat yoluyla asetik asit, laktik asit ve süksinik asite parçalar. Bu bakterilerden bazıları akrolein de üretir. Akrolein fenolik maddelerle birlikte acı lezzet maddeleri oluşturur. Gliserolün parçalanması ender görülen bir bozulmadır.

Küfler

Küfler bağcılarının başlıca problemi olmakla beraber, genellikle üzüm sırasında problem oluşturmaz ve şarapta üreyemez. Küfler orta düzeyde alkol konsantrasyonları ile inhibe edilir. Bu nedenle hava ile temas eden şarapların yüzeyinde de gelişemez. Bununla beraber şarabın buharlaştığı ve besin maddelerinin kaldığı yüzeylerde, yeterli şekilde temizlenip, dezenfekte edilmemiş tahta fıçı ve şarap kaplarının iç yüzeylerinde bulunurlar. Bu şekilde bulaşmış bir kaba koyulan yeni şarapta, düzeltilmesi pek mümkün olmayan kötü bir lezzet oluşur.

7.3.10. Şarabın muhafazası

Şarapta mikrobiyal bozulmayı önlemek için, şişelemeden önce veya sonra kalan mikroorganizmaların aktivitesinin durdurulması çok önemlidir. Bu pastörizasyon ile, SO₂ gibi maddelerin ilavesiyle veya membran filtrasyonla yapılabilir. Bazı şarapların lezzeti ısı ve SO₂'den zarar görebilir. Bu tip şaraplar için steril filtrasyon ile mikroorganizmaların ayrılması önerilir.

Kükürtdioksit

Şaraplarda en yaygın kullanılan antimikrobiyal madde kükürt dioksittir. Geleneksel olarak şarap fıçılara doldurulmadan önce 30-60 mg/L şarap olacak şekilde kükürt dioksit ilave edilip, yakılması ile fıçının iç yüzeylerinin kısmen sterilize edilmesi sağlanır.

Bu metodun başlıca dezavantajı, yanmayan kükürt parçalarının fıçı içine düşme ihtimalinin olmasıdır. Fıçı daha sonra aktif maya içeren şarap ile doldurulursa sülfür hidrojen sülfite indirgenir. Bu şaraba istenmeyen bir koku verir.

Günümüzde şarap üreticilerinin çoğu kükürt dioksit gazını suda çözerek veya potasyum metabisüfit şeklinde kullanmaktadır. Avrupa Topluluğu beyaz şaraplarda 225 mg/L, kırmızı şaraplarda 175 mg/L ve özellikle *Botrytis*'li üzümlerle yapılan tatlı şaraplarda ise daha yüksek düzeyde kükürt dioksit bulunmasına izin vermektedir. Bazı mikroorganizmalar, özellikle *Zygosaccharomyces bailii* ve *Lactobacillus plantarum*'un birçok suşu yüksek düzeylerdeki kükürtdioksite bile çok dirençlidir. Ayrıca şaraptaki kükürtdioksit düzeyi kapalı kaplarda depolama sırasında düşer. Bu nedenlerle şarabı mikrobiyal enfeksiyondan korumak için sadece kükürt dioksit yeterli değildir.

Sorbik Asit

Bu madde şarapta maya üremesini önlemek için kullanılır. 100 mg/L sorbik asit, çoğu *Saccharomyces cerevisiae* suşları ile tekrar fermentasyonu önlemek için yeterlidir. Ancak bir çok ülkede izin verilen maksimum doz olan 200 mg/L kullanıldığında bile birkaç maya canlı kalabilir. Bu nedenle raf ömrünün uzun olması beklenmemelidir.

Etil Pirokarbonat

İdeal bir antimikrobiyal madde gibi görünmektedir. Ancak bu uygulama karsinojenik özelliğe sahip maddelerin oluştuğundan şüphelenildiği için yasaklanmıştır.

Şaraba Isıl İşlem Uygulanması

Şarap yüksek etanol içeriği ve düşük pH'si nedeniyle, orta düzeyde bir ısısal işlem ile bütün mikroorganizmalardan arındırılabilir. Laktik asit bakterileri ile enfeksiyon tehlikesi olan tatlı şaraplar, 80°C'de 30 saniye tutularak flaş pastörizasyon uygulaması ile muhafaza altına alınabilir.

Sofra şaraplarındaki mikroorganizmaları inaktive etmek için, sıcak dolum olarak bilinen işlem uygulanır. Şaraplar 55-70°C'ye ısıtılıp, şişelere doldurulur ve normal oda sıcaklığına soğuması beklenir. Ancak bu yöntem kaliteye zarar verebilir.

Filtrasyon ve Steril Şişe Kullanılması

Yüksek kaliteli şarapların çoğu temiz şişelere konur. Birçok üretici şişeleri sadece bir defa kullanmaktadır. Bu durumda sterilizasyon daha kolay sağlanır. Fıçılar geleneksel olarak kalsiyum hipoklorür çözeltisi ile dezenfekte edilmekte ve bunu nötralize etmek için okzalik asit kullanılmaktadır. Bazen bu işlem, gözenekleri beyaz kalsiyum oksalat tabakası ile kapatıp fıçının görünümünü iyileştirmek için birkaç defa tekrarlanmaktadır. Bu işlemin antimikrobiyal etkisi kuvvetli olmakla beraber, küçük oksalat partikülleri eğer şarabın içine düşerse kristalizasyona yol açmaktadır.

Günümüzde şişelerin sterilizasyonu için kükürt dioksit veya ozon kullanılmaktadır. Ancak fıçılara uygulanan kükürt dioksitin de % 100 güvenilir sonuç vermediği belirtilmektedir. Şarap, şişelenmeden önce iki veya daha fazla filtreden geçirilmektedir. Son filtre bütün mayalan ve şarap bakterilerinin çoğunu tutacak kadar incedir. 1,2 mikrometre gözenek çapına sahip filtreler mayaları tutar, bununla beraber çoğu şarap üreticisi 0,8-0,65 mikrometre gözenek çapındaki filtreleri kullanmaktadır.

BÖLÜM 8

İSPİRTO (ALKOL) TEKNOLOJİSİ

İspirto denince; değişik kullanım amaçlarına göre hazırlanmış ve değişik miktarda su ihtiva eden etil alkoldür. Şekerli sıvılardan fermentasyonla elde edilen alkollü sıvının damıtılmasıyla elde edilen yüksek konsantrasyonlardaki etil alkoldür.

Alkol fermentasyonunun ne zaman ve nerede geliştiği konusunda bir çok araştırmacı aynı sonuçlara varmasına karşılık alkolün distile edilmesine dair bilgiler yetersizdir. Bununla birlikte bazı araştırmacıların distilasyon işleminin ilk olarak Mısır'da, bazıları ise eski Yunanistan ve İtalya'da yapıldığını ileri sürmektedirler. Avrupa'da distilasyonun başlangıcı olarak 1050-1150 yılları, Asya'da 13. yüzyıl olarak kabul edilir. Türkiye'de ilk defa Paşabahçe ispirto fabrikası, daha sonra Gaziantep, Diyarbakır, İzmir, Tekirdağ içki fabrikaları kurulmuştur.

İspirtoculuk tarımsal sanayinin önemli bir koludur. Özellikle Avrupa'da ispirotoculuk ziraatla adeta organik bir bağ teşkil etmiş olup, ispirto çiftliklerde yapılmaktadır. Şeker fabrikası bünyesinde ispirto üretim ünitesi kurularak melastan ispirto üretilmektedir.

Etil alkol boyacılıkta, tıpta, kimyada, parfümeride ve diğer birçok yerlerde kullanılmaktadır. Son zamanlarda taşıt araçlarında yakıt olarak kullanılma imkanları araştırılmaktadır. Ekonomik olduğu müddetçe kullanılma imkanı vardır.

8.1. İspirtoculukta kullanılan mikroorganizmalar

Mayalar: İspirtoculukta kullanılan mikroorganizmaların en önemlileri mayalardır. İspirtoculukta *Saccharomyces cerevisiae*'nin özel suşları kullanılmaktadır. Bunlar yüksek oranda alkol üreten suşlardır. Bu mayaların ismi "teknik ispirto mayalarıdır". Yüksek verimli olup, fermentasyon gücü ve hızı yüksek mikroorganizmalardır.

Laktik asit bakterileri: (1). Kültür tipi laktik asit bakterileri faydalı yönleri ile kullanılabilir. Bunlar homofermentatif olup görevleri gerektiğinde ortamda asitliği sağlamaktır. En önemlisi *Lactobacillus delbrueckii*'dir. (2). Yabani laktik asit bakterileri uçucu asitler meydana getirirler, zararlıdır.

Asetik asit bakterileri: Alkolü asetik asite okside etmelerinden dolayı kesinlikle arzu edilmezler.

Bütirik asit bakterileri de olumsuz etkilerinden dolayı alkol fermentasyonunda istenmeyen mikroorganizmalardır.

Bacillus cinsi bakterilerden alkol fermentasyonunda zararlı ve faydalı olanlar vardır. *B. subtilis* ispirotoculukta önem taşır. Nişastadan alkol yapımında amilaz enzim aktivitesine sahip *B. subtilis* veya bundan elde edilen α -amilaz preparatları ortama ilave edilerek nişastanın daha küçük moleküllu karbonhidratlara parçalanması sağlanmaktadır.

Küf mantarları: Etil alkol üretiminde nişatalı hammaddelerin şekerlendirilmesinde kullanılan enzim preparatlarının üretilmesinde görev alırlar.

8.2. İspirtoculuk hammaddeleri

Bileşiminde alkole fermente olabilir şeker veya fermente olabilir şekere dönüşebilen bütün maddeler hammadde olarak kullanılabilir. Hammadde olarak ayrıca bira ve şarap, bozulmuş bira ve şarap kullanılabilir.

Yan ürün olarak ekmek mayacılığı üretiminde ister istemez bir miktar etil alkol meydana gelmektedir. Bütün bunlar damıtılarak alkol konsantrasyonu yüksek ispiroto elde edilir.

Fermente olabilir şeker ihtiva eden hammaddelerden en önemlileri kuru üzüm ve melastır. Fermente olabilir şekerlere dönüşebilen hammaddeler, patates ve hububat ürünleridir. Odundan dahi ispiroto yapılabilir. Ancak ekonomik olup olmaması söz konusudur.

Şarabı damıtarak elde edilen ispiroto işlenerek bir içki elde edilir, ki bu konyaktır. Biranın damıtılmasıyla kazanılan ispiroto işlenerek Wisky elde edilir. Şarap ve biradan elde edilen ispirotoya içki ispiroto denir. İçki ispiroto kuru üzüm ve melastan da yapılabilir.

8.3. Kuru üzüm ispirotoçuluğu

Türkiye’de içki ispiroto yapıımında kullanılan hammadde kuru üzümdür. Çekirdekli, kalitesiz üzümler kurutularak içki ispirotoçuluğunda kullanılır. Kuru üzümden elde edilen alkollü sıvıya **soma** denir. Bundan damıtma ile elde edilen içkiye **rakı** denir. Bu arada bir miktarda incir kullanılır. Ülkemizde ispiroto imalatında kullanılan üzümün düşük kaliteli olması ekonomik olmaktadır. Bu üzümlerde şeker miktarı %50-60 civarındadır. Çekirdeksiz üzümün şeker oranı ise %75’dir.

Kuru üzümden alkol eldesi aşağıdaki aşamalarla gerçekleştirilir:

1. Öğütme
2. Mayşeleme
3. Fermentasyon
4. Damıtma

8.3.1. Kuru üzümün öğütülmesi

Kuru üzümler işletmeye çuvallarda getirildiği için topaklanmış vaziyettedir. Topaklanmış kitlenin basınçlı su püskürtülerek dağıtılır. Bu suyla aynı zamanda kısmen yıkama da gerçekleştirilir. Elevatörle kıyma makinesına taşınan üzümler parçalanarak öğütülür. Parçalama sırasında yapışmayı önlemek için bir miktar su ilave edilir. Parçalanma aletlerine üzüm değirmenleri denir. Parçalanmış üzümler melanjöre sevk edilir.

8.3.2. Mayşeleme

Parçalanmış üzümler soğutma ve ısıtma düzenleri olan “melanjörde” alınarak 4 katı su ile karıştırılır. Mayşeleme sıcaklığı 22-25°C’ye ayarlanıp bu sıcaklıkta 30 dakika tutularak üzümdeki şıranın tamamen suya geçmesi sağlanır. Bu şekilde elde edilen mayşenin şeker konsantrasyonu 15-16 Ballinge ayarlanır.

8.3.3. Fermentasyon ve damıtma

Kuru üzüm ispiroculuğunda ispiroculuk ve şarap üst fermentasyon mayaları kullanılır. Maya ya saf olarak izole edilir ya da ticari maya kullanılır. Maya tüpte kültüre alındıktan sonra 5 litreye kadar çoğaltılır. Mayanın çoğaltılmasında besin ortamı olarak şıra kullanılır. Şıra kullanılmadan önce sterilize edilerek mikroorganizmalardan arındırılmış olmalıdır. Şıraya maya besini olarak 1 g/L $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ilave edilmelidir. İşletmeye getirilen 5 L'lik maya şırayla 50, 250, 500 L'ye çoğaltılır. Daha sonra 5 tonluk ön fermentasyon kabına alınarak çoğaltılmaktadır. Kullanılacak şıra, hava ve kullanılacak ürün ekipmanlar steril olmalıdır. Gerekli asit ve maya besin maddeleri alınıp steril edildikten sonra 5 -50 tonluk tanklara 15-16 Balling'lik mayşe ile birlikte alınır. Fermentasyon sıcaklığına ayarlanan şıraya 500 L'lik maya ilave edilir ve 5000 L'ye çıkarılır.

Fermentasyonda şıranın şeker konsantrasyonu 9 Balling'e düştükçe üzerine şıra ilave edilir. Fermentasyon kabı doluncaya kadar bu işleme devam edilir. Şırada şeker kalmayınca (50-60 saat sonra) fermentasyona son verilir. 100 kg kuru üzümünden 35 L alkol meydana gelir. Fermentasyon sıcaklığı 22-25°C'ye ayarlanır, zamanla 28-30°C'ye çıkar. Sıcaklığın 30°C'nin üstüne çıkmasına izin verilmemelidir. Fermentasyonda önemli diğer bir parametre şeker konsantrasyonu olup, %13-17 olacak şekilde ayarlanmalıdır. Uçar genel ve asitlikler de fermentasyon sırasında izlenmesi gereken parametrelerdir.

Elde olunan alkollü sıvı daha sonra damıtma kolonlarında damıtılarak saf etil alkol kazanılır. Damıtma olayı daha sonra incelenecektir.

8.4. Melas ispiroculuğu

Melas şeker fabrikasyonunun bir artığı olan koyu renk ve kıvamdaki yan üründür. Melastaki kurumadde miktarı teknolojiye, şeker üretim metodu, depolama süresi ve ülkeden ülkeye değişmektedir. Ortalama olarak bileşimi %77-82 su, %13-18 kuru maddeden oluşur. Bunun; %48-54 şeker (sakkaroz), %0,1-0,5 invert şeker, %0,6-1,8 rafinozdur. Kuru maddenin %30'u şeker olmayan maddeler, bunun; %12'si N'lu maddeler, %33'ü şekersiz organik maddeler (K, Mg, Na, Ca, P, Si, Fe oksitler halinde), %50'si organik şekersiz maddelerdir (hemiselüloz, araban, galaktoz, organik asitler renk maddeleri).

8.4.1. Mayşe hazırlanması

Fermentasyonda kullanılacak melastan iki tip mayşe kullanılır:

1. Ekşi mayşe: Ekşi mayşe; mayanın üretilmesinde ve ilk fermentasyonda kullanılan mayşedir. Bunun için melas 14 Ballinge kadar sulandırılır, maya besin maddeleri $[(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ %0,5, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ %0,2, MgSO_4 %0,02] ve H_2SO_4 (pH= 4,5-5,0 olacak şekilde) ilave edilir. Kullanılacak H_2SO_4 miktarı asidin konsantrasyonuna göre değişir. Bundan sonra mayşe kaynatılır süzülür ve kullanıma alınır.

2. Tatlı mayşe (28 Ballinglik şıradan): Tatlı mayşe; normal melastan elde edilir. Kaynatma ve süzmeye tabii tutulur.

8.4.1.1. Maya üretimi

Melasta önemli miktarda rafinoz bulunduğu için kullanılacak mayanın bu şekeri fermente edebilecek özellikte olması gerekmektedir.

a. Laboratuvarda üretilmiş saf maya bir maya üretme kabına daha önce konulmuş steril ekşi mayşenin üzerine ilave edilir. Steril hava verilerek 4 saat zarfında Balling derecesinin yarıya düşmesi (6-7 Balling) sağlanır.

b. Üretilen mayanın yarısı ekşi mayşeye ilave edilir, havalandırılır ve çoğaltılır, 4 saat sonra Balling derecesinde 6-7 derece düşüş olmalıdır.

Kazanda kalmış mayanın yarısı alınarak daha büyük bir kazanda bulunan kaynatılmış süzölmüş ekşi mayşeye ilave edilir. Havalandırılır ve 4 saat sonra Balling derecesinin yarıya düşmesi beklenir. Burada üretilen maya daha büyük bir mayşe tankına ilave edilerek aynı şekilde çoğaltılması sağlanır.

8.4.1.2. İlk fermentasyon

Kademe kademe çoğaltılan maya 20000 L'lik ekşi mayşe üzerine ilave edilir, havalandırılır, 8-9 saatte mayşenin Balling değeri yarıya düşmesi beklenir. Kullanılan mayşenin tamamı ekşi mayşedir.

8.4.1.3. Asıl fermentasyon

Üretilen 20000L'lik maya büyük fermentasyon kazanlarına konur. Balling değeri 8-9'a düşünceye kadar tatlı mayşe ilave edilir, mayşenin Balling değerinin 9'a düşmesi beklenir. Üzerine tekrar tatlı mayşe ilave edilir. Bu şekilde 25-30 saat sonra mayşenin alkol miktarı %8-10'a ulaşır, mayşenin Balling değeri 0 (sıfır) olur. Ekşi mayşede üretilen maya tatlı mayşeyi fermente etmek için kullanılır.

8.5. Nişastalı maddelerin ispiroto üretiminde kullanılması

Nişastalı maddelerden ispiroto üretiminde en çok patates ve tahıllar (çavdar, buğday, arpa, mısır) kullanılır. Nişastalı maddelerden etil alkol üretimi aşamaları şunlardır:

1. Hammaddedeki nişastanın çirşlendirilmesi maksadıyla hammaddelerin yüksek basınçta pişirilmesi (**Buharlama**).
2. Çirşlenme ile fiziksel olarak şekerlendirilmesi için malt ile mayşelendirilmesi (**mayşeleme ile şekerlendirme**)
3. Şekerlenmeyi sağlayacak maltın hazırlanması
4. Mayanın hazırlanması
5. Fermentasyon
6. Damıtma

Amilaz enzimleri sağlam nişasta taneciklerine etki edemez. Bu bakımdan nişastalı hammaddeler yüksek basınç altında pişirilir. Yüksek basınçlı kazanlarda, buhar basıncı ile pişirilen tahıl veya patates, pişirme sonunda tamamen dağılacak bir hal alır. Pişirme kazanının alt vanası açıldığında bir boru vasıtası ile tamamen parçalanarak mayşeleme kazanına alınır. Pişirme sırasında patatesten pişirme kazanına su ilave etmeye gerek yoktur. Tahılın 100 kg'ı için 200-300 L su gereklidir. Patatesi 3-3,5 Atü'lük basınç altında 143°C 20-30 dakika pişirmek yeterlidir. Buharla pişirilmesi sona eren maddeler mayşe kazanına 1/5 boşluk kalacak şekilde doldurulur. Mayşeleme

sırasında sıcaklığın 60°C'nin üstüne çıkarılmamasına azami özen gösterilir. Mayşeleme kazanına daha önce hazırlanmış olan bir miktar malt, su ile karıştırılarak ilave edilir. Mayşe kazanına, mayşelenecek maddelerin ilavesi 4 parti halinde yapılır. 100 kg hububat için 10-15 kg, 100 kg patates için 2-3 kg malt hesap edilir. Patates mayşesi 10-15 dakikada şekerlenir. Hububat mayşesi 30 dakika civarında şekerlenir. Şekerlenmenin derecesini belirlemek için iyot çözeltisi kullanılır.

Nişastayı şekerlendiren β -amilaz 50-55°C'de optimum çalışır. Ortam sıcaklığının 60°C'ı aşması halinde parçalama etkisi düşmektedir. Mayşelemelerde nişastanın %80'i maltoz halinde gelmektedir. Geri kalan fermentasyon sırasında β amilaz faaliyeti sonucu maltoza parçalanmaktadır. β -amilaz optimum 50-55°C'de çalışmakla beraber enfeksiyonun önlenmesi için sıcaklık 60°C'ye çıkarılır.

Şekerlenmesi sona eren mayşe 18-20°C'a kadar soğutulur. Burada dikkat edilecek husus; soğutmanın hızlı yapılmasıdır. Soğutmanın yavaş yapılması enfeksiyon riskini beraberinde getirir. Soğutma sıcaklığı 30°C'a yaklaştığında mayanın mayşeyle iyi karışması için bir miktar maya ilave edilir. Elde edilen sıranın konsantrasyonu 20 Ballingtir. Burada kullanılan malt uzun, enzim aktivitesi yüksek 2 sıralı arpadan hazırlanmış yeşil malttır.

8.5.1. Mayanın hazırlanması

100 L maya hazırlayabilmek için 4-5 L maya alınır ve bir miktar tatlı mayşe ile karıştırılıp lapa haline getirilir. Tekrar tatlı mayşe ilave edilerek hacim 75-80 L'ye getirilir. Mayşe, şekerlenmesi için 60-63°C civarında 1 saat sıcaklığa maruz bırakılır. Bu şekilde elde edilen maya 1200 L mayşe için yeterlidir. Mayşenin pH'sı 5,2 olacak şekilde H₂SO₄ ilave edilir. 100 L hububata 100-120 ml H₂SO₄ ilavesi yeterlidir. H₂SO₄ yerine laktik asit bakterisi ilavesi de yapılabilir. Laktik asit bakterilerinin işi bittikten sonra pastörizasyonla bunlardan mayşe steril hale getirilir. Fermentasyon sıcaklığı 18-20°C olmalıdır. Kullanılacak maya miktarı mayşenin %6-8'i kadar olmalıdır. Fermentasyon kabı olarak tahta, beton veya çelik kaplar kullanılır. Sistemde CO₂ ile etil alkolün kaçmasını önleyen düzenler bulunur. Maya ilavesinden sonra 10-12 saat sonra fermentasyon kuvvetli cereyan eder. Fermentasyon süresi toplam olarak 3 gündür.

8.6. Damıtma

Damıtma, bir eritken içinde eriyen maddelerin birbirinden ayrılması veya kaynama noktaları farklı maddeleri birbirinden ayırmak için yapılan işlemdir. Damıtma; (1). Damıtık su elde etmek için (2). Kaynama noktaları birbirinden farklı olan sıvıları birbirinden ayırmak için; alkollü mayşenin alkolünü almak için yapılır.

Damıtma yoluyla kaynama noktaları birbirinden farklı sıvıları ayırmada geçerli bazı kuralllar vardır:

1. Birbirinin içinde sınırsız olarak eriyen iki sıvının kaynama noktaları bunların karışım oranına bağlı olup, karışımın kaynama sıcaklığı bu iki maddenin kaynama sıcaklığının arasındadır.

2. Farklı sıcaklıklarda kaynayan sıvıların karışımından meydana gelen buharda düşük sıcaklıkta kaynayan fraksiyonun oranı daha yüksektir. Bundan faydalanarak, birkaç defa damıtma yapmak suretiyle istenilen sıvıyı çok daha saf olarak elde etmek mümkündür.

Tablo 21’de görüldüğü gibi %10 alkollü bir mayşe damıtıldığında ilk meydana gelen alkol miktarı fazla olup destilattaki alkol miktarı %51’dir. Ancak damıtmanın biraz daha ilerlemesi halinde (mayşedeki alkol miktarı %5’e düşer) o takdirde kaynama derecesi 95,9°C olup, buna karşılık buhardaki alkol miktarı azalmaktadır.

Tablo 23. Farklı oranlarda alkol ihtiva eden suyun kaynama sıcaklığı.

Kaynayan sıvının (mayşenin) Alkol miktarı (%)	Kaynama derecesi (°C)	Buhardaki alkol (%)
0,0	100	0,0
5,0	95,9	35,8
10,0	92,6	51,0
20,0	88,3	66,2
30,0	85,7	69,3
40,0	84,1	72,0
50,0	82,8	75,0
55,0	82,3	76,6
60,0	81,7	78,2
65,0	81,2	80,0
70,0	80,8	81,9
100,0	78,3	100,0

3. Fiziksel olarak birbiriyle kolay karışan sıvıların kaynama noktaları arasındaki fark fazla olsa da damıtma ile birbirlerinden ayrılması çok zordur.

4. Kaynama noktaları birbirine yakın olan sıvıların birbirinden ayrılması zordur.

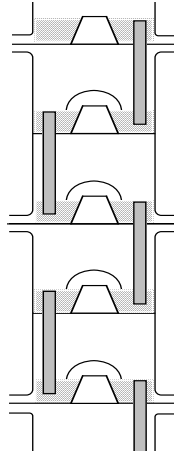
5. Damıtma sırasında damıtılan sıvının en düşük derecede kaynayan unsurları, yüksek derecede kaynayan unsurlardan daha çabuk kaynamaya başlar. Ancak yüksek derecede kaynayan unsurlar da düşük derecede buharlaşmaya başlarlar. Damıtma sırasında (20-161°C) buharda ispirtonun yanında diğer maddeler de bulunur. Bunlar aldehytler, furfuraller, su, yüksek alkollerdir. Ancak kaynatma sonunda elde edilen buharlar kısmi bir soğutmaya tabi tutulursa bu buhar içinde kaynama noktaları yüksek olan unsurlar yoğunlaşarak kaynatma kabına geri döner. İşte fraksiyonel damıtmanın esas kaynama sırasında bir kısım buharı yoğunlaştırmak, böylece yüksek derecede kaynayan sıvıları geri döndürmektir. Fraksiyon başlıklarından geçen buharlarda düşük sıcaklıklarda kaynayan maddeler daha zenginleştirilmiş olur. Fraksiyon başlıklarındaki termometrelerden takip ederek sıvılar ayrı kaplarda toplanır.

8.6.1. Kolonlardaki damıtma

Sanayi ispiroculuğunda damıtmada, kolonlu damıtma kullanılır. Damıtma kolonu, üst üste konmuş kaynatma kazanları gibidir. **Çalışma prensibi:** Damıtılacak alkollü mayşe kolona yukarıdan inerken, her bir bölmede bir

miktar kalarak seviye boruları ile alt bölmeye iner. Buna karşılık kolona alttan verilen sıcak buhar yukarı doğru çıkarken bölmelerdeki mayşeyi kaynatır, kaynatma sonucunda mayşedeki alkolü alır. Böylece alttan itibaren her bölmeden alkol alarak buhardaki alkol oranı yukarı çıktıkça artar. Yukarıdan aşağıya doğru ise mayşenin alkol miktarı her bölmede azalır.

Mayşenin kolonda damıtılması **deflekasyon** ve **rektifikasyon** prensibine dayanır. **Deflekasyon**; içerisinde alkol bulunan buharın kolonlardan yukarı çıkarken kısmi bir soğutmaya tabi tutulması sonucunda alkolden daha yüksek sıcaklıkta kaynayan unsurların yoğunlaştırılması (ayrılması) ve buhardaki alkol miktarının artırılmasıdır. **Rektifikasyon**; alkol ayrıldıktan sonra geriye dönen, yoğunlaşan sıvının gelen buharla tekrar kaynatılmasıdır. Bu kaynatma sonucunda yeni bir deflekasyon meydana gelir. Deflekasyon ve rektifikasyon sonucu mayşedeki alkol azalmaktadır. Elde edilen %85-95 arasında alkol ihtiva eden alkole ham ispirto denir. Ham ispirto içinde, etanol haricinde diğer alkoller, furfurallar, aldehitler, ketonlar vs. bulunur.



Şekil 53. Damıtma kolonu şeması.

Azeotropik Karışım: Saf bir sıvı damıtıldığı zaman bu sıvıdan meydana gelen buharın bileşimi ile damıtılan sıvının bileşimi arasında bir fark yoktur. Ancak bir sıvılar karışımı damıtıldığı zaman normal olarak damıtılan sıvının bileşimi ile meydana gelen damıtığın bileşimi aynı değildir. Bunun bir istisnası vardır; bazen karışımın alkol miktarı ile bundan meydana gelen buharın ihtiva ettiği alkol miktarı aynıdır. Kaynayan sıvının alkol miktarı %97,2; kaynama derecesi 78,15°C, karışımdan meydana gelen buhardaki alkol miktarı %97,2'dir. İşte bu tip karışımlara **azeotropik karışım** denir. Yani damıtılmakta olan sıvının bileşimi ile bu sıvıdan meydana gelen buharın bileşimi aynıdır. O halde %97,2 alkol, %2,8 su ihtiva eden bir karışım azeotropik karışımdır. Damıtma yoluyla bu %100'e çıkarılamaz.

İspirtoculukta damıtma kolonunda, içindeki alkolün tamamı alınmış artığa küspe denir ve değerli bir hayvan yemidir. Damıtma sonucunda elde edilen

küspe enfeksiyona karşı hassastır. Dolayısıyla sıcak olarak (40-50°C) hayvanlara verilir.

8.6.2. Ham ispiertonun temizlenmesi

Ham ispiertoda etil alkol dışında Tablo 22’de sıralanan unsurlar da bulunur. Bunların içinden etil alkolün saf olarak kazanılması gerekir. Bunun için tekrar bir damıtma gerekir. Damıtmada ilk alınan mahsul **baş mahsul**, ortada alınan kısma **orta mahsul** denir ve burada etil alkol fazladır. Bundan sonra elde edilen fraksiyona **son mahsul** denir. Alkol tasfiyesi yapılmadan önce alkol derecesi su ile %40’a düşürüldükten sonra rektifikasyon kolonlarına gönderilerek tasfiye edilir. Tasfiye edilen ispiertoda etil alkol konsantrasyonu %96-96,5 olup, bundan sonra %100 alkol elde edilemez. Su ile alkol azeotropik karışım meydana getirir.

Tablo 24. Ham ispiertoda bulunan bazı maddeler ve kaynama sıcaklıkları.

	Kaynama sıcaklığı (°C)
Asetaldehit	20,2
Etil alkol	78,3
İzoropil alkol	82,0
Su	100,0
İzobütil alkol	108,0
Bütil alkol	117,0
Amil alkol	131,0
Furfuraller	151,0

8.6.3. Susuz alkol elde edilmesi

Azeotropik alkol karışımından susuz etil alkol farklı metodlarla elde edilebilir:

1. Karışımındaki suyu, etil alkolden daha kuvvetli çekecek bazı maddelerle ispierto muamele edilir (CaO, K₂SO₄, CaSO₄).
2. Azeotropik alkol karışımına benzol ilave edilerek üçlü bir karışım meydana getirilir, sonra damıtma ile alkol susuz olarak elde edilir.

Alkol verimi: 100 kg glukoz ve fruktozdan elde edilecek alkol miktarı 64 litre civarındadır. 100 kg maltoz ve sakkarozdan 67 litre, 100 kg nişastadan 72 litre alkol elde edilir.

BÖLÜM 9

DAMITIK İÇKİLER

9.1. ESKİTİLMİYEN DAMITIK İÇKİLER

9.1.1. Rakı

Bu kelimenin, "Arak" ve "Razaki" sözcüklerinden türediği sanılmaktadır. "Araki" arapçada "terleten" anlamındadır ve bu sözcük "Iraki" şeklinde değişime uğramıştır. Bugün Irak'ta Kerkük bölgesinde kuru üzümde elde edilen ve anasonla aromatize edilen değişik bileşimdeki içkiye "Arak" denilmektedir. Diğer yandan, "Irak'tan gelme" anlamındaki "İraki" sözcüğünün, rakı sözcüğüne dönüşmüş olma ihtimali de vardır. Eskiden razaki üzümünden yapılan anasonlu içkiye rakı denilmesi, bu iki kelimenin benzerlik göstermesi, rakının bu üzüm çeşitleriyle de ilgili olabileceğini düşündürmektedir.

Bugün Türkiye'den başka, eskiden Türk egemenliğinde yaşamış Balkan ülkeleri ile Suriye, Lübnan, Kıbrıs, İtalya, Fransa, İspanya gibi ülkelerde anasonlu içkiler yapılmakta ve bu içkiler "Ouzo", "Anise", "Cazalla" gibi isimlerle tanınmaktadır. Balkanlarda erik, kiraz, dut gibi meyvelerden de rakı yapılmaktadır. Rusya'da damıtık içki "Eau-de-vie" yerine "Votka" sözcüğü kullanıldığından, orada üretilen anasonlu içkiye de "Anasonlu votka" denilmektedir.

Rakının geçmişi, Osmanlı İmparatorluğunun ilk devirlerine kadar uzanmakla birlikte, izinli olarak üretimi daha geç tarihlerde başlamıştır. Tanzimattan sonra resmen vergi uygulanmış ve bu vergi Düyun-u umumiye'ye büyük gelir kaynağı sağlamıştır. 1 Haziran 1926 tarihinde ve 790 sayılı kanun her türlü içkiyi devlet tekeli altına almış ve alkol fabrikaları kurma ve mevcutları yönlendirme yetkisi vermiştir. Bu devlet tekelinin devletçe yürütülmesi 1 Haziran 1932 tarihinde 1980 sayılı kanun ile ayrı müesseseler halindeki inhisarlar idaresini Genel Müdürlük altında birleştirilmiştir. Bu Tekel Genel Müdürlüğü adı 1984 yılında TEKEL Tütün, Tütün Mamulleri , Tuz ve Alkol İşletmeleri Genel Müdürlüğü olarak değişmiştir.

Türk Gıda Kodeksi "Distile Alkollü İçkiler" Standardına (21 Ekim 1995 tarihli ve 22440 sayılı Resmi gazetede) göre rakı, yalnızca suma veya tarımsal kökenli etil alkol ile karıştırılmış sumanın , 5000 litre veya daha küçük hacimli geleneksel bakır imbiklerde, anason tohumu (*Pimpinella anisum*) ile ikinci kez distile edilmesiyle üretilen distile alkollü içkidir. Türkiye'de üretilmiş olmalıdır. Üründeki toplam alkollün en az % 65'i suma olmalıdır. Ayrıca, tohumdan gelen eterik yağın anetol miktarı, ürün litresinde en az 800 miligram olmalıdır. Türkiye'de Tekel içki fabrikalarında 4 marka altında rakı üretilmektedir. Yeni Rakı, Kulüp Rakı, Altınbaş Rakı, Tekirdağ Rakısı

Ham maddeler

Ülkemizde rakı üretiminde kullanılan ham maddeler: kuru üzüm, anason ve şeker pancarı melasından elde edilen etil alkoldür. Tekirdağ, Nevşehir, İzmir

ve Gaziantep fabrikalarında kampanya dönemlerinde yaş üzüm de kullanılmaktadır. Yakın bir geçmişte Tekele ait alkollü içki fabrikaları özelleştirilmiştir. Ayrıca özel sektör de rakı üretimine başlamış bulunmaktadır.

9.1.1.1. Kuru üzüm

Kuru üzümünden önce "suma" elde olunur. Türk Gıda Kodeksinin "Distile Alkollü İçkiler" Standardına göre Suma, üzüm tad ve kokusunu korumak amacıyla hacmen en fazla % 94,5 alkole kadar distile edilmiş üzüm kökenli distilattır. "Yeni rakı"da da ihtiyaç halinde % 35 oranına kadar tarımsal kökenli ve şeker içeren ürünlerden elde edilen etil alkol katılmaktadır. Kulüp, Altınbaş ve Tekirdağ Rakılarında % 100 suma kullanılmaktadır. Rakı üretiminde halen kuru üzüm suması ve melas kökenli saf etil alkol kullanılmaktadır.

9.1.1.2. Anason

Rakının diğer ham maddesi anasondur. Ülkemizde de kültürü yapılan anason, *Pimpinella anisum* L. (yeşil anason)'dur. Anisum, anasonun arapça eski adıdır. Ayrıca Çin, Japon ve Florida anasonu da vardır. Ülkemizden başka İspanya, İtalya , Suriye gibi bir çok Akdeniz ülkesinde yetişen esas anason (*Pimpinella anisum*) varietesidir. *Pimpinella anisum* maydanozgiller familyasındandır. Anason Doğu Akdeniz ülkelerinde eski tarihi devirlerin bir kültür bitkisidir. Anason, ısıtıcı solunumu kolaylaştırıcı, ağrıları dindirici ve şişkinlik giderici olarak kullanılmaktadır. Zehirli yılan sokmalarına karşı etkindir. Eski çağlarda tıpta kullanıldığı, 970 yıllarında Ön Asya ve Akdeniz kıyılarında yetiştiği bilinmektedir. 16. yüzyılda İngiltere'de kültüre alınmıştır. Anasonun kökeni Anadolu, Mısır ve Yunanistan olup, bir çok ülkede özellikle Rusya, Bulgaristan, Almanya, İran ve Türkiye'de tarımı yapılmaktadır. Kuzey Hindistan'da kültüre alınmıştır. Önemli anason üretim merkezleri Denizli, Muğla ,Afyon, Balıkesir, Bursa, İzmir, Kütahya ve Antalyadır. Burdur, Antalya ve Denizli'dir.

Rakının aromatize edilmesinde esas rol oynayan anason eterik yağı, başlıca iki izomer bileşikten ($C_nH_{12}O$)yani, normal sıcaklıkta katı olan anetol (p-ethoxyprophenyl benzene, $C_6H_4C_3H_5OCH_3$) ve sıvı olan methilchavicol (p-allyanisole, estragol, $CH_2CHCH_2C_6H_4OCH_3$)'den oluşur. Diğer komponentler ise anisketon, anason asidi, anisaldehit, camphen vb.dir. Anason eterik yağının %80-90'ını oluşturan anetol, bir fenol eterdir. Erime noktası 21°C, kaynama noktası 235 °C, özgül ağırlığı 0,983-0,988 (15°C'de)'dir. Oda sıcaklığında katı olup, kar beyazı yaprakcık ve pulcuklar yapar. Saf anason kokusunda ve yoğun tatlı bir sıvıdır. Eterik yağdan soğutmayla izole edilebilir. Suda erimez , organik çözücülerde erir. Işık ve hava ile karşılaştığında oksitlenerek anisaldehit ve anason asitini oluşturur.

Metilkavikol, anetolün bir izomeridir. Molekül ağırlığı 148,09, özgül ağırlığı 0,965 (21°Cde) kaynama noktası 215°C olup, oda sıcaklığında sıvıdır. Anason kokusundadır, fakat tadında değildir. Anetol bir çok ülkelerde damıtık içkilerin, likörlerin kokulandırmasında, parfümeri, eczacılık ve fotoğrafçılıkta kullanılmaktadır. Ülkemizde rakıda kullanılması yasaklanmıştır. Rakı

yapımında anason tohumları kullanılır. Kullanılan miktar rakı çeşidine, anasonun kalitesine ve katılan aporak oranına göre (ilk ve son ürünün karışımı) değişmekle beraber, kullanılan alkollü suyun %6-10 arasındadır.

9.1.1.3. Şeker

Rakının bir diğer hammaddesi olan kristal şeker, rakı dinlendirmeye bırakılırken rakı çeşidine göre litreye 4-6 g kadar katılır. Türk Gıda Kodeksin "Distile Alkollü İçkiler" Standardına (21 Ekim 1995 tarihli ve 22440 sayılı Resmi Gazetede) göre şekerin hazırlanmasında rafine beyaz şeker kullanılmalı ve şeker miktarı ürün litresinde en fazla 10 gram olmalıdır.

Rakı üretimi

Rakı, yalnızca suma (üzüm distilatı) ve en fazla %35 oranında tarımsal kökenli etil alkol karıştırılmış sumanın, 5000 litre veya daha küçük hacimli geleneksel bakır imbiklerde, anason tohumu ile iki kez distile edilmesi ile üretilmektedir.

Rakı Üretim Aşamaları

Rakı üretiminde hammadde olarak kullanılan kuru üzüm önce ezme değirmenlerinden veya kıyma makinelerinden geçirilir. Parçalanmış üzümler, melanjör denilen 100 hektolitrelük kazanlarda su ile karıştırılır. 1 kg kuru üzüme 4 litre su hesap edilir. Böylece 8-9 bome (14,5-16 balling) derecelerinde hazırlanan sıra 180-450 hektolitrelük hacimlerdeki fermentasyon tanklarına alınır. Örnek olarak, 450 hektolitrelük kazana 100 hektolitrelük sıra alınır ve üzerine daha önce hazırlanmış mayadan 30 hektolitrelük katılır. Şıranın bome derecesi 4,5 bomeye düşünce, üzerine tekrar 100 hektolitrelük sıra katılır ve 4,5 bomeye düşünce yine 100 hektolitrelük sıra katılır ve bu işlem 4 kez tekrarlanır. Kazana maya ile birlikte 430 hektolitrelük sıra alınmış olur. Fermentasyon 50-60 saat sürer. Bome 0°'ye düşünce fermentasyon sona ermiş olur. Fermentasyon 28-32°C sıcaklıkta gerçekleştirilir. Fermentasyon sona erince kaba tortunun dibe çökmesi için 8-10 saat beklenir. %8-9 alkollü mayşe kolonlu damıtıcılardan %93-94 alkol derecesinde alınır.

Distilasyon işlemi buharla ısıtılan 5'er tonluk imbiklerde yapılır. Kazana önce distilasyon kolonlarında üretilen suma doldurulur. Sonra kullanılacak durumda ise önceki distilasyondan ayrılmış olan baş ve son ürünler ve saf etil alkol eklenir ve toplam alkol miktarı iyi kalitedeki su ile % 45' e söndürülür. Kullanılacak anason kazana konulmadan 6 saat önce su ile ısıtılır. Son yıllarda rakı üretiminde anason, önceden ıslatılmadan doğrudan doğruya kazana verilir. Her iki şekilde de kullanılacak anason miktarı üretilecek rakının cinsine bağlı olarak su ile söndürülmüş sumanın toplam hacmi üzerinden % 6-10'dur. "Altınbaş" ve "Kulüp" rakıları üretilirken karışımın litresinde 100 g, "Yeni rakı" üretiminde litreye 80 g anason verilir. Anasonda bulunan yağ miktarı anasonun çeşidine, iklim şartlarına göre değiştiğinden rakı üretiminde kullanılacak anasonun miktarı, ihtiva ettiği yağ miktarına göre belirlenmektedir. Anason miktarı bu şekilde belirlenirken rakının markasına göre litresinde 1500-2000 mg anason yağı hesaplanmalıdır.

Anason verildikten sonra distilasyon kazanının kapağı kapatılır ve serpantinlere buhar verilir. 5 tonluk kazanlardaki sumanın damıtılması 40- 45 saat sürer. Distilasyon sırasında baş, orta ve son ürünler ayrılır. Orta ürün rakıyı oluşturur. Baş ürün keskin ve tırmalayıcı bir kokuya sahiptir. Daha çok aldehit ve ester gibi düşük sıcaklıkta buharlaşan bileşikler bulunur. Baş ürünün miktarı kazandaki toplam hacmin % 10'udur. Alkol derecesi ise % 82, 4'tür. Baş ürünün alınması bitince orta ürün alınmaya başlanır. Orta ürün sulandırılmış sumanın % 63-70'i kadar olup, alkol derecesi % 75-84 arasında değişir. Orta ürün, baş ve son ürünlere göre daha temiz bir alkol olup , fermentasyon yan ürünlerini daha az içerir. Distilatın kokusu ağırlaşp, rengi bulanmaya başlayınca son ürün alınmaya başlanır. Son ürünün alkol derecesi düşük olduğundan anason yağı bu kısımda erimez rengi sulandırılmış rakı gibi beyazdır. Füzel yağı ve furfural gibi maddeleri ihtiva eden son ürün kazandaki hacmin % 25'i kadar ve alkol derecesi %30- 40 arasındadır.

Elde edilen baş ve son ürünler (aporak) karıştırılarak bir sonraki distilasyonda kullanılır. Bu karışımın alkol miktarı % 45- 50 olur. Üretilecek rakının kalitesi arttıkça sumaya karıştırılacak aporak oranı azaltılır veya hiç katılmaz. Üretilen orta ürün ölçülerek renk vermeyen dinlendirme fiçilerine alınır. Alkol derecesi, yapılacak rakı türüne göre saf su ile % 50 veya % 45 ' e söndürülür. Söndürme suyu ile birlikte litreye 4-6 g şeker ilave edilir. Söndürme işlemi bitince karışım 2-4 saat daha karıştırılarak su ile alkolün karışması sağlanır. Rakı eskitilmeyen bir içkidir, fakat olgunlaşması ve yumuşaması için en az 20 gün olmak üzere 3-4 aya kadar (Kulüp Rakısı 2, Yeni Rakı ise en az 1 ay) renk vermeyen meşe fiçilerde veya çelik tanklarda dinlendirilir.

9.1.2. Ouzo (Anasonlu Yunan İçkisi)

EEC Reg No: 1576 / 89'daki tanımlara göre Ouzo, fermentasyon yolu ile elde edilen tarımsal kökenli etil alkolün farklı tohumlar (anason tohumu = *Pimpinella anisum*, rezene tohumu = *Foeniculum vulgare*) kullanarak distilasyonu veya maserasyonu ile elde edilen içkidir. Yunanistan'da 1000 Litrelik imbiclerde üretilen distilatın alkol miktarı % 55'ten az olmamalı. Elde edilen son ürün renklendirilmeli ve şeker miktarı 50 g / L'den fazla olmamalı.

9.1.3. Anis ve Distile Anis

EEC Reg No: 1576 / 89'daki tanımlara göre anis, fermentasyon yolu ile elde edilen tarımsal kökenli etilalkolün anason (*Pimpinella anisum*), yıldız anason (*Illicium verum*) veya rezene (*Foeniculum vulgare*) ile ayrı distile edilmiş bu bitkilerin ekstraktları ile aromalandırılması ile elde edilen içkidir. Distile anis ise bu tohumların varlığında tarımsal kökenli alkolün ikinci kez distile edilmesile elde edilen içkidir.

9.1.4. Cin (Distilled Gin)

Türkçe'de okunuş şekliyle yazılan cin, esas yazılışıyla "Gin" adını ardıç ağacının nohut büyüklüğündeki meyvelerinden alır. Bu kelimenin aslı İtalyanca'da "Ginepro", Hollandaca "Genever", Fransızca'da "Geniere" ve

İngilizce'de "Juniper berries" olan ardıç ağacının meyvelerinden gelir. Cin %40-55 alkol içeren ve ardıç meyveleri ile aromatize edilen renksiz bir içkidir. Türk Gıda Kodeksi "Distile Alkollü İçkiler" Standardına (21 Ekim 1995 tarihli ve 22440 sayılı Resmi Gazetede) göre, ardıç aromalı içkiler, tarımsal kökenli etil alkole ve / veya tahıl brendisine , ardıç tohumu (*Juniperus communis*) ile tad ve koku kazandırılması suretiyle elde edilen distile alkollü içkidir. Üretiminde ilaveten, bu kodekste yer alan aroma maddeleri ve / veya aromatik bitki ve / veya aromatik bitki kısımları kullanılabilir. Ancak, daha az miktarda kullanılırsa dahi, ardıç karakteri belirgin olmalıdır. "Distile Cin " (distilled gin) adı yalnızca, uygun kalitede tarımsal kökenli etil alkolün, cin üretiminde uygun geleneksel imbiklerde, ardıç tohumu ve diğer aromatik bitki ve / veya aromatik bitki kısımları ile birlikte ikinci kez distilasyonu ile elde edilen distile alkollü içkiler için kullanılabilir. "Distile Cin" in doğal ve / veya doğala özdeş aroma maddeleri ile ilaveten aromalandırılması mümkündür. Ancak, tarımsal kökenli etil alkolün, aroma maddeleri ile aromalandırılması şeklinde elde edilen içki "Distile Cin " adı kullanılmaz .

İlk yapıldığı yer Hollanda olup 17. yüzyılda Sylvius adlı Hollandalı bir Kimya Mühendisi laboratuvar çalışmaları sırasında çavdardan destilasyonla alkol elde etmiş ve bunu ardıç tohumları ile iki kez damıtarak cin üretmiştir.

Hollanda'da cinin ilk kullanılışı tıbbi amaçla gut, romatizma, böbrek vb. hastalıklara karşı olmuştur. Cin üretimi için kullanılacak alkol yeterince saf olmalıdır. Çünkü bu içkiye aroma verecek maddeler dışarıdan ilave edilir ve bu maddeler ancak böyle bir etil alkol içinde kendilerini daha belirgin hissettirirler.

9.1.4.1. Hollanda Cini

Hollanda cini arpa maltı, çavdar ve mısırın uygun şekilde fermentasyona uğratılmış mayşesinin, bakır imbiklerde distile edilmesi ile elde olunur. Distilat, distilasyon evlerinden cin yapımcılarınca satın alınır ve yeniden distilasyon sonucu oluşan alkol buharları ardıç meyvelerini içeren cin distilasyon başlığından geçer. Burada düşük dereceli cin alkolü elde edildiğinden (%45-50) bünye ağırdır. Hollanda'da Cin, "Geneva", "Hollands", "Hollands Geneva", "Hollands Gin" ya da "Scheidam Gin" gibi değişik adlarla satılır.

Portakal kabukları gibi droglar da kullanılmaktadır. Cin eskitilmez, çünkü aromayı oluşturan eterik yağlar okside olarak, hoşla gitmeyen terpen benzeri maddeler oluşturur.

9.1.4.3. Amerikan Cini

Hazırlanan mayşeden fermentasyon ile elde edilen bira benzeri alkollü mayşe kolonlarda damıtılarak %95 lik etil alkol elde edilir. Sonra %60 alkole söndürülür. Cin imbiklerinde tekrar distile edilir. Distilasyonda buhar içinde ardıç meyvesi, kişniş otu tohumu, melek otu kökü, portakal kabuğu gibi aromatik maddeler bulunan bir başlıktan geçerek aromatize olur. %40-48 alkol oranına söndürülerek satışa verilir.

9.1.4.4. Türk Cini

Cin yapımında tarımsal kökenli etil alkol ve Uludağ'da yetişen ardıç ile bir miktar şerbetçi otu ve melek otu tohumları kullanılır. Siyah meyveli ardıç tercih edilir. Bu droglar önce değirmende öğütülerek (Ardıç tohumu öğütülmez) 48 saat süreyle %96'lık alkol ile maserasyona (özütlemeye) bırakılır. Sonra distilasyon kazanına alınarak su katmak suretiyle alkol derecesi % 40-45'e düşürülür. Hemen distilasyona başlanır. Birinci distilasyon tamamlanınca alkol derecesi % 69- 69,5'lik etil alkol elde edilir. Bundan sonra tekrar distilasyon yapılır. Bu ikinci distilasyonda baş, orta ve son ürünler ayrı kaplarda toplanır. Cin üretimi için kullanılacak orta ürünün alkol oranı su ile %47' ye söndürülür. Daha sonra buna %0,75 kadar şeker şurubu karıştırılarak renk vermeyecek emaye veya paslanmaz çelik kaplarda en az 4 ay dinlendirilir. Bundan sonra filitre edilerek şişelenir. 100 Litre cin üretimi için 500 g ardıç, 40 g şerbetçi otu, 5 g kişniş, 10 g melek otu, 1 Litre şurup (0,850 şeker), 47 Litre etil alkol kullanılır.

9.1.5. Votka

Türk Gıda Kodeksin "Distile Alkollü İçkiler" Standardına (21 Ekim 1995 tarihli ve 22440 sayılı Resmi Gazetede) göre, votka, tarımsal kökenli etil alkolün hammaddesinden gelen organoleptik özelliklerinin seçimli olarak azaltılması amacıyla, rektifikasyonu ile veya aktif kömürden filtrasyon ve ardından basit distilasyonu veya eşdeğer işlemlerden geçirilmesi ile elde edilen distile alkollü içkidir. Aroma maddeleri ilavesi ile yumuşak bir tad sağlamak gibi özellikler kazandırılabilir.

Slav ülkelerinde votka, sadece renksiz nötr alkol olarak bilinmez. Yüksek alkollü bir çok içki votka anlamına gelmektedir. Ayrıca Polonya ve Rusya'da votka sadece beyaz alkol formunda da değildir. Bir çok meyvelerin kullanımı ile elde edilen yüksek alkollü içkiler de votka anlamına gelir.

Bir Rus içkisi olan votka, iki kez rektifiye edilmiş aktif kömürden (bitkisel ve hayvansal) ile süzölmüş, içilebilecek dereceye kadar söndürölmüş, oldukça saf alkoldür. Votka içinde su ve alkolden başka bir şey bulunmaz. Bu nedenle votkanın özel bir tat ve kokusu yoktur, renksizdir. Hammaddeden elde olunan alkollü mayşenin distilasyon sırasında alkol ve su ile birlikte etil alkole geçen esterler, fuzel yağları, furfural gibi maddeler bulunur ki bunlar alkollü içkiye özellik verir.

Votkanın hammaddesi çavdar, buğday, v.b. tahıllar ile patatestir. Polonyalıları votkayı genellikle çavdardan üretirler. Diğer ölkeler çok çeşitli bitkiler kullanırlar. Bunlar önce pişirilir, sonra bir miktar malt ile şekerlendirilir. Fermentasyondan sonra damıtılır. Çok iyi arıtılıp aktif kömürden geçirilerek süzölür. %40 - 47 alkol derecesine söndürölerek içine hiçbir koku ve tad maddesi ilave edilmeden piyasaya verilir.

Rusya'da üretilen votkalar arasında % 40- 57 alkol ihtiva eden "Vodka Stolitschnaja (hububat ispiertosundan yapılır) ve "Vodka Moskovskaja" (melas, melas – hububat ispiertosu kullanılır) votkaları dünyaca tanınmış çeşitlerdir. Bu iki çeşit arpa ve patates saf etil alkol karışımından yapılmaktadır. İhraç edilen votkalar arasında ise çoğu arpa olmak üzere çeşitli hububattan (çavdar, buğday v.b.) yapılan votkalar bulunur.

9.1.5.1. Türk Votkası

Türk votkası arıtılmış %96,5'lik etil alkol, %40 alkol dercesine kadar söndürülmesiyle elde edilir. Litresine 3 g şeker ve 0,1 g etil asetat ilave edilir. Sonra çakıl, kum ve ıhlamur kömürü üzerinden süzülür. İki – üç haftalık bir dinlendirmeden sonra şişelenir.

Hububattan votka yapımında, önce kullanılan hammaddenin şekerlendirilmesi gerekir. Bunun için en uygun yöntem arpa maltı ile diyastatik şekerlendirilmedir. Hazırlanan yeşil malta, şekerlendirme kabına daha önce konmuş, buharlanmış hububat veya patates katılır. Hammadde, şekerlendirme kabına gelmeden önce bir silindir içinde 120°C üstüne çıkılmamak ve en çok 1/2 saat olmak üzere 1 atmosfer basınç altında buharlanır. Böylece şeker karamelize olmaz. Şekerlendirmenin iyi olması için genellikle fazla diyastatik malt kullanılır. Kullanım oranı hububat çeşitine göre % 10-15 arasındadır. Fermentasyon, saf üst fermentasyon mayaları ile yaptırılır aynı zamanda kültür laktik asit bakterileri ortamı asitlendirmek amacıyla kullanılır. Fermentasyon 27-29°C de 60-72 saat sürer. Bunun sonunda hemen distile edilir. İyice arındırılarak nötr bir etil alkol elde edilir. Sonra aktif kömür ve odun kömüründen geçilerek süzülür. En çok 4,5 Alman sertlik derecesinde olan filtreden geçirilmiş kokusuz, renksiz ve tatsız su ile alkol derecesi %40-57'ye söndürülür. Hiçbir koku ve tat maddesi katılmaz. Söndürme, süzme ve aktif kömürden geçirme yukarıda belirtilen votka yapımlarında olduğu gibidir. Votkanın aktif kömür kolonundan geçiş hızı saatte 300 litredir. Gerekirse ikinci bir aktif kömür kolonundan geçirilebilir.

9.2. ESKİTİLEN DAMITIK İÇKİLER

9.2.1. Konyak (Cognac)

Türk Gıda Kodeksinin "Distile Alkollü İçkiler" Standardına (21 Ekim 1995 tarihli ve 22440 sayılı Resmi Gazetede) göre, konyak, şarabın veya kuvvetlendirilmiş şarabın hacmen en fazla % 86 alkole kadar distilasyonundan veya şarap distilatının hacmen en fazla % 86 alkole kadar ikinci kez distilasyonundan elde edilen distilatın 1000 litreden büyük fıçılarda en az bir yıl, daha küçük hacimli fıçılarda en az 6 ay olgunlaştırılması ile elde edilen içkidir. Aynı kaynağa göre, brendi, doğrudan konyak distilatından veya içine üründeki toplam alkolün % 50 'sini geçmeyecek miktarda hacmen en fazla % 94,8 alkole kadar distile edilmiş şarap distilatı katılarak 1000 litreden büyük fıçılarda en az bir yıl, daha küçük hacimli fıçılarda en az 6 ay olgunlaştırılması ile elde edilen içkidir.

Konyağın ilk üretildiği yer Fransa'nın Charante bölgesindeki Cognac merkezidir ve dünyanın en ünlü konyakları bu bölgede üretilmektedir. Fransa'nın Charante bölgesinde Cognac civarında üretilen bu içkiye "Cognac" (Konyak) adı verilmektedir. Fakat tescilli bir isim olması

dolayısıyla dünyadaki diğer bölgelerde benzer yöntemlerle üretilen bu tür içkilere değişik isimler verilmektedir, örnek olarak, Türkiye'de benzer yöntemler ile üretilen bu içkiye "Konyak", Almanya'da üretilene "Weinbrand", başta Amerika olmak üzere, İtalya, Rusya, Bulgaristan, Yunanistan, İspanya, Meksika ve Arjantin'de üretilenlere "Brandy", Fransa'nın güney batısındaki Gers bölgesinde üretilene "Armagnak", Peru'da üretilene "Pisko" adı verilmektedir. Fakat bütün bu içkiler tamamen aynı tada ve aromaya sahip olmasalar bile, üretim aşamaları Fransa'nın Cognac bölgesinde üretilen konyağınkine bazı farklılıklar dışında genel olarak benzemektedir.

Konyak, meyveden yapılan bir distilat alkollü içkidir. Bununla birlikte meyve brendisi yapımında üzümün büyük bir yer tutması nedeniyle, konyak genel olarak "üzüm konyağı" ve "meyve konyağı" olarak iki gruba ayrılmaktadır. Ayrıca fermente olmuş meyvelerden distilasyon yoluyla elde edilen üç ayrı içki tipi, elma konyağı veya taze erik konyağı erik konyağı ve vişne konyağı ise çoğunlukla kendilerine özgü bir ad taşımaktadırlar. Bazı ülkelerde "konyak" sadece üzüm şarabından elde edilen içkiye denilmektedir. Fakat üzümden başka diğer meyvelerin de bol miktarda yetiştirildiğı örneğın Amerika gibi ülkelerde, diğer meyvelerden de konyak yapılmaktadır.

9.2.1.1. Türk Konyağı (Kanyak)

Türkiye'de konyak üretimine uygun üzümler arasında Tekirdağ – Şarköy yöresinin Yapıncak, Semillon blanc çeşitleriyle Gaziantep – Kilis bölgesinin Dökülgen çeşidi, Çanakkale – Lapseki yöresinin Karasakız (Kuntra) siyah çeşidi bulunmaktadır. Tekel kanyakları Çanakkale fabrikasında ve Fransız tipi potstil imbiklerde, bölgenin "Karasakız" üzümlerinden üretilmekte, aynı fabrikada olgunlaştırılıp şişelenmektedir. Meşe fıçılarda 3-4 yıl eskitilir. Bunun sonunda çeşitli fıçılardaki eskitilmiş kanyaklar 5000 veya 10000 litrelik emaye veya paslanmaz tanklarda paçal edilir ve iyi su ile alkol derecesi %41'e söndürölür. Sudan dolayı kanyağın rengi değışir. Koku ve tadı da biraz bozulur. Bunları karşılamak üzere yine konyak içinde bekletilmiş olan badem kabuğı ve meşe özütü ile karamel katılır. Ayrıca az miktarda üzüm pekmezi ve tartarik asit ile, vanilin veya bunun özütü de katılmaktadır. Alkol derecesi düşüröldükten sonra tekrar fıçılarda 6 ay daha bekletilir. Filtre edilerek şişelenir.

9.2.1.2. Meyve Brendileri

Türk Gıda Kodeksin "Distile Alkollü İçkiler" Standardına (21 Ekim 1995 tarihli ve 22440 sayılı Resmi Gazetede) göre, meyve brendisi, çekirdekli veya çekirdeksiz tane etli meyvelerin veya bu meyvelerin şıralarının, alkol fermentasyonu ve kullanılan meyvenin tad ve kokusunu korumak amacıyla hacmen en fazla % 86 alkole kadar distile edilmesi suretiyle elde edilen distile alkollü içkidir. Çekirdekli taze meyvelerden elde edilen içkilerde, hidrosiyanik asit miktarı, % 100 alkol üzerinden hektolitrede en fazla 10 gram olmalıdır.

İngilizce "Fruit brandy" olarak bilinen ve Fransızca "Eau de vie" (Fransada genel olarak tüm meyve brandilerine verilen isim) olarak bilinen bu tür içkiler elma ve erik türlerinin dışında genellikle su gibi duru içkilerdir. Genellikle yapıldığı meyvenin adını taşıyan bu beyaz alkoller başlıca iki ana usulde üretilirler. Vişne, erik, şeftali gibi sert çekirdekli meyvelerin ezilmiş çekirdeklerinin bir kısmı ile birlikte fermentasyona tabi tutulurlar ve daha sonra iki kez klasik bakır imbiklerle distile edilerek elde edilirler. Sert çekirdekli meyvelerin dışındaki diğer meyveler kabaca doğandıktan sonra saf nötr alkole yatırılarak, belirli bir süre sonra aynı şekilde imbikten geçirilerek elde edilirler. Diğer bir çok içkinin tersine meşe fiçılarda değil de (elma, erik türleri hariç) büyük cam kavanozlarda veya sırlı seramik küplerde dinlendirilirler. Bazı meyvelerden yapılan bu tür içkiler uzun yıllar dinlendirilmektedirler. En yaygın olanları: "Kirsch" (kiraz brendisi), "Brombeergeist" (böğürtlen brendisi), "Calvados" (elma brendisi), "Applejack" (elma brendisi), "Poire William" (armut brendisi), "Erdbeergeist" (çilek brendisi), "Himbeergist" (ahududu brendisi). Fransada bu meyve brandilerin ismi aşağıdaki gibidir: "Eau-de- Vie de Framboise"-ahududu brandisi; Eau-de - Vie de Kirsch (vişne brendisi); Eau-de - Vie de Poire (armut brendisi); Eau-de - Vie de Mirabelle (Mirabel eriği brendisi); Eau-de - Vie de Prune (erik brendisi).

9.2.2. Viski (Whisky)

Türk Gıda Kodeksin "Distile Alkollü İçkiler" Standardına (21 Ekim 1995 tarihli ve 22440 sayılı Resmi Gazetede) göre, viski, tahıl mayşelerinin (pirinç hariç) malt enzimleri ve/veya başka doğal enzimlerle şekerlendirilmeleri, maya ile fermentasyonu ve kullanılan hammaddenin tad ve kokusunu korumak için hacmen en fazla % 94,8 alkole kadar distile edilmesi suretiyle elde edilen distilatın, en az 3 yıl süre ile 700 litreden küçük hacimli fiçılarda olgunlaştırılması sonucu elde edilen distile alkollü içkidir.

Viski kelimesi İskoçların esas dili olan "Gaelik" kökenlidir. Bu kelimenin "Gaelic" dilindeki yazılışı "Usquebaugh"dır ve hayat suyu anlamına gelir. Zamanla bu kelime İngiliz diline girerek "Whisky"ye dönüşmüştür.

Viski, çeşitli hububatların (arpa, mısır, çavdar, yulaf) şekerlendirilip fermentasyona uğratılması sonucu meydana gelen alkollü mayşenin, damıtılması ve belirli süre dinlendirilmesi ile elde edilen bir içkidir. Bir Anglo-Sakson içkisi olan viskinin anavatanı İskoçya ve İrlanda'dır. Viski kelime İskoç ve Kanada viskilerinde "Whisky", İrlanda - Irish ve Amerikan - Bourbon viskilerine "Whiskey" olarak yazılır.

Dünyanın birçok ülkesinde viski üretilmektedir. Aynı sistemlerle üretilmesine karşın hiçbir viski bir diğerine benzemez. Bu farklılıkları belirleyen yörenin iklimi, suyu, kullanılan tahıllardır. Viskinin vatanı İskoçyadır. Ülkemizde de viski, Tekel'ce "Ankara Viskisi "adı altında üretilmektedir.

9.2.2.1. İskoç Viskisi

İskoç viskisi (Scotch Whisky) İskoçya'ya ait bir içkidir. İskoç viskilerin hemen hemen tamamı "blended" (harman) edilmiş viskilerdir. Harman edilen viskiler "Malt whisky" (malt viskisi), diğeri ise "Grain whisky" (tahıl

viskisi)'dir. Viskinin bilinen bütün özellikleri malt viskisinden kaynaklanır. Karakteri, kokusu, bünye itibariyle ağır veya hafif oluşu, harmanında kullanılan malt viskisinden gelir. "Grain whisky" denilen viski, üretimin koku ve bünye hafifliğini sağlamak amacıyla ve ayrıca maliyetin ucuza getirilmesi için kullanılır. "Grain whisky" (tahıl viskisi) üretimi hem çok daha ucuz hem de kolay ve çabuktur.

9.2.2.1.1. Malt Viskisi Üretim Aşamaları

İskoç malt viskisi sadece arpadan yapılır.

1. Malt eldesi (Arpanın temizlenmesi, Arpanın ıslatılması, Arpanın çimlendirilmesi, Yeşil maltın kurutulması, Yeşil maltın kavrulması)

2. Mayşeleme

3. Süzme

4. Soğutma

5. Fermentasyon: Alt fermentasyon 2-10°C'de, üst fermentasyon 10-20°C'de yapılır. Alt fermentasyon iki aşamada yapılır: (1) Esas fermentasyon, (2) İkinci (sekonder) fermentasyon

Yaş maya hektolitreye 0,5 kg, kuru maya ise 0,020 kg kullanılır. Mayalanmanın sekizinci saatinden sonra şıranın üzerinde ilk fermentasyon belirtileri görülür, 24 saat sonra köpükler artar bir kamıbahar başı gibi köpükler kabarır. Şeker azalması günlük %1'i bulur. Fermentasyon mayanın gücüne göre 7-20 gün içinde tamamlanır. İskoç Viskisi hazırlanmasında fermentasyon bir üst fermentasyondur. Fermentasyon sonunda % 8 civarında alkol meydana gelir.

6. Distilasyon: Distilasyon iki kez tekrarlanır. önce "wash stili" denilen daha büyük boydaki imbiklerde damıtılır. Bu distilasyondan elde edilen "low wines", birincisine nazaran daha küçük boyda ikinci bir imbikte distile edilir. İkinci distilasyonda %68-72 alkollü destilat alınır. Buna viski denir. Bu ham viskinin distilasyonu sırasında baş ve son kısımlar ayrılır. Orta kısım (alkol oranı %70-71 olan) beyaz meşe fiçılarda (125-550 litrelik) alkol derecesi %52-63'e düşürdükten sonra dinlenmeye alınır. Söndürme için çok yumuşak su kullanılır. İskoç Viskisi 3-4 yıl dinlendikten sonra paçal yapılır. Paçal edilen viski tekrar fiçılara konur. Bir süre daha dinlendirilir. Dinlendirme süresi toplam en az 3 yıl olur. Fiçılar genellikle kullanılmış Shery fiçılarıdır.

7. Viskide Dinlendirme (Eskitme): Ham viski renksizdir, karakteristik tat ve koku henüz oluşmamıştır. Bu nedenle bir süre ak meşeden yapılmış fiçılarda dinlendirilerek hem renk, hem de karakteristik tat ve koku kazanır. Amerika 'da dinlendirmede kullanılan fiçıların içi yakılarak kömürleştirilir. Böyle fiçılar daha iyi renk ve aroma sağlar. İskoçya'da dinlendirme fiçıları genellikle 200-500 L'lidir.

İskoç viskilerinde bulunan aroma maddeleri üretim, dinlendirme ve harmanlama şartlarına göre değişir.

8. Paçal Yapımı: İskoçya ve İrlanda'da tek tipte ürüne karşı halkın isteği, bu endüstrinin daha ilk yıllarında, farklı distilatlardan elde edilen, farklı yıllara ait ve hatta farklı distilasyon evlerine ait viskilerin paçal yapılarak satışına

yol açmıştır, öyleki, sürekli çalışan kolonların (patent stili) bulunması bile bu işlemi azaltmamıştır. Aksine hem bakır imbik, hem de sürekli çalışan kolon distilatların karıştırılması yönünde artan istek, paçal işlemini bir yerde daha da arttırmış ve önem kazandırmıştır. İkinci Dünya Savaşı sırasında, viski ve absolu alkol üretimiyle ilgili kısıtlamalar da bir yerde, paçal viskilerin üretiminde bir artışa neden olmuştur.

İskoç viskisi paçalı şu şekilde yapılır: Paçal ustasınca birkaç ince, kaliteli malt viskisi seçilir, sonra her üç ayda bir istenilen büke ve yapı elde edilinceye dek özenle bir viski diğeri ile karıştırılır. Bu karışım yaklaşık iki yıl, yakılmamış meşe fıçılarda eskitilir. Karışım kısa süreli eskitme için kaplara alınır ve bu süre sonunda da şişelenir.

9.2.2.2. Viski Tipleri

9.2.2.2.1. Tahıl Viskisi (Grain Whiskey)

Tahıl viskisi genellikle mısırdan yapılır. Kullanılan tahılın % 70- 80 ' inin mısır oluşturur. Mısırın yanı sıra buğday , arpa, yulaf ve bir miktar da malt edilmiş arpa kullanılır.

Tahıllar temizlenip , yıkanıp kurutulduktan sonra öğütülür. Öğütülen tahıllar sıcak su ile karıştırılarak basınçlı olarak pişirilir. Bu pişirme esnasında tahılın nişastası kabuklarından ayrılarak sıvı hale dönüşür.Bu esnada bir miktar öğütülmüş malt karıştırılır. "Wort" denilen bu sıvı , süzülerek kabuk ve kapçıklarından ayrılır. Malt viskisinde olduğu gibi fermentasyona tabi tutulur. Sürekli distilasyon sisteminde destile edilerek ham alkol elde edilir. En az üç yıl meşe fıçılarında dinlendirildikten sonra "Grain Whiskey "adını alır.

Bir şişe harman viskisinin % 70-80 'ini "Grain" viskisi, geri kalan kısmını da "Malt" viskisi oluşturur. Bu oran firmadan firmaya, markadan markaya göre değişir. Malt oranı arttıkça viskinin kalite ve fiyatı da o kadar artmış olur. "De luxe" denilen harman viskilerde malt oranı en az % 50 'dir.

9.2.2.2.2. Malt Viskisi

“Malt viskileri “Grain” viskilerine göre koku ve bünye itibariyle daha ağırdırlar. Genellikle 10-12 yıl dinlendirilerek pazarlanırlar, dolayısıyla standart harman viskilere göre daha pahalıdırlar.

9.2.3. Rum (Rom)

EEC Reg No. 1576 / 89 'daki tanıma göre rum,şeker kamışından veya onun yan ürünlerinden elde edilen şıranın fermentasyonu ve hacman en az % 96'lık alkole kadar dişile edilmesi suretiyle elde edilen içkidir. Dilimizde rum olarak bilinen , uluslararası alanda İngilizce "Rum (ram)", İspanyolca "Ron", Fransızca "Rhum" olarak bilinen, şeker kamışından yapılan bir içkidir.

Rum, Karayip Adaları başta olmak üzere Güney Amerika ülkelerinin çoğunda yapılmaktadır. Başlıca iki stilde üretilir: "Dark rum" ve "Light rum" Koyu renkli olan "Dark rum" daha ağır yapılı ve aromatikken, renksiz olan "Lihgt rum" hem yapı itibariyle hem de aroma itibariyle çok hafiftir. Koyu renk olanları genellikle meşe fıçılarda üç veya daha çok yıl dinlendirilir. Açık renkli olanlar ise pek yıllandırılmazlar.

Rum kaynağı yalnızca fermente edilmiş şeker kamışı ürünleri olan distile alkollü bir içkidir. Bu ürünler örneğin şeker kamışı şırası, pekmezi, melası veya diğer bir şeker kamışı yan ürünü olabilir. Şeker üretim maliyeti uygunsa, doğrudan şeker kamışı şırası kullanılabilir. Yüksek kaliteli rumlar, oldukça kısa zamanda kaynatılmış şıranın köpük ve üstte oluşan kabuk kısmını içeren mayşelerden yapılmaktadır.

Rum, ince aromalı, yumuşak, alkol tadında ve yapay olarak kolaylıkla taklit edilemeyecek bir büke içeren, sarımsı-kahverengindedir. İlk elde edildiğinde normal olarak renksizdir. Bilinen sarımsı renk, fiçılarda eskime sonucu oluşur. Ayrıca koyu renkli rum isteniyorsa, karamel katılır.

Jamaica rumlarının çok üstün, ince kaliteleri nedeniyle genellikle Rumun vatani olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte Rum, şeker kamışının bol miktarda yetiştiği Küba, İngiliz Guiana'sı, Brezilya, Amerika Birleşik Devletleri; Trinidad, Meksika, Haiti, Sanko Domingo, Virgin adaları, Madagaskar ve Doğu Hindistan gibi birçok ülkelerde yapılmaktadır. Öte yandan bazı ülkeler de, şeker kamışı melası veya diğer şeker kamışı ürünleri ithal ederek Rum yapmaktadırlar.

9.2.3.1. Jamaica Rumu

Jamaica Rumu kalite yönünden üçe ayrılır.

1. İç tüketim için üretilen "yerel tip"
2. İngiliz adalarında tüketim için üretilen "iç ticaret tipi"
3. İhraç için üretilen "ihraç tipi"

İç tüketim için üretilen Rum'lar, en düşük kalitede olup, özellikle aromayı oluşturan esterlerin oluşumunu önleyecek şekilde damıtılırlar. İç ticaret tipi, ihraç edilen Rumun büyük bir kısmını oluşturur. Bu tip dolgun bir bukeye sahiptir ve en belirgin özelliği yüksek yağ asitleri esterlerini fazlaca içermesidir.

İhraç tipi Jamaica Rumu, aroma maddelerince o kadar zengindir ki, içki olarak kullanımı uygun değildir. Genellikle daha hafif rumlar veya arındırılmış etil alkol ile paçal yapılarak, ya da beyaz Alman şarabı ve benzeri şarapların alkolünü yükseltmek amacıyla kullanılırlar.

9.2.3.1.1. Rum üretimi

9.2.3.1.1.1. Hammaddenin hazırlanması

Şeker kamışının şeker oranı, toplam ağırlık üzerinden %10-18 kadardır. Jamaica rumu şeker kamışı şırasından şeker şırasının üretimi sırasında oluşan ana ürünlerden distilasyon yoluyla üretilmektedir.

9.2.3.1.1.2. Fermentasyon

Distilasyon evindeki fermentasyon kaplarına gönderilen üstteki tabaka asitliğinin artması amacıyla, bir miktar preslenmiş şeker kamışı katılarak, birkaç gün kendi haline bırakılır.

Mayşe, yaklaşık %25-30 şeker içeren seyretilmiş melas ve üst tabakadan (bazen sıra da katılmaktadır) oluşmaktadır. Ayrıca "Dunder" de katılmaktadır. Dunder imbiklerden artan ve bezelye çorbası renk ve kıvamında olan sıvıya

denir. Mineral tuzlar, koagüle olmuş albuminoidler ve eriyebilir azotlu maddeler içermektedir. Sadece fermentasyonu çabuklaştırmakla kalmaz, verimi artırır, koku ve tat üzerinde belirgin etki yapar.

Bu şekilde hazırlanan mayşe, yaklaşık %12 fermente olabilir şeker içerir. Subtropikal iklim ve mayşenin bileşimi nedeniyle kısa bir süre sonra kuvvetli bir fermentasyon başlar. Fermentasyon 6-12 gün veya bazen daha uzun sürer. Alkol ile birlikte çeşitli organik asitler oluşur. Rum yapımında ester içeriğini arttırmak için fermentasyonun uzatılması alışılmış bir yöntemdir.

9.2.3.1.1.3. Distilasyon

Distilasyon buhar yardımıyla ve doğrudan ateşle ısıtılan bakır imbiklerde yapılır. Distilasyonda çok dikkatli olmak gerekir. İlk damıtık tiksindirici bir kokuya ve yanık bir tada sahip olduğundan, burada istenmeyen aldehit ve asitleri uzaklaştırmak için rektifiye edilir. Jamaica rumu ağır bünyelidir.

9.2.3.1.1.4. Dinlendirme (Eskitme)

Jamaica rumunun uygun bir şekilde eskitilmesi önemlidir. Viskide uygulanan eskitme ile çok benzerlik gösterir. Yalnız sıcaklık biraz daha yüksek, süre ise daha kısadır. 3-7 yıl arasında değişebilir. Eskitmede içi rende ile alınmış eski fiçılar veya yakılmamış fiçılar kullanılabilir ve renkteki noksanlık karamel ile tamamlanabilir. Satışa çıkarılırken söndürülür. Alkol en az %38 olmalıdır.

9.2.4. Likörler

Meyve veya drokların saf ispiroto ile muamelesi ile elde edilen ve çeşitli miktarlarda şeker katılmış içkilerdir. Alkol miktarı %17-40, şeker miktarı %20-35 arasında değişir.

Meyve likörleri meyve veya meyve sularından yapılır. Meyve suyu ile alkol karıştırılır. Bitkisel likörler alkol ile bitki kökleri ve kabukların estrakte edilmesiyle yapılır.

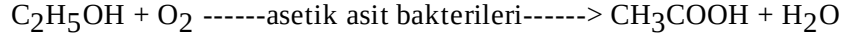
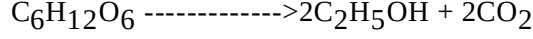
Hammadde olarak ispiroto, su, nişasta, meyve ve drok kullanılır. İspiroto saf (%95-96), su içilecek nitelikte olmalıdır. Şekerin sudaki %60'lık çözeltisi kullanılır. Likörlere belirli bir kıvam, dolgunluk kazandırmak için nişasta şurubu kullanılır. Nişasta enzimlerle hidrolize edilmiş şekildedir. 100 l liköre 5-10 l nişasta şurubu verilir. Meyve olarak kayısı, muz, şeftali gibi meyveler kullanılır. Drok (hoş kokular) eterik yağlar ve bazı aromatik kokular ihtiva eden ot, kabuk, kök ve tohumlarıdır. Likör yapımında saponinli, kinonlu, tanenli, eterik yağlı droklar kullanılır. Hava civa otu (gastriti tedavi eder), kedi otu, nezle otu, ada çay, şerbetçi otu çiçekleri, meyan kökü, keçi boynuzu, kahve, kakao, vanilya, karabiber likör yapımında kullanılan droklardandır.

Meyveler bütün olarak kullanıldığı gibi sadece suları da kullanılabilir. Droklar değirmenden geçirilip alkolde ekstrakte edilir.

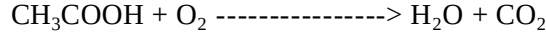
BÖLÜM 10

10. SİRKE ÜRETİMİ

Sirke iki aşamalı fermentasyon işlemi ile üretilen bir üründür. Fermentasyonun birinci aşamasında mayalar anaerobik yolla şekerleri etil alkole parçalarlar, ikinci aşamada üretilen bu alkol *Acetobacter* ve *Gluconobacter* gibi asetik asit bakterileri tarafından aerobik şartlarda asetik asite okside edilmektedir.



Asetik asit fermentasyonu alkol fermentasyonuna bağlıdır. Etil alkol olmadan asetik asit fermentasyonu olmaz. Asetik asit fermentasyonundan sonra ortama oksijen verilmeye devam edilirse üst oksidasyon meydana gelir, asetik asit su ve karbondioksit parçalanır.



Etil alkolden *Acetobacter* türleri tarafından asetik asit üretimi aerobik (oksidatif) bir olaydır. Sirke üretimi mikrobiyolojik anlamda bir fermentasyon olmamasına karşılık pratikte, endüstride sirke fermentasyonu olarak adlandırılır. *Acetobacter* sirke üretiminde *Gluconobacter*'e kıyasla daha yaygın şekilde kullanılır.

10.1. Sirke üretiminin temeli

Sirke üretimi spontan fermentasyonla gerçekleşir. Üretimi için gerekli bütün mikroorganizma türleri bitkisel ürünlerin tabii mikrofloralarında bulunmaktadır. Alkolik fermentasyon sırasında, anaerobik şartlar gereklidir, pH düşer ve etanol konsantrasyonu yükselir. Maya fermentasyonu sonunda fermente olabilir şekerler maya tarafından tüketildiği zaman, aerobik şartlar sıvı yüzeyinde etanolün asetik asit bakterileri tarafından kullanılmasıyla asetik asit üretimi gerçekleşir. Bu yüksek seviyelerdeki asetik asit üretimi pH'yı 3 ve daha altına düşürür. Bir çok durumda, tabiata açık olarak bırakılan uygun substrat ilk önce tabii fermentasyona uğrar ve etanol üretilir, zamanla ürün sirkeye dönüşür. Alkol ile sirke arasındaki bu yakın ilişki, benzer yerlerde ve zamanlarda her ikisinin de bulunmasına neden olmuştur. Tarihi yazılı kaynaklarda sirke ve üretimi hakkındaki bilgilerin Orta Asya ve Çin'den diğer ülkelere geçtiği şeklindedir.

10.2. Kullanım alanları

10.2.1. Gıda olmayan kullanımları

Sirke eski çağlarda bilinen en güçlü asittir ve onun bu özelliği bir çok uygulama bulmuştur. Liman mühendisliğinde büyük kayaların temizlenmesi için ve yangın kontrolünde kullanıldığı rapor edilmiştir. Soğutma için suyun daha sık kullanılmasına rağmen, aynı zamanda sirkenin de kullanıldığına değinilmiştir. Bu

amaçla Alplerden Roma'ya yürürken Hannibal'ın sirke kullandığı tarihi kaynaklarda yer almıştır.

Sirke ve destile sirkeye simyagerler tarafından özel semboller verilmiştir ve bunların önemli nitelikleri satın alma listelerinde olmalarını sağlamıştır. Simyadaki kullanışı, nitrik asidin seyreltik çözeltisi formunda iken nitrat ile bağlanmasıdır. Bu karışım, minerallerin sıvı çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılmıştır, aksi halde minerallerin çözündürülmeleri mümkün olmazdı. Metal bakırın sirke ile nemlenmesiyle Orta Çağ bakır pası oluşmuştur.

Sirkenin önemli diğer bir endüstriyel uygulaması, pigment üstübeci veya beyaz kurşunun üretilmesidir. Bunun kurşun karbonatı resimlerde ve kozmetiklerde eski Mısır'da ve milattan önce 4. yüzyılda Çin kullanıldığı tarihi kayıtlarda belirtilmiştir. Felemenkler tarafından sirke ihtiva eden küçük çanak çömleklerin üstünde bulunan kurşun levhalarla baca yapımında kullanılmıştır.

Günümüzde petrokimyasallardan sağlanan uygun asetik asit gıda olmayan kullanımlarda sirkenin yerini almıştır. Belirli şartlar altında sirke halen asetik asidin en önemli kaynağı olarak kullanılmaktadır.

10.2.2. Gıda kullanımları

Asetik asidin keskinliğinin yanında, sirkenin kendine has kokusu vardır. Bu sirkenin hangi hammaddeden yapıldığını yansıtır. Sirke otların ve baharatların esansiyel yağlarının iyi çözücüsüdür ve tarihte sos hazırlamada sirke kullanılmıştır. Babilliler yiyecek hazırlarken bitkisel gıdalara sirke eklemişlerdir. Bugün tarhun, kırmızıbiber, sarımsak, biberiye ve benzerleri ile çeşnilendirilmiş sirkeler ticari olarak ev-üretimi salamuraların ve salata soslarının kullanımını için üretilmektedir. Sirke kullanılarak hazırlanan diğer gıdalar; mayonez, ketçap, soslar, turşular ve salamuralı sebzelerdir.

Güneşte kurutma, tuzlama ve tütsüleme gibi tekniklerin yanında sirkede salamura, gıda muhafazasında geleneksel bir tekniktir. Gelişmiş dünyada geleneksel olarak muhafaza edilen gıdaların devam eden popülerliğinin esasında lezzet gelmektedir. Sirkenin koruyucu özelliği asetik asit bileşeninden kaynaklanır. Asetik asitin %0,1'lik çözeltisi bir çok gıda zehirlenmesine yol açanların ve spor formlu bakterilerin gelişmesini inhibe eder, %0,3'lük çözeltisi mikotoksijenik küflerin gelişmesini engeller. Sirke korumasında asetik asidin etkisi, tuz (NaCl) ve ürünün mikroorganizmaların gelişmelerini engelleyen diğer özelliklerinin varlığında artar. Asetik asidin antimikrobiyal aktivitesi sadece pH etkisinden kaynaklanmaz. Asetik asit sentetik ortamda asitlendirici olarak kullanıldığında, pH 5,4'nın altında *Salmonella* spp. gelişmesinin başlaması inhibe edilir. Hidroklorik asit kullanıldığında pH 4,05 altında bile gelişme görülebilir. Asetik asidin antimikrobiyal özelliğinin mekanizması, gıda muhafazasında kullanılan diğer organik asitlere benzer. Mekanizma disosiye olmama ile ilişkilidir. Mikroorganizma hücre duvarının içine girebilen lipofilik molekül, hücre duvarının taşıma işlemine zarar verir ve hücrenin asitliğini arttırarak anyonun toksisitesi yükselir.

Halen çoğu zaman ev ürünü olarak yapılmalarına rağmen, sirke ürünleri geniş bir ticari üründür. Suyu seyreltişmiş sirke, serinlemek için kullanılır. Antibiyotik aktivitesi suyun şüpheli mikrobiyolojik kalitesini sağlamakta kullanılabilir. Sirkeler çiçeklerle, meyvelerle ve bal ile aromalandırılır ve 17. yüzyılda içmek

için su ile seyreltilirdi ve halen İngiltere'de bal ve ağaç çileği ile üretilen sirkeler yapılmaktadır.

10.2.3. İlaç olarak kullanımı

İlaç olarak sirkenin kullanımının tarihte bazı ilginç örnekleri vardır. Bugün bu amaçla kullanım miktarının çok düşük olmasına rağmen bazı topluluklarda sirke popüler bir ilaçtır. Elma sirkesi sağlıklı gıda marketlerinde satılır ve üzüm sirkesinin yararlarından bahseden bir kitap basılmıştır. Hiç şüphe yok ki, sirke koca karı ilacıdır fakat bazı durumlarda antibakteriyal ve çözücü özellikleri kullanımının temelleridir.

10.3. Hammaddeler

Sirke, toksik olmayan meyve suyu veya fermente edilebilir şeker ihtiva eden hammaddelerden yapılır. Düşük şekerli meyve sularına ekstra şeker eklenebilir veya meyve suyu buharlaştırma, ters ozmoz ile konsantre edilebilir. Teorik olarak, 1 g glukozdan 0,67 g asetik asit üretilir. Fakat bu hiç bir zaman pratikte böyle değildir. Sirke üretiminde ekonomik hammadde kullanılmasına ihtiyaç vardır.

İngiltere'de canlı sirke olarak bilinen üründe ve Amerika'daki destile sirke üretiminde saf etanol substrat olarak kullanılır. Canlı sirke üretiminde Amerika'da %9, Japonya'da %5, Fransa'da %5 ve Almanya'da %7'lik etanol kullanılır

Bir çok durumda sirke üretiminde kullanılan ham madde asetik asit bakterilerinin çoğalmasına ve metabolizmasına yardımcı olacak bileşimde olmalıdır. Canlı sirke üretiminde glukoz, amonyum, inorganik fosfat, sülfür, kalsiyum, magnezyum ve vitamin kaynakları ve büyüme faktörleri gereklidir.

10.4. Asetik asit bakterileri

Asetifikasyondan sorumlu bakterilerin taksonomisi komplekstir. Karışık veya tanımlanmamış kültürlerin kullanılması şart değildir, sadece işlem kesin ve pahalı hijyen kontrolü dışında oldukça yeterli yapılmalıdır. Pasteur, Orleans'ta mikrobiyal film, oksijen ve asetifikasyon arasında bağlantı bulmuştur (*Mycoderma aceti*). Hansen, sirkeden 3 bakteri türü izole etmiştir; *Bacterium aceti*, *B. pasteurianum* ve *B. Kutzinianum*. Beijerinck 1900 yılında bu türlere *Acetobacter* ismini vermiştir. En son yayınlanan Bergey's Manual'de asetik asit bakterileri *Acetobacter* ve *Gluconobacter* olmak üzere iki cinse ayrılmıştır.

10.5. Sirke üretimi

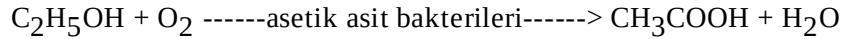
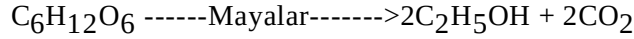
10.5.1. Hammadde hazırlanması

Fermente olabilir şeker ihtiva eden melas, mısır şurubu ve bal gibi ürünler öncelikle su ile sulandırılmalıdır. Kültürün enfeksiyon riskini düşürmek için sülfürik asitle pH 4,5-5,0 olacak şekilde asitlendirilmesi ve pastörize edilmesi gerekir. Bazı durumlarda amonyum sülfat maya besini olarak ilave edilir.

Meyvelerin suyunu çıkarmak için kırmak veya ezmek gerekir. Ezmeyi kolaylaştırıp meyve suyu kazancını arttırmak için pektinolitik enzim ezilmiş meyveye ilave edilebilir. Muz sirkesi hazırlama metodunda, pektinolitik enzimler hazır püreye katılır fakat suyun ayrılması alkolik fermentasyon sonrasına bırakılır pirinç sirkesi üretiminde olduğu gibi. Tahıllar gibi nişastalı maddelerde nişasta fermente edilebilir şekere dönüştürülmelidir. Bu, asit hidrolizi ile veya nişasta yıkıcı enzimlerle olabilir.

10.5.2. Asetifikasyon

Asetifikasyon bakteriler tarafından etanolun asetik asit ve su üretecek şekilde oksidasyonudur. İşlem kimyasal olarak aşağıdaki gibidir:



Etanolun asetik aside oksidasyonu ekzotermik bir reaksiyondur ev her bir litre etanol oksidasyonunda 8,4 MJ enerji meydana gelir. Asetifikasyonda dışarı çıkan ısı bundan daha düşüktür.

Sirke üretiminde **Yavaş, Hızlı ve Daldırma** olmak üzere üç metod kullanılır. Bunların dışında değişik kültürler, farklı etanol ve oksijen konsantrasyonlarının kullanıldığı değişik üretim teknikleri uygulanmaktadır. Bütün bu faktörler üretilen sirkenin özelliklerini belirlemektedir. Son yıllarda market tipi sirke üretiminde ürüne genellikle geniş hacimlerde (bulk) veya şişelerde değişik sıcaklık ve sürelerle pastörizasyon uygulanmaktadır.

10.5.3. Yavaş (kesikli) sirke üretimi

10.5.3.1. Geleneksel yavaş (kesikli) usul

Bu usulle sirke üretiminde meyve suyunda önce spontan olarak alkol fermentasyonu gerçekleşir. Ortamdaki alkol konsantrasyonu %11-13 seviyelerine çıkar. Daha sonra oluşan etil alkol asetik asit bakterileri tarafından asetik aside dönüştürülür. Kesikli fermentasyonda asetik asit bakterileri sıvının yüzeyinde gelişerek bir zar oluştururlar. Bu tabakaya **sirke anası** denir. Asetik asit üretimi aerobik şartlarda gerçekleştiğinden etil alkolün asetik aside oksitlenmesi yüzeydeki sirke anası tarafından gerçekleştirilir. Bu usulde sirke üretimi oldukça yavaştır ve ortamdaki alkolün azalması ile yüzeyde film mayaları ve bazı küfler gelişebilir. Bunların gelişmesi sirkenin tadında bazı bozukluklara sebep olur ve sirke kalitesi düşer.

Açık kapta alkolik sıvının üzerinde asetik asit bakterilerinin oluşması stoku sirkeye çeviren bakteri yüzey filmini oluşturur. Varillere veya benzer kaplara konulan sirke hammadde kendiliğinden asetik asit olması için bırakılır, işlem gruplar halinde yapılır ve bakteriyel film zamanla substratı tüketerek ait üretilir. Eğer temiz kaplar kullanılırsa ve çevresel kontaminasyon şansına güvenilirse işlem yavaş ve etkisiz olur. İyi *Acetobacter* kültürü kullanılırsa bazı ilerlemeler mümkün olur. Daha önceki işlemlerden arta kalan sirkede bulunan ve kap içine yapışmış olan asetik asit bakterileri kültür olarak davranır. Alternatif olarak

Acetobacter kültürü pastörize edilmemiş sirke anası olarak eklenebilir. Bu genellikle ev üretiminde ve Pakistan'da ticari olarak ve Japonya'da yüzey kültürü tekniği olarak kullanılır.



Şekil 54. Fıçıda geleneksel metotla sirke üretimi

10.5.3.2. Orleans usulü (Fransız metodu)

Bu usul bir nevi sürekli üretim metodudur. Bu metotta alkollü sıvı fıçıya konarak üzerine kültür olarak aktif sirke bakterisi ihtiva eden sirke ilave edilir. Kültür olarak ilave edilen sirke miktarı toplam hacmin $\frac{1}{3}$ veya $\frac{1}{4}$ 'ü kadardır. Fermentasyon $21-29^{\circ}\text{C}$ 'de bir kaç hafta veya bir kaç ay devam edebilir ve bu süre zarfında zaman zaman oluşan sirke alt taraftan alınarak, alınan miktar kadar üstten fermentasyon ortamına alkol ilave edilir. Bu şekliyle Orleans metodu aşağı yukarı sürekli (yarı kesikli) bir üretim sistemidir. Bu metod yavaş olmasına rağmen yüksek kaliteli sirke üretimine imkan tanır.

Aktif yüzey filminin yeniden üretilme gerekliliğinden kaynaklanan gecikmelerin ve kayıpların Orleans işlemi denilen yarı-sürekli teknikte üstesinden gelinir. Bir kısmı doldurulmuş fıçıların asitlik belli bir seviyeye gelene kadar asetik asit olmasına izin verilir. Bu basamakta sirke kısmı uzaklaştırılır ve yerini taze alkol alır ve işlem yeniden başlar. Fıçıların üst kısmına genellikle bir boru konulur ve sıvı tabandadır. Bu taze stoğun filme zarar verilmeden fıçıya eklenmesini sağlar, böcek girmesini engelleyici malzeme ile kapatılan ve hava sirkülasyonunu sağlamak için sıvı seviyesinde delikler delinir.

En iyi kalitede sirke verdiği sanılmasına rağmen, bugün artık dünyada sadece küçük bölgeler bu metotla üretim yapmaktadır. Kullanılan bu teknik düşük maliyetlidir ve çeşitli sayıda ve büyüklükte üretim yapılabilir. Asetifikasyon hızı yavaştır, soğuk su kullanımı gerekli değildir ve güç ihtiyacı düşüktür. Yüzey kültür yönteminde diğer metotlara göre daha fazla yere ve personele ihtiyaç vardır.

10.5.4. Hızlı metod

Hızlı sirke işlemi bakteriyel film alanının büyütülmesi ve stokun oksijenlenmesinin geliştirilmesiyle asetifikasyon işleminin daha hızlı hale getirilmesidir. İki büyük fıçı birbirine bağlanır. Biri tamamen şarap ile

doldurulurken diğeri yarım doldurulur. Her gün tam olan fıçının yarısı yarım dolu olana aktarılır. Birkaç gün sonra asetifikasyon başlangıcı yarım fıçıda sıcaklık yükselmesi ile kendini gösterir. Asetifikasyon zamanı değişiklik gösterir. Yaz aylarında, 15 günde tamamlanır ve sıcaklık yükselmesini kontrol altına almak için fıçılar arasında daha sık transfer yapılır. Soğuk günlerde daha uzun zaman alır.

Normal olarak hızlı sirke işlemi yarı-sürekli olduğundan sirkenin etanol konsantrasyonunu bitirmek için alkolik stok eklemek asetifikasyonu geciktirecek kadar fazla değildir. Etanol %0,3 olduğunda asetifikasyon sona erer. Bazen depolama sırasında esterifikasyonun yer almasına izin verilir ve sirke aroması gelişir. Daha önemli bir neden, etanol yokluğunda *Acetobacter* spp. asetik asidi asitliğin düşmesine neden olan karbon dioksit ve suya oksitlediğinde fazla oksidasyondan sakınılmasıdır. Bu yol etanol varlığı ile önlenir fakat tamamen geri dönüşümlü değildir.

10.5.5. Jeneratör metodu

Alman metodu ya da jeneratör metodu olarak bilinen usulde ise genellikle ağaçtan yapılmış silindirik tanklar kullanılır. Bu tanklar üç bölümden oluşur. Tankın en üst bölümünde alkollü sıvıyı püskürten başlık bulunur. Tankın orta bölümünde ise üzerinde bir tabaka halinde gelişmiş sirke bakterisi bulunan odun talaşı yer alır. Bu bölümde bu tür materyalin kullanılmasının sebebi yüzey alanını geniş tutmaktır. Tankın en alt bölümünde ise oluşan sirke toplanır. Sıcaklık 29-30°C'de tutulur. Üstten püskürtülen etil alkol orta bölmede asetik aside dönüştürülerek tankın altında toplanır.

10.5.6. Daldırma (Submers) metodu

Daldırma usulü olarak bilinen üçüncü metotda ise fermentasyon 24-29°C'de %8-12 oranında alkol ihtiva eden ortamda sürekli karıştırılarak *Acetobacter acetigenum* kültürü geliştirilir. Fermentasyon sırasında ortama kontrollü bir şekilde oksijen verilir.

Sirke üretiminde ortamdaki alkolün tüketilmesi arzu edilmeyen bir durumdur. Alkolsüz bir ortamda asetik asit bakterileri kendi ürettikleri asetik asidi karbon kaynağı olarak kullanarak oksidasyon yoluyla CO₂ ve H₂O'ya parçalarlar. Aşırı oksidasyon (over oxidation) adı verilen bu durum sirke üretiminde alkolün tüketildiği ortamlarda kültür olarak *Acetobacter* kullanıldığı zaman görülmekte ancak *Gluconobacter* kullanıldığı zaman ortaya çıkmamaktadır. Aşırı oksidasyon olayını önlemek için kontrollü şartlar altında yarı sürekli sistemle gerçekleştirilen fermentasyonlarda ortama zaman zaman taze etanol (şarap) ilave edilmelidir.

Kullanılan fıçılar paslanmaz çelik veya ağaçtır, bütün yardımcı aparatlar paslanmaz çelik veya plastiktir. Asetatörün en önemli aparatı kendi ateşleme havalandırmasıdır.

Frings şirketi etanol oranını sürekli ve otomatik olarak kontrol etmek için bir alet üretmiştir. Alkograf etanolun kaynatma yöntemi ile tanımlanmasına dayanır. Fermentördeki mayşenin kaynama noktası alkolünden destile edilmiş mayşe ile karşılaştırılır. Aradaki fark etanol miktarını verir.

Fermentasyon sonunda yarım olan fermentörün içindekiler dışarı pompalanır ve taze sirke stoğu ile yer değiştirir. Bu giriş aeratör ile gerçekleştirilir böylece stok hızlı ve etkili bir biçimde geri kalan fıçı muhtevası ile karıştırılmış olur. Yüzey gerilimini azaltıcı biyomoleküllerin varlığından kaynaklanan köpük oluşumu submers aerobik fermentasyonda uzun süreli bir problemdir. Sıra kayıplarına, havanın dışarı çıkmamasına, enfeksiyon riskine ve oksijen transfer hızının düşmesine neden olur. Köpük silikon gibi anti-köpük kimyasallarının eklenmesi ile kontrol altına alınabilir, fakat bu hava kabarcıklarının artmasına neden olur ve oksijen transfer hızını düşürür. Bir çok mekanik anti-köpük aletleri geliştirilmiştir. Anti-köpük aleti asetatörün tepesine monte edilir ve köpük oluştuğunda çember döner ve merkezkaç kuvveti ile köpüğü kırarak sıvı ve gaz haline çevirir. Sıvı ve herhangi kırılmamış köpük geri dönüş borusu ile tanka geri gider ve gaz bacadan çıkar.



Şekil 55. Endüstriyel ölçekte bir asetatör.

10.6. Dinlendirme

Asetifikasyondan sonra genellikle sirke, bir yıla kadar değişen sürelerde tahta veya paslanmaz çelik fıçılar içinde tamamen olgunlaştırılır. Bu zaman süresinde karakteristik tadı ve aroması gelişir ve bazı yeni değişken kolloidler oluşur. Taze sirkelerde ihtiva ettikleri yüksek alkoller, asetaldehit ve diğer asitlerden dolayı kaba ve acı bir tat vardır. Dinlendirmekle bu tat ve aromada bir iyileşme söz konusudur. Dinlendirmede sirkede kalan alkol (%0,5-1,0) asitlerle birleşerek aroma maddesi olan esterleri meydana getirir. Bundan dolayı iyi bir sirkenin 6 ay veya bir yıl dinlendirilmesi gerekir. Dinlendirme en iyi meşe, kızılâğaç, selvi ve kötü tadı olmayan ağaçlardan yapılmış kaplarda yapılmalıdır. Son yıllarda paslanmaz çelikten yapılan kaplar daha çok kullanılmaktadır.

10.7. Durultma ve süzme

Taze sirke normal olarak bakteriler ve diğer parçacıklar yüzünden bulanıktır, bulanıklık derecesi kullanılan işleme göre değişir. Genellikle bu, asetifikasyonda bazı güçlerin oluştuğu ve şişeleme sırasında daha farklı işlemlerin uygulanmadığı Orleans işleminde daha az problem olur. Hızlı sirke işlemi sirkeleri genellikle bir

alandan filtre ile temizlenir. Submers asetifikasyonda bütün aktif biyokütleler sirkede asılıdır. Mika, kazein, jelatin ile tanin etkili olabilir, fakat en çok kullanılan ajan bentonit kildir. Daha sonra temizleme ajanı askıya alınır veya filtre edilir, sirkeyi temizlemek içki ultrafiltrasyon yöntemini kullanılabilir.

Sirke satışa sunulmadan önce içerisindeki tortuların uzaklaştırılması için süzülür. Sirke şarapçılıkta olduğu gibi membran filtreler kullanılarak süzülür. Sirke için en uygunu daha sonra meydana gelebilecek bozulmaları önlemek için EK (Entkeimungsfilter) filtreleridir. Durultma için şarapçılıkta kullanılan maddeler kullanılabilir (Jelatin, Tanen).

10.8. Sirkenin pastörize edilmesi

Bir çok gram negatif bakteri gibi asetik asit bakterileri ısıya dayanıklı değildir. Sıcaklığı birkaç dakika 60°C'ye çıkarmak sayıyı normale indirir veya ürün sıcak filtre edilip şişelenir veya şişede pastörize edilebilir.

Sirke genellikle pastörize edilmez, ancak ihraç edilecek sirkeler şişelendikten sonra nisbeten düşük sıcaklıklarda (60-65°C'de 30 dakika) ısı işleme tabi tutulur. Soğuk pastörizasyon denilen EK filtrelerden geçirilerek de sirkeler mikroorganizmadan arı hale getirilebilir. Başka bir metot olarak SO₂ gibi kimyasal koruyucular kullanılabilir (Bütün çeşitlerdeki sirkeler için SO₂ 70 ppm maksimum seviyedir).

10.9. Sirkenin konsantre edilmesi ve sulandırılması

Sirke üretiminde yüksek seviyede asetik asit kullanılması avantajdır. Taşıma ve tank maliyetini düşürür ve yüksek nem içeriğine sahip gıdaların salamuralanmasında daha etkilidir. Fermentasyon ile oluşturulabilen en yüksek asetik asit konsantrasyonu %10-15'tir. Asetik asit konsantrasyonu için sirkede suyu dondurmak kullanılmıştır. Başka bir yöntem de suya su çekici maddeler karıştırarak suyun uzaklaştırılması ile asetik asit konsantrasyonunun artırılmasıdır.

Satışa sunulacak sirkelerde ne kadar asetik asit bulunması gerektiği her ülkenin kanun ve yönetmelikleri ile belirlenmiştir. Türkiye'de sofralık sirkede en az %4 asetik asit bulunmalıdır. Satışa sunulacak sirkelerde asit miktarı yüksek ise en düşük sınır olan %4'e düşürmek için içine su veya daha düşük asitli sirkeler ilave edilerek paçal yapılır Bu konuda en kolay usul Pearson Kare metodudur. Mesela %2 asitli bir sirke ile %5 asitli bir sirkeden %4 asitli sofralık sirke elde etmek için alınacak miktarlar şu şekilde hesaplanır:

Esas asitlik		İstenen asitlik		Fark
5		4		2
2		4		1
				3

Bu formüle göre her iki sirkenin asitleriyle istenen asit derecesi arasındaki farklar bulunur ve bu farklar ters olarak, yani esas asitlik derecesi karşısına yazılır. Bulunan farklar, karşısındaki sirkelerden alınacak kısımları gösterir. Yukarıdaki örneğe göre; %5 asitli sirkeden 2 kısım, %2 asitli sirkeden 1 kısım alınıp paçal yapılırsa %4 asitli sirke elde edilmiş olur.

10.10. Sirkenin Bileşimi

Sirkenin bileşimi asetik asit yanında çok veya az miktarda yan ürünlerden ibarettir. Bu yan ürünler genellikle kullanılan hammadde ile ilgilidir. Yan ürünler; organik asitler, esterler, aldehytler, metilglükooksal, dihidroksiaseton, 2,3 butilenglikol, asetilmetilkarbinol, diasetil ve diğer aroma maddelerinden ibarettir.

10.11. Çeşitli hammaddelerden yapılan sirkeler

- Taze üzüm veya şarap sirkesi
- Cibre sirkesi
- Yaş meyve sirkeleri
- Kuru meyve sirkeleri (Kuru üzüm, Kuru dut, Kuru incir)
- Alkol Sirkesi

10.12. Sirke hata, hastalık ve zararlıları

10.12.1. Sirke hataları

Asit olmayan maddelerle bağlantılı bulanıklık veya çökelti sirkelerde oluşabilir. Bu genellikle sirke görünümünü bozan ve turşularda kullanılamamasına neden olan demir ve bakır bulanıklıklarıdır. Yüksek seviyelerdeki metal iyonların varlığının tat üzerinde de olumsuz etkileri vardır. En iyi çare üretimde ve aletlerde doğru materyaller kullanmaktır.

Madensel bulanıklıklar (kırılma): Sirkedeki bulanıklıkların çoğunluğu demir ve bakırdan ileri gelir. Demirle temas halindeki sirkede şarapta olduğu gibi bulanıklık oluşur. Demirin tanenle birleşmesiyle siyah sirke denilen hata ortaya çıkar. Demirin fosfatla birleşmesi beyaz kırılmaya sebep olur.

Bakırdan meydana gelen bulanıklık bulut halinde, beyaz kül rengi ve duman şeklinde görülür. Bakır ihtiva eden sirkeler kükürtlenmemelidir. SO₂ bakır kırılmasını artırır. Problem olduğunda tanin ile çökeltiye veya iyi kontrol edilerek uygulanan potasyum ferrosiyenid veya Cufex gibi özel hazır karışımlar kullanılarak demir ve bakır bulanıklıkları giderilebilir.

10.12.2. Sirke hastalıkları

Bakteriyel hastalıklar: *A. xylinum* sirke anası denilen kalın bir zar yapar. *A. aceti* havali şartlarda asetik asiti parçalayarak bulanıklığa sebep olur.

Çiçek hastalığı: *Mycoderma* cinsine ait yabancı mayalar sirke yüzeyinde zar meydana getirirler, sirkeyi parçalarlar.

Küflenme: Genellikle tahta fiçilerden bulaşan küfler sirkede küf tadına sebep olur.

10.12.3. Sirke zararlıları

Başlıca sirke zararlıları; sirke solucanı (*Anguilla aceti*), sirke sineği (*Drosophila melanogaster*) ve sirke böceğidir (*Iphidulus ciustuden*). Sirke solucanı sirke şişesinin ağız kısmında bulunur. Sağlık bakımından mahsurları yoksa da kötü görünüşünden dolayı istenmezler. Sirke sinekleri zararsız olmakla beraber kendileri ve kurtcukları kötü görünüşe ve bulanıklığa sebep olurlar. Sirke böceği genellikle çabuk sirkeleştirme kaplarında görülür. İnce beyaz kum serpilmiş gibi bir görünüştedir.

BÖLÜM 11

TURŞULAR

Çok eski zamanlardan beri çok sayıda sebze, laktik asit fermentasyonuna uğratarak hem dayanıklı özelliğe kavuşturulmakta, hem de tat ve koku bakımından daha değişik gıdalara dönüştürülmektedir. Günümüzde de sebzeler aynı şekilde değerlendirilmektedir. Böylece bu sebzeler bol ve ucuz oldukları mevsimlerde uygulanan yöntemlerle, taze olarak bekletilmeleri imkânsız sürelerde ve mevsimlerde bulunmaları sağlanmaktadır.

“Belirli konsantrasyonlarda tuz ihtiva eden salamura veya sebzenin kendi özsuyu içinde laktik asit bakterileri yardımıyla fermentasyona uğratan ve oluşan laktik asit ve tuzun koruyucu etkisi ile uzun süreler bekletilebilen gıdalar” turşu olarak tanımlanırlar. Çok değişik sebzelerden turşu yapımı, insanlarca çok eski tarihlerden beri bilinen ve uygulanan bir gıda üretim şeklidir. Önceleri ve hatta çok yakın zamanlara kadar evlerde üretilen bu gıda maddeleri, giderek toplu yaşamın gelişmesi ve kentsel nüfusun artması ile ticari bir önem kazanmıştır. Günümüzde öncelikle büyük kentlerde yaşayan halkın ihtiyacını karşılamak için turşu üreten veya diğer gıda maddeleri üretimi yanında mevsimlik olarak bu işle uğraşan işletme sayı ve kapasiteleri giderek artmaktadır. Bunun yanında turşu, ülkemizde hâlâ büyük ölçüde ev ekonomisi ölçülerinde üretilen ve tüketilen bir gıda türüdür. Bu nedenle ülkemizde turşu üretimi yapan kuruluşların gelişmeleri yavaş, sayıları az ve üretilen turşu miktarı belirsizdir. Üretim miktarları kesinlikle bilinmemekle birlikte, ülkemizde iklim şartlarının çok değişik sebzelerin bol miktarda üretimine izin vermesinden dolayı çok değişik sebzenin turşuları yapılmaktadır. Bu sebzeleri işleniş bakımından iki veya üç gruba ayırmak mümkündür. Bunlar sert dokulu ve etli hıyar, domates, biber ve benzeri sebzelerle ince dokulu lahanada grubu sebzelerdir. Ayrıca etli ve sert dokulu sebzelerden patlıcan ve fasulye, turşuya işleme sırasında haşlamaya tabi tutulurlar. Buna göre değişik sebze turşularının yapımını örnek olarak hıyar, lahanada ve haşlanarak işlenen sebzeler olmak üzere üç ayrı örnekle incelemek mümkündür.

Turşu yapımında tuz konsantrasyonu çok önemli olup bunu meyve sebzelerin şeker oranı tayin eder. Şeker konsantrasyonu yüksek olan lahanada tuz konsantrasyonu %2,5 iken, en düşük şeker oranına sahip olan hıyarlarda %8-10'luk salamura kullanılır. Diğer sebzeler için ise bu iki değer arasında tuz ihtiva eden salamuralar kullanılır.

11.1. Hıyar turşusu

11.1.1. Çeşit seçimi, hasat ve taşıma

Hıyar turşusunda çeşit seçimi oldukça önemlidir. Turşuluk hıyar çeşitleri sıkı bünyeli, muntazam, sağlam, dayanıklı ve küçük olmalıdır. Bu özelliklere sahip hıyarlar tam olarak olgunlaşmadan hasat edilirler. Fazla olgunlaşmış hıyarlar renklerinin solgun, bünyelerinin yumuşak olması sebebiyle bozulmaya uygundurlar.

Tüm hıyar çeşitleri turşu eldesi için uygun değildir. Turşu yapılacak çeşitler

küçük ve sıkı dokulu meyve verenlerdir. Ülkemizde tarımı yapılan hıyar çeşitlerinden turşu için en uygun olanı kornişondur. Daha sonra Maltepe çeşidi gelirse de, bu çeşit aynı zamanda sofralık olarak ta kullanılır. Bu yönde tam bir ayırım olmadığı için Çengelköy çeşidinin geç ekilenlerinden de turşu yapılır.

Çengelköy: Silindir şeklinde, orta kısım uçlara oranla daha kalın ve meyve üzerinde uzunluğa eşit aralıklarla çizgiler bulunmaktadır. Meyve boyu yaklaşık 15, çapı 4.5 ve ağırlığı 190 gram kadardır.

Maltepe: Uzun silindir şeklinde, meyve boynu hafif sivri, dibi ise geniştir. Meyve uzunluğu yaklaşık 12 – 20 cm, çapı 4 – 5 cm, ağırlığı ortalama 230 gram kadardır.

Kornişon: Meyve kısa, boyun kısmı geniş, çiçek tarafı sivridir. Meyvenin üzeri kabarık çizgili ve çizgiler üzerinde, uçlarında siyah dikenler olan kabarcıklar vardır. Meyve uzunluğu yaklaşık 14, çapı 5 cm kadardır.



Şekil 56. Turşuluk hıyar çeşitlerinden en önemlisi: Kornişon.

Çeşitlerle ilgili bu ölçüler normal büyüklüğüne ulaşmış meyveler içindir. Turşuya işlenenler biraz erken hasat edileceği için daha küçüktürler. Hıyarlarda normal hasat zamanı meyvenin sapa birleştiği yerde sarı lekelerin belirdiği ve meyve üzerindeki tüylerin döküldüğü zamandır. Ancak turşuya işlenecek hıyarlar tam olgunluk denen bu safhaya gelinmeden, meyveler tümüyle yeşilken hasat edilir. Fakat hasadı aşırı derecede erkene alıp çok ham meyveler de koparılmamalıdır. Çünkü iyice ham koparılmış meyvelerin turşuya işlenmesi sırasında, özellikle çiçek kısmı çevresinden başlayarak yumuşama görülür. Tersine tam olgunluk için beklenenecek olursa meyveler aşırı irileşir, çekirdekler sertleşir; turşuda şişme veya çekirdek evinde boşluklar oluşur ve böylece son ürün kalitesi düşer. Turşuluk hıyarların 10 cm'den daha küçük olması istenir. Hasat elle meyve sapsız olarak yapılır. Bu sırada turşuluk hıyarlarda sapın meyvede kalmasına özen gösterilmelidir. Hasat sırasında meyveler atılarak veya sert bir yere veyahut ta birbirine çarparak kabuğun yaranıp ezilmesine sebebiyet verilmemelidir. Aynı özen turşu işletmelerine sevk için ambalajlama ve taşıma sırasında da gösterilmelidir.

11.1.2. Hıyarların fermentasyona hazırlanması

Turşu yapılmak üzere işletmeye gelen ve satın alınan hıyarların yaralı veya ezik olanları ile, aşırı olgunlaşmış ve çok iri olanları ayrılır. Ayrıca çürüme

veya küflenme belirtileri görülenler atılır. Bu tür hıyarlarda çürüme veya küflenme çok az ve yalnızca dar bir bölümde olsa bile, buraları kesip ayırarak veya herhangi bir şekilde temizleyerek turşuya konması zararlı sonuçlara sebep olur. Çünkü çürüme ve küflenmeye neden olan mikroorganizmalar meyve dokusu derinliklerine kadar ilerlemiş veya sporları sağlam yüzeye dağılmış olabilir. Bunların görünürde temizlenmeleriyle turşuya dahil edilmeleri durumunda bu mikroorganizmalar hızla üreyerek sağlam olanlara da bulaşır ve tüm turşuyu bozar.

Genelde sebzeler çamursuz ve temiz görünümde ise yıkama yapılmaz. Çünkü yıkama sırasında tabii mikroflora da büyük ölçüde uzaklaştırılmış olur. Bunlar arasında yer alan ve fermentasyonda gelişmeleri arzulanan laktik asit bakterileri de yıkanarak uzaklaştırılacağından fermentasyon gecikebilir. Ancak hıyarlar çamurlu veya kirli görünüşlü ise, hele aynı ambalajda çürük veya küflü olanlara rastlanmışsa veya tarımsal ilaçlama uygulanmışsa mutlaka bol ve temiz su ile yıkanmalıdır.

Seçilip ayıklanan ve yıkanan hıyarlar boylarına göre sınıflandırılarak fermentasyon kaplarına düzenli bir şekilde dizilirler. Hıyar turşuları meyve boyuna göre kalite sınıflarına ayrıldığından, sınıflamanın fermentasyondan önce yapılması daha uygun olur. Bu durumda tuz alma, fiziksel ve kimyasal değişme ve fermentasyon süresi aynı kaptaki tüm meyveler için aynı olur. Bu yapılmayacak olursa farklı irilikteki meyvelerin gösterdiği değişim ve fermentasyon bitişi farklı olduğundan, fermentasyonu bitirmiş olanlar da diğerlerini beklemek ve daha sonraki işlemlere alınmak zorunda kalır.

Fermentasyon kaplarına doldurma dökme şeklinde yapılırsa, kaba bir miktar salamura alınarak, sebzelerin salamura içine dökülmesi daha doğrudur. Hıyarlar kaplara ne çok sıkı, ne de çok büyük boşluklar bırakılarak konulmamalıdır.

11.1.3. Salamura hazırlanması

Turşu üretiminde salamuranın tuz konsantrasyonunun, fermentasyon ve elde edilecek ürünün kalitesi üzerine etkisi çok önemlidir. Salamuranın tuz konsantrasyonu çok yüksek olursa elde edilen turşu sert yapılı olur, fakat fermentasyon geç başlar ve uzun sürer. Çünkü mikroorganizmaların bu tuz konsantrasyonuna adapte olması için bir süre beklemek gerekir. Hatta bazı mikroorganizmalar yüksek tuz konsantrasyonunun aşırı ozmotik basıncına karşı dirençsizdirler. Salamuranın tuz konsantrasyonu düştükçe fermentasyon başlangıç süresi kısalmır. Ancak tuzun normalden daha aşağı inmesi turşuda yumuşamaya ve istenmeyen gelişmelere neden olur.

Ülkemizde salamura hazırlanması belirli bir esasa dayanmamaktadır. Yapılan denemeler hıyar ve benzeri turşularda %5 tuz miktarının turşu yapısında olumsuz hiçbir gelişmeye yani yumuşamaya izin vermediği ve fermentasyonun kısa sürede başlaması nedeniyle istenmeyen bakterilerin gelişmesine de imkan tanımadığını göstermiştir.

Salamura hazırlanmasında kullanılan tuzun temiz olması, turşu renk ve tadını bozacak maddeler ihtiva etmemesi gerekir. Ayrıca tuzun suda eritilmesi tercih edilmelidir. Su, ağır metal iyonları ve alkalilik verici maddelerle, fermentasyonu önleyici maddelerden arı olmalıdır. Salamuraya 10 g/L şeker

(sakkaroz) katılması uygun olur.

11.1.3.1. Salamurada tuz miktarının takibi

Bunun için Salinometre ve Areometre kullanılır. Areometrede okunan değer direkt % tuzu verirken Salinometrede okunan değer 4'e bölünmesiyle tuz miktarı elde edilir.

Turşu yapımında kullanılacak suyun sert olmaması istenir. Hıyar turşusu yapımında iki tip salamura hazırlanır.

1. % 8'lik salamura: Fermentasyon hızlı cereyan eder fakat istenmeyen mikroorganizmaların gelişme riski vardır. Kısa sürede yapıp piyasaya sürülen turşular için uygundur.

2. % 10'luk salamura: Fermentasyon daha yavaş seyreder. İstenmeyen mikroorganizmaların gelişme riski daha azdır. Turşu dayanıklı ve serttir. Çok soğuk ve sıcak yerlerde %10'luk salamuranın kullanılması tavsiye edilir.

11.1.4. Fermentasyon

Fermentasyon kaplarına yerleştirilmiş hıyarların üzerine tahta bir kafes yerleştirildikten sonra kafes üzerine çıkıncaya kadar önceden hazırlanmış salamura ile kap doldurulur. Hıyarların salamura yüzeyine çıkması önlenmelidir. Eğer fermentasyonun daha çabuk ve kontrollü olması istenirse, saf laktik asit bakterisi kültürü veya iyi görünümdeki fermentasyonu gelişmiş bir turşu salamurasından starter olarak yararlanmak amaca uygundur. Fermentasyon sıcaklığı en uygun olarak 20°C civarındadır. Salamuranın ozmotik basınç etkisiyle hıyarda bulunan ve suda eriyebilen maddeler hızla salamuraya geçerken, tuz da meyveler tarafından alınır. Bu nedenle ilk günlerde salamuranın tuz konsantrasyonu hızla düşer. Fermentasyon sırasında heterofermentatif laktik asit bakterileriyle, alkol fermentasyonu yapan mayaların faaliyeti sonucu hafif bir köpürme ve salamura seviyesinde yükselme olur. Eğer mikrobiyal koruyucu madde kullanılmamışsa ve yüzeyde zar oluşumu görülürse bu zarın sık sık temizlenmesi gerekir. Kendi haline bırakılırsa hem turşuyu bozar, hem de yüzeyde küf gelişmesini kolaylaştırır. Fermentasyon ilerledikçe hıyarların yeşil rengi sararmaya başlar ve giderek açık sarıya doğru gelişerek yeşil renk kaybolur. Enine bir kesit alındığında dıştan içe doğru olmak üzere taze meyvenin saydam – beyaz rengi şeffaflaşmaya başlar ve bu renk değişimi en son çekirdek evinde meydana gelir. Yapılan son kesit kontrollerinde tüm kesit şeffaflaşıyorsa fermentasyon tamamlanmış demektir.

Fermentasyonun izlenmesi asit ve şeker tayinleri ile de yapılabilir. Fermentasyon ilerledikçe asitlik artar ve şeker azalır. En son şeker sıfıra inerken asit en üst seviyeye ulaşır ya bu değerde sabit kalır veya az miktarda bir azalma gösterir. Şeker veya sirke katkısı kullanılmamışsa fermentasyon sonunda titrasyon asitliği laktik asit cinsinden %0,4 – 0,8 hatta %1'e kadar çıkar. pH ise hıyarların iriliklerine bağlı olarak 3,5'e kadar düşer. Fermentasyon süresi meyve iriliğine, sıcaklığa, tuz konsantrasyonuna ve starter kültür kullanılıp kullanılmayışına göre 2 – 6 hafta arasında değişir. Fermentasyon sırasında ortama aromatize edici olarak sarımsak, hardal tohumu, tarhun otu ve acı biber eklenebilir. Miktar olarak her katkı

maddesinde %0,5 değeri üst sınır olarak tavsiye edilebilir.

Fermentasyonu tamamlanan turşular hemen pazarlanacaksa tuz miktarı ılık veya soğuk su ile yenilebilir düzeye indirildikten sonra yeniden hazırlanacak salamura ile kendi salamurası belirli oranlarda karıştırılarak veya sirkeli salamura içinde laklı teneke kutu, kavanoz veya polietilen torbalar içinde ambalajlanarak piyasaya verilir. Hemen satışa sunulmayacaksa tuz konsantrasyonu kademeli olarak yaklaşık üç haftada %15 'e çıkarılır ve satışa kadar bu tuz konsantrasyonunda depolanır. Satışa sunulacak turşular, satış sırasında bozulmaması için pastörize edilebilir. Bunun için ambalajlanmış turşular 65 - 79°C 'de 20 – 30 dakika tutulur ve bu süre sonunda hemen soğutulurak oda sıcaklığına getirilir.

Yine turşular fermentasyon işlemini tamamladıktan sonra tüketiciye ulaştırılincaya kadar pastörizasyon ve koruyucu maddelerin kombine kullanımı ile dayanıklı hale getirilebilir. Bu amaçla en çok kullanılan koruyucu maddeler; benzoik asit ve tuzları, parahidroksibenzoik asit esterleri, sorbik asit ve tuzları, formik asit ve tuzları, nisin ve asetik asit ve tuzlarıdır.

Fermentasyonu tamamlanmış turşunun pazara hazırlanmasında bazı işlemler yapılır:

1. Tuz alma: Hıyarlar 40-45°C'deki su içinde her biri 10-14 saat olmak üzere 3 defa tekrarlanmak suretiyle muamele edilir. Tuz alma işlemi soğuk suda da yapılabilir, ancak süre uzar.

2. Hıyarların sertleştirilmesi: Bunun için 100 litreye 500 g sodyumlu şap ($\text{Na}_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$) ilave edilir. Hıyarlar %0,3-0,5'lik CaCl_2 çözeltisinde de sertleştirilebilir.

3. Sarı renk vermek: Bitkisel boyalarla sağlanır. Hıyarlar 100 litreye 60 g zerdeçal katılarak elde edilen çözeltide bekletilir.

4. Sirkeye yatırma: Hıyarlar fermentasyondan sonra 1-2 gün zayıf sirkeye (%1-2'lik) yatırılır. Daha sonra pazarlanacağı şekilde %4'lük sirke içinde satışa sunulur. Hıyarlar sirkenin bir kısmını (%1-2) absorbe eder.

Bu şekilde hazırlanmış turşular çeşitli ambalajlar içinde pazara sunulur. Raf ömrünü arttırmak için salamuranın tuzu yükseltilebilir (%16-18). Ayrıca keskin sirke ve pastörizasyon da kullanılabilir.

11.1.5. Fermentasyonda önemli mikroorganizmalar

Fermentasyonda üç grup mikroorganizma görülebilir. Bunlar; laktik asit bakterileri, mayalar ve *Aerobacter*'lerdir. Ayrıca istenmeyen bir mikroorganizma olarak küf mantarlarına da rastlanabilir. Hıyarlar salamuraya konulduktan 2-7 gün sonra fermentasyon başlar. İlk olarak *Aerobacter* cinsine mensup bakteriler faaliyete geçerler. 10-15 gün sonra laktik asit bakterileri fermentasyona hakim olmaya başlar. Bunlardan *Leuconostoc* cinsi ilk gelişen bakterilerdir. Daha sonra bunlar yerlerini *Lactobacillus* türlerine terk ederler.

Laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus plantarum*, *L.brevis*, *Pediococcus cerevisiae* ve *Leuconostoc mesenteroides* hıyar turşularında en fazla rastlanan türlerdir. Fakat bunlardan başka *L.buchneri*, *L.fermentum* ve *L.casei* türlerine de rastlanabilir. Salamuranın tuz miktarı arttıkça laktik asit bakterilerinin

faaliyeti gecikmekte ve zayıflamaktadır.

Hıyar turşularında rastlanan mayalar iki gruba ayrılabilir. Bunlar alkol fermentasyonu yapan ve turşuya zararlı etkileri olmayan *Saccharomyces* cinsi mayalarla, zar yapan ve turşu için zararlı olan *Hansenula*, *Torulaspora*, *Torulopsis*, *Brettanomyces*, *Zygosaccharomyces* ve *Cloekera* cinsi mayalardır. Zar yapan mayalar ise turşu salamurasının yüzeyinde açık veya koyu renkli ince veya kalın ve kolayca kırılan zar oluştururlar. Bunlar hem laktik asite dönüşecek şekeri parçalayarak bakterilere daha az şeker kalmasına, hem de oluşan laktik asidi parçalayarak asit azalmasına neden olurlar. Böylece düşük asitten etkilenmeyen diğer zararlı bakterilerin çalışmasına imkan yaratırlar. Ayrıca turşuya çürük veya küf kokusu verirler ve salgıladıkları pektinaz enzimiyle yumuşamaya neden olurlar. Zararlı olan bu maya türlerinin önlenmesi için koruyucu maddelerden yararlanılabilir. Bu amaçla en fazla kullanılan kimyasal madde sorbik asit veya tuzlarıdır. Kullanılan sorbik asit pH düştükçe ve tuz konsantrasyonu arttıkça laktik asit bakterileri üzerine de olumsuz etki göstermektedir.

Hıyar turşularında rastlanan üçüncü grup mikroorganizmalar *Aerobacter*'lerdir. Bunlar salamura ortamı alkali veya alkaliye yakın özellikte olursa çoğalma gösterirler. Faaliyetleri durumunda tat ve koku bozulmasına ve hıyarların yumuşayıp çürümesine yol açarlar. En fazla rastlanılan türleri *A. aerogenes* *A. cloacae* 'dir. Bu grup bakteriler maksimum %0,15 asetik asit veya %0,20 laktik asite kadar dayanıklıdır.

Hıyar turşularında ve birçok turşu çeşidi ve hatta salamura zeytinlerde rastlanan ve ciddi bozulmalara ve mikotoksin oluşumlarına yol açan diğer mikroorganizma türü de küf mantarlarıdır. Aslında turşularda, doğası gereği küflenmeye pek rastlanmaz. Ancak, yine de özenli olunmaz, gerekli önlemler alınmazsa salamura kaplarında yüzeysel küf gelişmesi olacağı ve ürünün bozulmasına yol açacağı unutulmamalıdır. Özellikle salamura siyah zeytin kaplarında ileri küflenmelere rastlanmaktadır.

11.1.6. Hıyar turşularında görülen hata ve hastalıklar

Hatalar üretim sırasında yanlış veya eksik teknolojik işlemlerden kaynaklanan bozulmalardır. Hıyar turşularında en fazla görülen hata işleme sırasında salamuraya ağır metal iyonlarının karışması veya tuz alış verişini kolaylaştırmak için hıyarların tel ve çivi ile şişlenmesi sonucu ortaya çıkan renk ve tat değişikliğidir. Eğer salamura veya sebzeye demir bulaşırsa renkte kararır meydana gelir. Eğer bulaşma bakır iyonları ile olursa renk mavi-yeşile döner. 1-5 mg/L bakır bile bu değişikliğe neden olabilir. Bu kusurları önlemek için turşu yapımı sırasında salamura veya turşunun laksız metal kaplarla temas etmemesi gerekir. Ayrıca zararlı mikroorganizmaların gelişimini engellemek için kullanılan koruyucu maddeler de gereğinden fazla kullanılırsa tat bozukluklarına yol açar. Hıyarda tarımsal ilaçlama yapılmış ve yıkama yapılmamışsa hem tatta değişiklik olur, hem de sağlığa zararlı etki yaparlar.

Fermentasyon ürünlerinde hastalık dendiğinde, istenmeyen mikroorganizmaların faaliyeti sonucu ortaya çıkan bozulmalar anlaşılır. Bu durum bir fermentasyon ürünü olan hıyar turşuları için de geçerlidir ve

kararma, yumuşama ve şişme olarak üç ayrı şekilde kendini göstermektedir.

Kararma: Salamuraya sudan, tuzdan veya daha sonra fermentasyon kaplarından demir bulaşabilir. Proteinlerin parçalanmasıyla ve bazı bakterilerin sudaki CaSO_4 'ı indirgemesiyle meydana gelen H_2S de kötü kokular oluşturabilir. Ortamdaki Cu iyonlarının klorofildeki Mg ile yer değiştirmesi de istenmeyen renk değişimlerine sebep olabilir. Önlemek için su, tuz ve kaplar temiz ve demirsiz olmalı, kükürdü parçalayan bakteriler önlenmelidir.

Yumuşama: Tuz konsantrasyonunun %7-8'den aşağı düşmesi halinde görülür. Yumuşama hıyarın çiçekli ucundan başlar ve çiçek yumuşamayı hızlandırır. Bunun için turşuluk hıyarların çiçekleri uzaklaştırılmalıdır. Yumuşama özellikle küflerin pektinolitik enzimleri tarafından meydana getirilir. Erken hasat edilmiş ve mozaik virüsü hastalığına yakalanmış hıyarlarda yumuşama daha süratli olur. Bunu engellemek için; (a) salamura tuz konsantrasyonu iyi kontrol edilmelidir, (b) hıyarların çiçekleri koparılmalıdır, (c) kirli hıyarlar yıkanmalıdır, (d) maya zarı uzaklaştırılmalıdır. Bu bozulma daha çok körpe hıyarların kullanılmasında, salamura tuz konsantrasyonunun çok düşük olmasında ve yüzeyde zar oluşup hıyarların bu zarla temas etmesinde görülür. Yumuşamayı önlemek için çok ham meyveler kullanılmamalı, salamura yüzeyinde zar oluşumu engellenmeli ve tuz konsantrasyonu çok düşük tutulmamalıdır.

Şişme: Düşük tuz konsantrasyonundan kaynaklanır. Hızlı fermentasyon sonucu sıkı yerleştirilmiş ve büyük hıyarlarda daha fazla görülür. Daha çok aşırı olgun ve iri hıyarların kullanılması, fermentasyon kabına çok sıkı yerleştirme ve yüksek sıcaklıkta fermentasyon yapıldığında görülür. Mikroorganizmaların fermentasyonla oluşturduğu karbondioksit gazı meyvelerin çekirdeklerinde toplanarak şişmelere neden olur. Önlemek için tuz konsantrasyonunun takibi ve hıyarların delinmesi, aşırı olgun ve iri meyveler turşuya işlenmemeli, sıkı dolum yapılmamalı ve fermentasyon sıcaklığı düşük tutulmalıdır.

11.2. Lahana turşusu

Turşu üretiminde kullanılan lahanalar sıkı kelle yapan çeşitlerdir. Üretimde hasat için olgun kelleler seçilir. Yeşil yapraklar turşuya uygun olmadığından tam olgunluk için beklenir. Tam olgun bu lahanalar %86-94,3 su, %2,9-6,4 şeker ihtiva ederler. Hasat edilen lahanalar işletmeye getirilir ve iki şekilde turşuya işlenebilir. Bunlar (Sauerkraut) ve Türk tipi lahana turşusudur.

11.2.1. Alman tipi lahana turşusu (Sauerkraut) üretimi

Almanlara özgü bir yöntem olmakla birlikte, günümüzde birçok Avrupa ülkesi ile Kanada ve ABD'de de üretilen bir turşu çeşididir. Sıcak veya soğuk olarak daha çok et yemekleri yanında tüketilir.

Sıkı baş tutmuş ve tam olgunlaşmış, orta irilikteki lahanalar hasat edilip, işletmeye getirilir. Ayıklama ve kıyma sırasında yaprakların parçalanmaması için bir ön soldurma işlemi yapılır. Bu amaçla lahanalar işletmenin iyi havalanabilen ve sıcaklığı 20°C'in üzerinde olan bir yerinde en az bir gün

bekletilerek soldurulur ve yaprakların gevşekliği giderilir.

Yeterli solgunluk derecesine ulaşmış ve yaprakları gevşek yapısını kaybetmiş olan lahanaların dış yeşil ve özürlü yaprakları kesilerek ayıklanır. Sap kısmı oyularak alınır ve yaprakların enine olacak şekilde lahana kelleleri yaklaşık 2 mm eninde şeritler halinde kıyılır.

İnce şeritler haline getirilmiş lahana kıyımları evlerde cam kavanoz veya sentetik kaplara, ticari işletmelerde ise büyük kapasiteli ağaç veya asitten etkilenmeyen fıçı veya havuzlara bir sıra kıyım bir sıra tuz olacak şekilde yerleştirilir. Kullanılacak tuz temiz ve öğütülmüş yemek tuzu özelliğinde olmalı, miktarı ise %2,5-3 arasında hesaplanmalıdır. Tuz, yabancı maddelerden arı ve belirtilen miktarın altında ve üstünde hesaplanmamalıdır. Aksi halde turşu renk, tat, koku ve yapısal olarak olumsuz yönde etkilenir. Tuz kirli veya ağır metal iyonlarıyla bulaşırsa beyaz renk esmerleşir, tuz az ise kokuşma ve yumuşama görülür, fazla ise kıyımlarda tuz şişikliği ve tuzlu tat ortaya çıkar. Bu şekilde doldurulan kabın üst kısmında bir boşluk bırakılır. Kıyımların üzeri, ayrılan kıyılmamış lahana yaprakları ile örtülür. Bu yaprakların üstüne bir ağırlık bastırılır, böylece lahana kıyımları hem yüzeye çıkamaz, hem de tuz ve konulan ağırlığın etkisiyle özsuyunu salarak fermentasyon için gerekli salamuranın sızması sağlanır. Yani bu tür lahana turşusu üretiminde ortama dışarıdan salamura eklenmez.

Tuz ve ağırlık etkisiyle suyunu bırakan lahana ilk iki günde tüm kitleyi kaplayacak miktara ulaşan salamura içinde kalır. Su ilavesi olmadığı için salamura, besin maddeleri ve şeker bakımından oldukça zengindir. Lahana üzerinde bulunan tabii mikroflora, bu besin maddelerince zengin ve tuz miktarı oldukça düşük olan ortamda, hemen faaliyete geçerek fermentasyonu başlatırlar. En uygun fermentasyon sıcaklığı 20°C dolay ve 18 - 22°C'ler arasındadır. Fermentasyonda alkol fermentasyonu yapan mayalar da yüksek şeker konsantrasyonundan dolayı daha fazla çalışma imkanı bulduklarından hızlı bir köpürme olur. Fermentasyon sırasında yüzeyde zar oluşmamasına, eğer oluşmuşsa sık sık temizlenerek alınmasına özen gösterilmeli veya bu mayaların gelişmesini önlemek için %0,05 – 0,07 sorbik asit ilave edilebilir. Aşılmasız tabii fermentasyon 3 – 4 hafta kadar sürer ve en az %1,5 asit oluşur.

Fermentasyonunu bitiren Sauerkrautta, salamura suyu kullanılmaması ve lahanada oldukça fazla fermente olabilir şeker bulunması nedeniyle %1,3 laktik asit, %0,3-0,7 kadar etil alkol ve bir miktar (%0,2-0,32) asetik asit bulunur. Asetik asit heterofermentatif laktik asit bakterilerince oluşturulur ve genelde bunun laktik aside oranı 0,21-0,55 arasında değişir.

Fermentasyonu bitiren turşu değişik kaplarda ambalajlanır ve pastörize edilerek veya edilmeden satışa sunulur.

Sauerkraut üretiminde starter kültüre ihtiyaç yoktur. İstenirse fermentasyonun yeni başladığı bir turşunun salamurasından kullanılabilir. İleri seviyedeki salamura bozucu etkiye sahiptir. *Leuconostoc mesenteroides* ve *Lactococcus lactis* gibi saf bakteri suşları kültür olarak kullanılabilir.

Fermentasyon için uygun sıcaklık 15-21°C arasındadır. Bu tip lahana turşusunda etkili mikroorganizmalar:

1. Bozucu ve çürütücü bakteriler: Fermentasyon başlangıcında faaldirler, asitlik yükseldikçe inhibe olurlar.

2. Mayalar: Şekere hücum ederler, alkol üretirler.

3. Laktik asit bakterileri:

a. Gaz üreten koklar: *Leuconostoc mesenteroides* fermentasyonun ilk aşamasında gelişir, asitlik gelişince inhibe olur.

b. Gaz yapmayan çubuklar: *Lactobacillus plantarum*. Homofermentatif grup olup, sadece laktik asit oluştururlar.

c. Gaz yapan çubuklar: *Lb. brevis*, *Lb. fermentum*. Heterofermentatifler, aside oldukça dayanıklıdır, koruyucu laktik asit üreten bakterilerdir.

Sauerkraut fermentasyonunda rol oynayan mikroorganizmalarla, meydana gelen mikrobiyolojik değişimler hıyar turşusunda olduğu gibidir. *Aerobacter*'ler, laktik asit bakterileri ve mayalar en fazla rastlanan mikroorganizmalardır. Bunlardan arzulanan ve fermentasyonda önemli olanlar, tabii olarak laktik asit bakterileridir.

11.2.1.1. Sauerkraut'ta görülen bozulmalar

Kararma: Hava ile temas, tuzun üniform verilememesi, yüksek tuz konsantrasyonu, yüksek sıcaklıkta fermentasyon yapılması, istenmeyen bakterilerin gelişmesi, demir ve tane bulunması gibi nedenler kararmaya yol açar. Siyahlaşmayı önlemek için bu aksaklıkların giderilmesi zorunludur.

Pembeleşme: Lahana kıyımlarının fermentasyon kabına doldurulması sırasında hava boşlukları kalırsa, bu boşluklarda hava yardımıyla gelişen ve pembe renk oluşturan mayaların neden olduğu bir bozulma şeklidir. Yüksek fermentasyon sıcaklığı, yüksek tuz konsantrasyonu ve yetersiz azot miktarı bu bozulmayı hızlandırır.

Yumuşama: Çok düşük tuz konsantrasyonu, yüksek sıcaklık, hatalı fermentasyon ve hava ile temas sonucu ortaya çıkar. Önleme çareleri, belirtilen kusurlara sebebiyet vermemektir.

Sünme: Bazı mikroorganizmalar gelişmeleri sırasında polisakkarit yapısında viskoz maddeler oluşturur. Özellikle hızlı bir gelişme imkanı bulduklarında bu tür mikroorganizmaların fermentasyona katılması durumunda salamura sünen bir özellik kazanır.

Çürüme: Zar yapan mayalar, *Aerobacter*'ler ve küf mantarları ve hatta meyve sineği gelişme imkanı bulurlarsa, lahana yapraklarını çözerek çürümeye yol açarlar.

Kötü koku: Bakterilerin anormal derecede çabuk gelişmesi veya çok çabuk fermentasyon sonunda ortaya çıkar. Aerobik mikroorganizmaların neden olduğu bozulmayı önlemek için fermentasyon kabının üzerine karbondioksit verilerek fermentasyon sırasında kaptaki hava dışarı atılır.

11.2.2. Türk tipi lahana turşusu yapımı

Sıkı yapılı ve tam olgunlaşmış lahanalar hasat edilerek işletmeye getirilir. Kelle iriliklerine göre iki veya dörde bölünerek iri parçalar şeklinde kesilmiş lahanalar fermentasyon kaplarına düzenli bir şekilde yerleştirilir. Salamura ilave edilir ve üstten baskı uygulanır (%4 – 6 oranında hesaplanan tuz

eritilerek salamura hazırlanır). Fermentasyon kaplarına doldurma sırasında istenirse sarımsak, defne yaprağı, maydanoz ve acı biber gibi tat ve koku verici maddeler de katılabilir.

Haşlama işlemi lahanada yumuşamaya ve sünmeye neden olduğundan yanlış bir uygulamadır. Aslında ince dokulu bir hammadde olan lahanada buna gerek de yoktur.

Lahanaların fermentasyon kabına yerleştirilip salamura ilavesinden sonra kısa bir sürede fermentasyon başlar. Çünkü lahanada oldukça fazla miktarda bulunan tabii mikroflora, dokuların ince ve şekerce diğer sebzelerden daha zengin olması nedeniyle, hemen ilk günlerde çoğalması için yeterli besin maddeleri ve şekeri salamurada bulur. En uygun fermentasyon sıcaklığı 20°C dolayındır. Fermentasyon sıcaklığı çok yüksek olursa hızlı bir fermentasyon sonucunda, normal bir sünme yanında, bazı hastalık ve çürüme etkeni mikroorganizmaların daha fazla gelişme şansı oluşur. Sıcaklığın düşük olması ise fermentasyonu gereksiz yere uzatır. Fermentasyon sırasında köpürme olacağından, taşma olmaması için yeterli boşluk bırakılmalıdır. Fermentasyon sonunda ortalama %1,13 kadar asit oluşur. Normal şartlarda fermentasyon 4 – 6 hafta sürer.

Fermentasyonda rastlanan mikroorganizmalar *Aerobacter*'ler, mayalar ve laktik asit bakterileridir. İlk ikisinin gelişmesi sakıncalı olup önlem olarak; salamuraya sirke katılması ile pH'nın düşürülmesi veya tuz konsantrasyonunun çok düşük olmaması ve salamuranın mutlaka lahanaları tümüyle kaplaması şeklinde tavsiye edilebilir.

Mayalardan özellikle zar yapanların gelişmeleri istenmez. Bunu önlemek için koruyucu maddeler kullanılabilir. Ayrıca yüzeyde görülecek zar sık sık temizlenmelidir.

Sauerkraut tipi lahana turşusunda etkili olan *Leuconostoc*, *Pediococcus cerevisiae* ve *Lactobacillus* türlerine Türk tipi lahana turşularında da rastlanmıştır.

11.3. Patlıcan turşusu

Aslında haşlama uygulamaksızın da patlıcan turşusu yapılabilir. Fakat bu durumda turşu aşırı sert ve salamurası koyu renkli olur. Hatta patlıcanların hava ile temasa gelmesi onların kararmasına neden olur. Bu durumları önlemek için kısa süreli bir haşlama işlemi uygulanmalıdır.

Turşu yapımı için küçük ve çekirdeksiz meyveler uygundur. Hasattan sonra işletmeye getirilen patlıcanlar 1-2 gün solmaya bırakılır. Soldurmadan sonra saplar çıkarılır. Meyve birbirine dik iki yönde ve uçlara varmayacak ve ortada dört dilim oluşturacak şekilde bıçakla uzunlamasına kesilir. Bu şekilde hazırlanmış patlıcanlar kaynamakta olan su içine atılarak mor renk açık kahverengiye, et kısmı ise saydam beyazdan şeffaf renge dönecek şekilde haşlanır. İki parmak arasında sıkılınca hafif yumuşama hissedilir ve meyvenin gevşekliği kalmamışsa haşlamaya son verilir. Sudan çıkarılan patlıcanlar soğumaya bırakılır ve takiben bir sepet veya suyun birikintisiz akmasına izin veren bir sandık içine yerleştirilen patlıcanların üzeri kap şekline uygun tahta ile kapatılıp üstten ağırlık konarak bir gün bekletilir ve böylece siyah suyun akması sağlanır. Siyah suyu çıkarılan patlıcanlar önceden hazırlanan harçla

doldurularak veya dolgusuz olarak fermentasyon kabına yerleştirilir. Dolgu amacıyla kullanılacak tat ve koku maddeleri sarımsak, havuç, maydanoz, yeşil veya kırmızı biber ve domates olabilir. Dolgu maddeleri ince bir şekilde kıyılıp, doğranarak bir kapta karıştırılır ve sonra patlıcanların dilimleri arasına ve dilimler tarafından kapanacak şekilde doldurulup fermentasyon kabına düzenli istiflenir.

Kap dolduktan sonra kap şekline uygun ağaç bir kapakla üzeri kapatılıp, bozucu etki yapmayan bir ağırlıkla bastırılır ve tahta kapağın üzerine çıkacak şekilde %4-5 tuz konsantrasyonlu salamura konarak fermentasyona bırakılır. Turşunun biraz sert olması isteniyorsa tuz miktarı arttırılabilir. Fakat bu durumda fermentasyondan sonra tuz alma işlemi yapılmalıdır. En uygun fermentasyon sıcaklığı 20°C civarındadır ve 3-4 hafta sürer. Sonuçta %1 kadar asit oluşur.

Görülebilir bozulma şekilleri yumuşama, çürüme ve sünmedir. Yumuşamanın etkenleri; aşırı haşlama yapılması, çok düşük tuz konsantrasyonu ve yüzeyde oluşan maya zarı ile turşunun temasıdır.

Sünme daha çok yüksek sıcaklıkta fermentasyon yapılmasından kaynaklanır. Çürüme veya çürük kokusu olması; yüzeyde veya salamura eksilmesi durumunda turşular arasında aerob bakteri ve yabani mayaların gelişmesinden ileri gelir. Önlemek için, başlangıçta pH düşmesini çabuklaştırmak ve oluşabilecek zarı sık sık temizlemek yanında, eksilen salamurayı tamamlamak gerekir.

11.4. Fasulye turşusu

Bu amaçla dar ve uzun, tanelenmemiş körpe fasulyeler hasat edilir. Çiçek sapı ve varsa kılçıkları temizlendikten sonra kaynamakta olan su içine atılarak çiğ yeşil rengin kaybolduğu ve iki parmak arasında sıkıldığında kabuğun kolayca kayarak ayrıldığı duruma kadar tutulur. Sonra sıcak sudan alınıp soğutulan fasulyeler fermentasyon kabına düzenli olarak yerleştirilir. Bu sırada sarımsak ve biber serpiştirilerek aromatize edilir ve baharat ilave edilir. Sıralar arasına %5'ten az olmayacak şekilde tuz serpilir veya fasulyeler doldurulduktan sonra üstü tahta bir kapak ve uygun ağırlıkla desteklendikten sonra hesaplanan tuz salamura suyunda eritilerek kaba tüm materyali kaplayıncaya kadar doldurulur. Fermentasyon süresi büyük ölçüde sıcaklığa bağlıdır. Normal sıcaklık 20°C civarında, süresi ise 3-4 haftadır. Daha çok evlerde üretimi yapılan bir turşu çeşididir.

BÖLÜM 12

SOFRALIK ZEYTİN

Zeytin bitkisel özellikleri bakımından bir Akdeniz bitkisi olmakla birlikte, memleketimizin tüm kıyı bölgeleriyle, Güneydoğu Anadolu bölgesinde yetişir. Tüm Akdeniz, Ege ve Marmara kıyı bölgelerinde yetişen zeytin, Karadeniz'de daha çok Trabzon ve Artvin yörelerinde yetiştirilmektedir. Yetiştirme alanı bakımından bu kadar geniş imkânlara sahip ülkemiz üretim bakımından da dünyanın başta gelen sayılı zeytin üreticisi ülkeleri arasında yer alır.

Zeytin periyodik bir meyvedir, yani bir yıl ürün verir, bir yıl dinlenir. Türkiye zeytinlik alanı bakımından Dünyada İspanya ve İtalya'dan sonra üçüncü, ağaç varlığı ve zeytin üretimi bakımından ise dördüncü sırayı almaktadır. Bilindiği gibi zeytin tanesi farklı şekillerde değerlendirilir. En çok salamura zeytin olarak tüketilir. Salamura yapma usulleri de bölgelere, zeytin çeşidine ve tüketici tercihlerine bağlı olarak değişiklik gösterir. Sofralık zeytin Türkiye'de beslenmede büyük önem taşır. Kalori değeri oldukça yüksek olup bileşiminde yağdan başka mineral maddeler, vitaminler, karbonhidrat ve proteinleri ihtiva etmektedir.

Yeni hasat edilmiş zeytin tanesi çeşit ve bölgelere göre %46-71 arasında su ihtiva eder ve tanenin %74-86,5'ini tane eti ve %16-13,5'ini çekirdek oluşturur. Et kuru maddesi %40,6-57,4 ortalama %49,6 yağdan müteşekkildir. Yağ oranı tabii olarak yağlık çeşitlerde daha yüksektir. Ortalama protein miktarı %3,95, karbonhidrat ve selüloz ise %43,9 olup, kül %2,3'tür. Salamura zeytinlerde ortalama et oranı %77,8, çekirdek %22,2'dir. Tanede su miktarı %35-41, kuru maddede yağ oranı ortalama %59,2, protein %3,89, kül %11,8'dir. Bu duruma göre salamura sırasında tanenin su miktarı azalırken yağ ve kül oranı artmakta, karbonhidrat miktarı ve tane iriliği azalmaktadır. Bileşiminde ortalama %39,7 su, %36,1 yağ, %15 toplam karbonhidrat ve %2,35 protein ihtiva eden zeytin iyi bir gıda maddesidir. Fiyatının da çok ucuz olması nedeniyle özellikle fakir halkın ekmeğine iyi bir katkı teşkil eden zeytin, geçmişte beslenmede önemli bir yer tutmuştur. Ancak son yıllarda fiyatların oldukça artması sonucu özellikle dar gelirli kimselerce fazla tüketilen bir gıda maddesi olmaktan çıkan zeytin, günümüzde de hemen her sofrada az veya çok tüketilen bir gıda maddesidir. Dış ülkelerde daha çok sofraları süsleme ve garnitür aracı olarak kullanılan zeytin, ülkemizde bu özellikleri yanında, doğrudan ve daha çok kahvaltılarda tüketilen bir gıda maddesi olma özelliğini bu gün de korumaktadır.

Zeytinler laktik asit fermentasyonuna tabi tutulmak suretiyle uzun süre muhafaza edilir ve yenebilir hale gelirler. Sofralık zeytin çok eski devirlerden beri yapılmaktadır. Eskiden yapılan tuz veya odun külü ile acılığı giderme işlemi, bugünkü modern zeytin yapma metotlarının da esasını teşkil etmektedir. Bu gün yeşil zeytin yapımında acılık kül yerine seyreltik alkali ile giderilir. Siyah zeytinin acılığı salamura içinde bırakmak suretiyle giderilir.

Sofralık zeytinler genel olarak yeşil ve siyah olmak üzere ayrılır. Bunların hasat dahil yapılışı birbirinden tamamen farklıdır. Sofralık zeytin yapımı

temel olarak üç şekilde olmaktadır. 1. Yeşil, 2. Siyah, 3. Diğer usuller. Yalnız diğer usullerle yapılan (Kalamata, çizme, kırma ve kendiliğinden olan) zeytinlerin ekonomik değeri ve ömrü kısa olduğundan tercih edilmemektedir.

12.1. Sofralık yeşil zeytin (İspanyol yöntemi) üretimi

Sofralık yeşil zeytin üretimi önceleri İspanya’da başlayıp, oradan diğer ülkelere yayıldığı için çoğunlukla “İspanyol yöntemi yeşil zeytin üretimi” tanımına rastlanır. Yeşil zeytin üretimi uygun çeşitlerle yapılır. Yani üretimin ilk işlemi uygun çeşidin seçimidir. Daha sonra hasat ve taşıma, ayıklama ve sınıflama, acılığı giderme, su ile yıkama, fermentasyon ve paketlenme işlemleri gelir. Ayrıca fermentasyondan sonra dolgu işlemi de bazen devreye girer.

Sofralık yeşil zeytin üretimi için kaynaklarda en çok adı geçen yabancı çeşitler Manzanillo, Sevillono, Daruni ve Mission çeşitleridir. Sofralık yeşil zeytin üretimi için uygun olan çeşitler Çelebi, Samanlı, Çilli, Domat, İzmir sofralık, Memeli, Memecik ve Ayvalık çeşitleridir.

12.1.1. Hasat ve nakliye

Sofralık yeşil zeytin üretimi amacıyla toplanacak zeytinler tam olgunluğa gelmesi için beklenmez. Zeytin taneleri yeşilden yeşil-sarı veya saman sarısı olgunluğa erişmiş olduklarında hasat edilir. Hasat, taneler henüz yeşilken ve sarıya dönüş başlamadan yapılacak olursa, salamuradan sonra elde olunan ürünün rengi hiçbir zaman istenen sarılığına erişemez ve hava ile kısa süreli bir temas, hatta alkali ile acılığın giderilmesinde hava teması olmaksızın bile renk koyulaşır. Alkali ile acılığın giderilmesi güç, ürün aşırı sert olur. Tüketim sırasında çekirdek etten kolayca ayrılmaz. Tersine olgunluk daha ileri safhaya götürülecek olursa, tanede morluklar olur, işleme sırasında tanede yumuşama meydana gelir ve ürün kalitesi yine bozuk olur. Bu nedenle hasat olgunluğu iyi belirlenmelidir. Memleketimizde uygun olgunluğa Ege bölgesinde eylül sonu-ekim ortasında, Marmara bölgesinde ise ekim sonunda erişilir.

Arzulanan olgunluğa ulaşmış taneler ağaçtan elle hasat edilir. Hasat, içi ot veya bezle yastıklanmış sepetlere yapılarak çarpma sonucu tanelerin yaralanıp-berelenmesi önlenir. Hasatı takiben zeytinlerin bekletilmeden salamuraya konacağı işletmelere taşınması gerekir. Taşıma işi yine tanelerin yaralanmaması için yastıklanmış sepet veya sandıklarda yapılması ve aşırı ağırlık nedeniyle alta gelen tanelerin ezilmemesi için bu kaplar aşırı büyük olmamalıdır. Taşıma yaralanmaları önlemek için, ABD’de olduğu gibi bir miktar düşük konsantrasyonlu (%3) salamura konmuş metal tanklarda da yapılabilir.

12.1.2. Ayıklama ve sınıflama

Gerekli özen gösterilerek hasat edilmiş ve işleme yerine getirilmiş olan zeytinler vakit geçirilmeden işlenerek salamuraya konmalıdır. Eğer hemen işlenmeyip bir süre bekletilecek olursa %50’nin üzerinde su oranı olan bu taneler su kaybederek solma ve kabuklarda buruşmaya uğrarlar. Bu hata sonradan hiçbir şekilde düzeltilemez. Ancak gelen zeytinler olduğu gibi işlemeye de alınamaz. Öncelikle bir ayıklama ve sınıflama gereklidir. Ayıklama ile hasat veya taşıma sırasında yaralanıp-berelenmiş taneler, dolu

veya haşere zararına uğramış olanlar, varsa çürük veya küflü olanlarla, aşırı olgun veya çok ham taneler ayrılarak atılır. Sınıflama ile aynı irilik ve olgunlukta olan taneler ayrı ayrı gruplandırılır. Boylara göre sınıflama zeytin triyörleriyle, diğerleri elle yapılır. Sınıflama daha çok alkali ile acılığı gidermede önem taşır. Çünkü acılık gidermede “oleuropein” denen acılık maddesi alkali tarafından parçalanır. Alkalinin taneye etkisi ise tane iriliği ve olgunluğu ile yakından ilgilidir. Küçük tanelerde yüzeyin taneye oranı daha büyük olduğu için alkalinin aynı zaman biriminde etki ettiği et kalınlığı büyük tanelerden daha fazladır. Yine olgunluğu fazla tanelerde de alkali etkisi, daha az olgun tanelerden daha kolaydır. Sınıflama yapılmayacak olursa alkali çözeltisi içine konan zeytin tanelerinden küçük veya daha olgun olanlarda alkali yeterli etkiye ulaştığında, iri ve daha az olgun tanelerde henüz yeterli etki sağlanamamıştır. Bu durumda birincilere göre işleme son verilecek olursa, ikincilerde fazla acılık kalır; ikincilere göre yeterli etki için beklenirse, birincilerde alkali etkisi arzulananın çok ötesine varır ve sonuçta kalitesi bozuk bir ürün elde edilir.

12.1.3. Acılığı giderme

Zeytinler ister yeşil olsun, ister siyah herhangi bir işlemlle acılığı giderilmeden yenemez. Acılık “oleuropein” denen glikozitten ileri gelir. Yeşil zeytin üretiminde acılığın giderilmesi yöntemlerinden biri de düşük konsantrasyonlu alkali çözeltileri içinde zeytinleri tutarak oleuropeinin parçalanmasıdır. Bu amaçla kullanılan alkali konsantrasyonu %0,5-2 veya %1-2’dir. Alkali ile acılığı gidermek amacıyla, sınıflanmış olan zeytinler alkaliden zarar görmeyen, üstte temiz su muslukları, altta ise kullanılmış eriyik ve suyu boşaltma düzeni bulunan kaplara doldurulur. Zeytinin çeşit, olgunluk ve ortam sıcaklığı dikkate alınarak hazırlanan %0,5-2 oranında NaOH eriyiği tüm taneleri örtünceye kadar kaba verilir. Alkali ile temasa geldikten sonra tanelerin açıkta kalmasına veya hava ile temas etmesine izin verilmemelidir. Aksi olursa taneler esmerleşir. Alkalinin tane etinin tamamına etki etmesi istenmez. Zeytinin kendine özgü acılığını belli ölçüde koruması için en fazla alkali tane etinin 2/3’üne etki edince işleme son verilir. Bunun kontrolü iki şekilde yapılır. Alkali ile muamele edilen zeytin tanelerinden alınan örnekler bir bıçakla kesilip havaya açık bırakılacak olursa tane etinde alkalinin etki alanı esmerleşir veya kesite fenolfitaleyn ayırıcı damlatılırsa yine alkalinin etki ettiği kısım pembe-kırmızı renk verir. Kontrol başlangıçtan birkaç saat sonra başlar ve giderek her saat başı, sonlara doğru da 10-15 dakikada bir yinelenerek etin 2/3’üne alkali ulaştığında muameleye son verilir.

12.1.4. Yıkama

Alkalinin yeterli etkinliğe ulaşmasından sonra kabın altındaki boşaltma vanası açılarak bir taraftan alkalinin akması sağlanırken, diğer taraftan üstteki temiz su muslukları açılarak zeytin üzerine bolca su akıtılır ve tanelerin hava ile temasa gelmesi önlenir. Ancak ortama verilen suya da hava karışmamalıdır. Böylece tüm alkali boşaldıktan sonra kap temiz su ile doldurularak tanenin almış olduğu alkalinin suya geçmesi sağlanır. Bu 24-48 saat sürelerde yapılır ve gündüzleri 3-5 saatte, geceleri 10 saatte bir su değiştirilerek, her

değiştirmeden sonra bir süre de bu su içinde tutulduktan sonra üçüncü, dördüncü ve beşinci yıkama suları verilerek yapılır. Yıkama işlemi yıkama suyunun değiştirilmesi sayısına, miktarına ve sıcaklığına bağlı olarak 2 gün hatta daha uzun sürebilir ve çok miktarda su kullanımını gerektirir. Tanedeki alkalinin yıkanıp yıkanmadığı yine kesit alınarak ayıraçla veya havaya bırakmakla kontrol edilir. Ayrıca zeytinler iki parmak arasına alındığında veya ısırıldığında damaklarda kaygan hissi vermemelidir. Ancak alkalinin tümünü yıkayarak almak çok uzun zaman ve fazla su kullanımı gerektirir. Bunu önlemek için son kalan çok az miktardaki alkalinin giderilmesine çalışılmaz ve fermentasyon başında salamuraya az miktarda laktik asit ilavesiyle kalan alkalinin nötralizasyonu sağlanır. Böylece tespit edilemeyecek durumda da olsa kalabilecek alkalinin fermentasyonda oluşturabileceği olumsuz sonuçlar da önlenmiş olunur. Çünkü fenolfitaleyn ayırıcı 8,2 pH'dan yukarda kırmızı renk verir. Su ile alkali yıkanmış zeytinler hava teması olmadan salamuraya alınarak fermentasyona terk edilmelidir.

12.1.5. Fermentasyon

Salamura yeşil zeytin üretiminde fermentasyonun ilk işlemi salamura hazırlanmasıdır. İspanyol tipi yeşil zeytin üretiminde salamuranın tuz konsantrasyonu en az %7,5 olacak şekilde hesaplanır. Genellikle tuz miktarı %7,5-10 arasında değişir. Bu yöntemin ABD'deki uygulamasında ise tuz konsantrasyonu %5-7 arasında değişmektedir. Çünkü yüksek tuz konsantrasyonu laktik asit bakterilerinin gelişmesini geciktirir ve zayıflatır, buna karşın *Aerobacter*'lerin çalışmasına imkan tanır. Ayrıca %7,5'in altındaki tuz konsantrasyonlarında zeytinde yumuşama olduğu ileri sürülmüşse de, %5-7 arasındaki tuz konsantrasyonlarında da yumuşama olmaksızın fermentasyon yapılabilmesi tespit edilmiştir. Alkalinin giderilmesi amacı ile yıkama sırasında alkali ile birlikte tanenin eriyebilen maddelerinden bir bölümü de yıkanarak gider. Bunu için fermentasyonda bozulmanın olmayacağı %0,8-1 laktik asit konsantrasyonlarına ulaşılabilmesi için salamuraya %0,5-0,8 oranında şeker ilavesi gerekir. Bu şekilde hazırlanan salamura, acılığı giderilmiş zeytinlerle doldurulan fermentasyon kaplarına tüm zeytinleri örtecek şekilde doldurulur ve fermentasyona bırakılır. Fermentasyon 25-30°C'de yapılacak olursa 3-4 haftada sona erer ve asit konsantrasyonu laktik asit olarak %0,8-1'e ulaşırken, pH yaklaşık 3,8'e düşer. Aslında zeytin fermentasyonunda etkin rol oynayan laktik asit bakterilerinin en uygun fermentasyon sıcaklığı 20-37°C arasında değişmekle birlikte ticari yeşil zeytin fermentasyonunda 21-24°C'ler en uygun sıcaklıklardır. Çünkü bozulmaya neden olan *Aerobacter*, *Escherichia* ve *Clostridium butyricum* en iyi 30-40°C'ler arasında gelişmekle birlikte 25°C'nin üzerinde iyi bir gelişme gösterirler. Bu nedenle zeytin fermentasyonu sırasında ısıtma uygulamak sakıncalıdır. Normal bir fermentasyonda laktik asit bakterileri 1-3. haftalar arasında en etkindir ve fermentasyon sıcaklığı mevsim nedeniyle 18-21°C'lere düşecek olursa 1-2 ay kadar sürer. Fermentasyondan sonra normal olarak zeytinler açık sarı renk ve ekşi tat alırlar. Çekirdek etten kolayca ayrılacak duruma gelir.

Fermentasyonda etkili mikroorganizmalar

İspanyol yöntemi yeşil zeytin fermentasyonunda turşu fermentasyonunda da olduğu gibi asıl gelişmeleri istenen laktik asit bakterileri ile gelişmeleri istenmeyen maya ve küf mantarları olarak rol oynar.

Zeytinler salamuraya konunca artık fermentasyona bırakılmış demektir. Tanedeki şekerler salamuraya geçer ve muhtelif mikroorganizmalar arasında laktik asit bakterileri ortama hakim olarak laktik asit meydana getirmek suretiyle fermentasyonu tamamlarlar.

Zeytin fermentasyonu mikroflora bakımından 1. Başlangıç, 2. Ara ve 3. Son olmak üzere üç safhaya ayrılabilir. Fermentasyonun 1. kademesi zeytinlerin salamuraya konduktan sonraki ilk 48-72 saatlik süredir. İlk 24-48 saatlik devreden sonra karışık olan mikroflorada *Lactobacillus*'lar hakim olmaya başlar. Alkali ile muamele ve yıkama zeytinlerin üzerindeki laktik asit bakterilerinin çoğunu öldürür ve uzaklaştırır. Üstelik yıkama suyu ve salamuranın hazırlanmasında kullanılan su, istenmeyen mikroorganizmaları ihtiva edebilir. Onun için zeytinleri fermentasyona terk ederken starter katılmalıdır. Starter olarak saf kültür kullanılması tavsiye edilir. Yeşil zeytin fermentasyonu için en iyi saf kültür olarak yalnız *Lactobacillus plantarum* kullanılmaktadır. Fermentasyonun birinci kademesinde pH 9'dan 5,5-6,0'ya düşer. pH'ın bu düşüş süresi çok önemlidir. Aksi takdirde *Aerobacter*, *Pseudomonas*, *Clostridium* ve *Bacillus* cinslerine ait istenmeyen mikroorganizmalar çoğalır. Fermentasyonun bu safhası yeşil zeytin salamuracılığının en önemli safhasıdır. Eğer fermentasyon normal bir seyir takip ederse, laktik asit bakterileri sayesinde meydana gelecek asitlik istenmeyen bakterilerin gelişmesini durduracaktır. Fermentasyon normal bir şekilde devam etmiyorsa fermentasyonun birinci safhası tamamlanamaz. İlk safhanın 6 ay kadar sürdüğü tespit edilmiştir. Bu istenmeyen bir durumdur.

Fermentasyonun ikinci kademesi 15-20 gün kadar sürer, bu devrede pH 4,6-4,4'e kadar düşmektedir. Bu devrenin ilk günlerinde mikroflorada *Leuconostoc* cinsi bakteriler çoğunlukta olmasına karşılık, devrenin sonlarına doğru *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus brevis* florada hakimdirler. Laktik asit bakterilerinden *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* ve *Pediococcus cerevisiae* yeşil zeytin fermentasyonunda rol oynarlar. Bunlardan *Leu. mesenteroides* %0,33 aside ulaşıncaya veya pH 5'in altına düşünceye kadar faaliyetini sürdürürken, *L.plantarum* %1,2 asitte ve pH 3,5'te faaliyetini sürdürebilir. *Pediococcus cerevisiae* asit ve pH'ya dayanıklılığı bakımından ikinci sıradadır. Ayrıca zeytinde durdurucu etkili maddelere karşı dayanıklılık sırası da *L.plantarum*, *P.cerevisiae*, *L.brevis* ve *Leu. mesenteroides* şeklindedir. Zeytin fermentasyonunda rastlanan mayaların çoğunluğu zar yapan türler olup, bunlar *Candida krusei*, *C.tropicalis* türleri ile *Brettanomyces*, *Hansenula*, *Torulopsis* cinsi mayalardır. Ayrıca *Saccharomyces* cinsi mayalara da rastlanmıştır. Bu mayalardan özellikle zar yapanlar fermentasyon sırasında salamura yüzeyinde gelişme imkanı bulabilirlerse hem oluşan laktik asidi parçalayarak pH'yı yükseltir ve zararlı bakterilerin gelişmesine uygun ortam hazırlarlar, hem de kötü tat ve kokuya neden olurlar. Bunu için gelişmeleri

istenmez. Gelişmelerini önlemek için zar görülmesi durumunda yüzeyden sık sık alınması veya sıvı yüzeyini ve hava temasını azaltan kapların fermentasyonda kullanılması gerekir.

Fermentasyonun üçüncü kademesi 1-2 ay kadar sürmektedir. Bu süre salamuradaki şeker miktarı ile yakından ilgilidir. Bu devrede pH'ı 4,5'in altında tutmak gerekir. Aksi takdirde *Clostridium* ve *Propionibacterium* cinslerine ait bakterilerin gelişmesiyle zeytinlerde bozulmalar görülür. Bu devrede pH genellikle 4,0-4,2 civarında tutulur ve gerekli ise laktik asit ilave edilir. Yapılan araştırmalarda laktik asit bakterileri ile mayalar arasındaki oranın, sofralık zeytin üretiminin başarılı olmasında önemli derecede rol oynadığı tespit edilmiştir. Sofralık zeytinleri bozulmadan muhafaza edilmeleri ve salamuranın stabilizasyonu için laktik asit bakterileri (*Lactobacillus plantarum*, *Lb. brevis* ve *Lb. casei*) ile mayalar (*Candida*, *Torulopsis*, *Debaromyces*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Hansenula*) arasında oranın 100-200:1 olması gerektiği bildirilmektedirler.

Starter kültür olarak fermentasyonunu iyi ve kusursuz bitirmiş veya fermentasyonun sonuna gelmiş kaptan salamura alınarak yeni zeytine 100 litreye 0,5-1 litre hesabiyle ilave edilebilir. Mevsim başında ise geçen seneden kalan sağlam zeytin dolu bulunan bozulmamış salamura kullanılır. Bu da yoksa %1-2 oranında ekşimiş yoğurt da katılabilir. Starter olarak saf kültür kullanılması daha uygundur. Fermentasyon için en uygun sıcaklık 21-24°C'dir. Sıcaklık uygun olduğu takdirde fermentasyon 1-2 ayda tamamlanır. Fermentasyon sonunda titrasyon asitliği (laktik asit cinsinden) %0,6-1,0 hatta %1,25'e kadar çıkar ve pH 4,0'dan aşağı, çoklukla 3,8-3,9 olur. Zeytinlerin bozulmadan dayanabilmesi için titrasyon asitliği (laktik asit cinsinden) %0,9'dan yukarı veya pH 4,0'dan aşağı olması gerekir.

Zeytin fermentasyonunda zararlı bakteriler olarak *Aerobacter*'lerle, *Escherichia* ve *Clostridium butyricum*'a rastlanmıştır. Daha önce de değinildiği gibi bunların hepsi en iyi 25°C'nin üzerinde ve genellikle 30-40°C arasında çoğalıp faaliyet gösterirler. Ayrıca nötr veya çok zayıf asit ortamda gelişme imkanı bulurlar. Bunlar 4,5 pH'nın altında ise kesinlikle gelişemezler. Bu nedenle belirtilen her üç gruptaki bakterilerin çoğalma ve çalışma imkanı bulamaması için alkali ile acılığı gidermeden sonra kalma ihtimali bulunan çok az miktardaki alkaliyi gidermek ve pH'yı düşürmek için salamuraya bir miktar laktik asit veya sirke ilave edilebilir. Ayrıca fermentasyonun hemen başlayıp, oluşacak laktik asitle pH'nın hızlı bir şekilde düşmesini sağlamak için başlatıcı kültür kullanılması ve bu alanda saf kültür kullanılabileceği gibi, bir önceki fermentasyonu iyi olan salamuradan da aşılınması uygun olur.

Zeytin fermentasyon kabı olarak en çok fıçı (250-800 litre) kullanılır. Fıçılar kullanılmadan önce sıcak sodalı su ile yıkayıp durulanmalı ve içinde yabancı koku hissedilmemelidir. Fıçılar kapak deliği yukarı gelecek şekilde yatırılır ve salamura deliğe kadar doldurulur. Fıçı kullanmanın sürekli bir usta kontrolüne gerek göstermesi, temizlenememesi gibi problemlerden dolayı PVC (Polivinil klorür) kaplar tercih edilmektedir.

12.1.6. Dolgu

Eğer yeşil zeytinler dolgu yapılması isteniyorsa, fermentasyonunu bitirmiş olan zeytinlerin çekirdekleri özel bir alet yardımıyla çıkarılır. Böylece zeytin tanesinde uzunlamasına açılan ve yaklaşık çekirdek çapı genişliğinde olan bu boşluk değişik maddelerle doldurularak özellikle görünümde değişiklik sağlanır. Dolgu maddesi olarak en fazla kırmızı biber kullanılmakla birlikte, havuç, hıyar turşusu, kereviz, siyah zeytin, badem, arpacık soğanı ve ançuez de denen tuzlu sardalya kullanılan maddeler arasındadır.

Dolgu olarak kullanılacak biberler tatlı, kalın etli ve sıkı yapılı, tam olgun ve parlak kırmızı olmalıdır. Bir bıçakla sap kısmı ve tohumları ayıklanan biberler, kabuklarının soyulması için 65°C'deki %12'lik alkali eriyiğine batırılır ve kabuk elle kolayca ayrılacak duruma geldiğinde çıkarılan biberler önce yıkanarak alkalisi alınır. Kalan alkaliyi gidermek için %2'lik sitrik asit eriyiğine konur. Daha sonra kabukları soyulan biberler %15 tuz ve %1,5 laktik asit ihtiva eden bir salamurada ve 22°C'de 2-3 ay fermentasyona bırakılarak dolguya hazır duruma getirilir.

Fermentasyonu bitirmiş biber veya diğer dolgu maddeleri çekirdek evine girecek şekilde ince dilimlere ayrılır, çekirdek evlerine rengin koyu olduğu kısım dışı gelecek şekilde doldurulur. Ancak yeşil zeytinin kararmaması için dolgu işlemi mümkün olduğunca kısa sürede tamamlanmalı ve hemen ambalajlarına konmalıdır.

12.1.7. Pazara hazırlama

Fermentasyonunu bitirmiş ve kendine özgü tat ve kokusunu almış olan zeytinler ya olduğu gibi veya doldurularak ambalajlanır ve satışa verilir. Ancak daha sonra bozulma olmaması için ambalajlanacak zeytinlerin tane ve salamurasında fermente olabilir şeker kalmamış, yani fermentasyonu tam anlamıyla bitirmiş olması gerekir. Salamuradan çıkarılıp yıkanan zeytinler yeni hazırlanmış %4-6 tuz ve %0,5-1 arasında laktik asit ihtiva eden salamura ile birlikte ambalajlanır. Ambalajlama sırasında tat ve koku vermek için limon dilimleri ve defne yaprağı ortama ilave edilebilir. Dolgu zeytinlerde bu son uygulama yapılmaz. Zeytinler laklı teneke kutulara, cam kavanozlara ve polietilen torbalara ambalajlanır. Dolgu zeytinler yalnızca cam kavanozlarda ve dolgu kısmı dıştan görünecek şekilde ambalajlanır. Kavanozlara konacak salamura 95°C'ye kadar ısıtıldıktan sonra ilave edilip hemen kapak kapatılır, böylece kısmen de olsa bir pastörizasyon sağlanır.

12.2. Çizme yöntemiyle yeşil zeytin üretimi

Kullanılan çeşit ve acılığı giderme dışında tüm işlemler İspanyol yönteminde olduğu gibidir. Yalnız acılığı gidermede alkali ile muamele yerine taneler boyuna 2-4 yerinden çizildikten sonra su ile acılığı alma işlemi uygulanır. Bunun için uzunluğuna tane eti kesilerek çizilmiş olan zeytinlerin acılığı su veya daha iyisi %2-3 tuzlu salamura içinde giderilir. Bunun için kullanılan su sık sık, günde birkaç kez veya her gün değiştirilerek tanedeki acılık yeterli düzeye ininceye kadar işlem sürdürülür. Acılığı giderilmiş olan taneler fermentasyona alınır. Alkali kullanılmadığı için bundan ileri gelen aksaklıklar ortadan kalkar, ancak çizik boyunca renk değişimi ve kırışıklıklar meydana

gelir, hatta buralarda yumuşama olayları görülebilir. Bu nedenle dış pazar için uygun bir üretim şekli değildir.

12.3. Yeşil zeytin salamuralarında görülen bozulmalar

Kararma: Sofralık yeşil zeytin alkali ile muamele veya su ile yıkama sırasında yahut herhangi bir sebeple salamuranın kaybı sonucu hava yani oksijen ile temasa ederse kararır. Böyle zeytinlerin bilhassa ticari değeri oldukça düşer. Fermentasyon süresince salamura devamlı olarak kontrol edilerek eksilen kısım aynı konsantrasyonda (%7-8'lik) yeni hazırlanan salamura ile tamamlanır. Sitrik asit (limon tuzu) zeytinlerin rengini sararttığından hafifçe kararmış zeytinler %1-2'lik limon tuzu ihtiva eden salamura içine konulmakla hafif renk değişimleri düzelebilir. Kararma fazla ilerlemişse giderilemez. Kullanılan sularda demir bulunursa zeytinler kararır. Sofralık zeytin hazırlanmasında demir kaplar kesinlikle kullanılmamalıdır.

Yumuşama: Yumuşama, zeytin tanesine şekil ve sertlik veren pektik maddelerin tahrip olması sonucu meydana gelmektedir. Bu maddelerin tahrip olmasında fermentasyon esnasında gelişen bakteri ve fungusların salgıladıkları çok kuvvetli pektinolitik enzimler sebep olmaktadır. Yumuşamış zeytinlerde yapılan çalışmalar bakterilerden, *Bacillus subtilis*, *B. pumilus* türleri ile *Aerobacter*, *Escherichia*, *Aeromonas* ve *Achromobacter* cinslerine ait türlerin yumuşamaya neden oldukları ve uygun şartlarda pektolitik enzim salgıladıklarını göstermiştir. Mayalardan *Saccharomyces* (*S. oleaginosus*, *S. kluyveri*) ve *Hansenula* cinslerine ait türler ile pembe pigment oluşturan *Rhodotorula* cinslerine ait türlerin yumuşamaya neden oldukları belirlenmiştir. Çalışmalarda, salamuraya %6'dan fazla tuz ve %0,1'den fazla asetik asit ilave edildiğinde yumuşamanın meydana gelmediği bulunmuştur. Yumuşamanın önlenmesi, diğer bozulmalarda olduğu gibi arzu edilen laktik asit bakterilerinin kontrolü ile mümkündür. Normal, aktif bir laktik asit fermentasyonu bozulmaları ortadan kaldırmaktadır. Bu bozulma tuz konsantrasyonunun aşırı düşük olmasından da kaynaklanır. Eksik tuz miktarı dokuların yumuşamasına ve meyvenin gevrekliğini kaybetmesine neden olur. Aynı durum ileri olgunluktaki meyvelerde normal şartlarda da görülebilir. Yumuşamayı önlemek için tuz konsantrasyonunu iyi ayarlamak, zar oluşumuna izin vermemek ve ileri olgunlukta meyveleri kullanmamak gerekir.

Bütirik asit hastalığı (Kötü kokulu fermentasyonlar): Bu bozulma özellikle fermentasyonun ilk günlerinde pH'nın uzun süre yüksek kalması ve fermentasyon sıcaklığının yüksek tutulması sonucu *Clostridium butyricum*'ün çalışması ile ortaya çıkar. Bu bakterinin çoğalıp çalışmasıyla oluşan bütirik asit konsantrasyonu artar ve ürün bu asidin kokusunu alır. Bütirik asit bozulmaları, koliform grubunun sebep olduğu gazlı bozulmalardan daha az görülür. Fakat bu bozulma çok daha etkilidir. Çünkü bu tip bozulmanın görüldüğü zeytinleri atmaktan başka çare yoktur. Tuz konsantrasyonunun düşük olması da bu bakterilerin gelişme ve faaliyetini kolaylaştırır. Bütirik asit hastalığını önlemek için başlangıç tuz konsantrasyonu %7'nin üzerinde

olmalı, fermentasyon sıcaklığı 22-24°C'yi geçmemelidir. Zeytinlerden izole edilen ve bu bozulmayı yapan *Clostridium* türlerinin bazıları pH 4,5'in altında gelişebilmektedirler. pH kısa sürede 4,5'in altına düşecek şekilde gerekli önlemler alınmalıdır. Bu önlemler salamuraya laktik asit ilavesi, şeker katılması ve starter kültür kullanımı olarak tanımlanabilir.

Gaz oluşumlu bozulmalar: Bu bozulmalar genellikle fermentasyonun ilk aşamasında gözlenir. Zeytin tanesinin görünümünü ve yapısını bozan bu değişiklikler hava keseleri ve hava kabarcıkları (gaz cebi veya balık gözü) olarak tanımlanır. Hava kabarcığı olarak adlandırılan bozulma tane kabuğu altında gaz toplanmasından ileri gelir. Daha çok alkali ile acılığın giderilmesinde alkali konsantrasyonunun yüksek olmasından veya bu işlemin yüksek sıcaklıkta yapılmasından kaynaklanır. Bu yanlış uygulama sonucu kabuk ve meyve etinin bağlantısı bozulur. Fermentasyon sırasında mikroorganizmaların oluşturduğu gaz bağlantısı bozulmuş kabuk altında kolayca toplanarak kabuğun etten ayrılmasına ve şişmesine neden olur. Yeşil zeytin salamurasında istenmeyen bu tür bozulmayı önlemek için acılık gidermede alkali uygulamasını hatasız yapmak gerekir. Üretimde kullanılan zeytin çeşidine uygun alkali konsantrasyonu önceden tespit edilmeli ve bu konsantrasyonun üzerine çıkılmamalıdır. Yine sıcaklık düşük, yani 20°C civarında olmalıdır. Eğer iklim gereği bu sağlanamıyor ve sıcaklık 25-30°C'yi buluyorsa acılığı gidermede alkali eriyiğine %3 kadar tuz ilave edilerek olumsuz gelişmeler önlenabilir.

Hava kesesi olarak tanımlanan bozulmada gaz, tane çekirdek etinde çekirdeğe kadar inen yarıklar boyunca toplanır. Burada asıl etken istenmeyen ve gaz oluşturan bakterilerdir. Burada söz konusu olan bakterilerin %70,5'ini *Aerobacter aerogenes* ve *A.cloacae* türleri, kalan bölümünü ise *Escherichia freundii* ve *E.intermedium* türleri oluşturur. Hava kabarcıklarında toplanan gaz da çoğunlukla bu mikroorganizmalar tarafından oluşturulur. Adı geçen bakterilerin çoğalma ve faaliyetleri ile neden oldukları bozulmaları önlemek için salamuraya laktik asit veya sirke ilavesi uygulanarak pH'nın düşürülmesinden başka, başlatıcı salamura veya kültür de kullanılabilir. pH ne kadar düşük olursa tuzun bu bakteriler üzerine etkisi o derece artar, yoksa *A.cloacae* %14 tuz da bile gelişir. Gazlı bozulmaya neden, olan diğer bir grup bakteri de bütirik asit bakterileridir. Bu grup bakteriler kötü kokuya neden olan bütirik asit fermentasyonuna sebep olurlar. Zeytinlerdeki gazlı bozulmaya bakterilerden başka, mayaların da sebep olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda zeytinlerde *Saccharomyces*, *Pichia* ve *Hansenula* cinslerine ait mayalar izole edilmiştir. İzole edilen *S. oleaginosus* ve *S. kluyveri* türlerinin pektinolitik özellikte ve çok şiddetli yumuşamaya sebep oldukları ayrıca *Hansenula anomala* ve bu iki türün, %5 glukoz ihtiva eden salamuraya konan steril zeytinlerde gaz cebi oluşumuna neden olduğu tespit edilmiştir.

Beyaz benekler (Yeasts Spots): Zeytinlerde, kabuk ile et arasında beyaz beneklerin oluşması ile karakterize edilir ve yeşil zeytinlerde çok yaygın olarak görülen bir bozulma tipidir. Bu küçük beyaz benekler aslında

fermentasyon sırasında oluşan bakteri veya maya kolonileridir. Genelde bu koloniler literatürde maya benekleri olarak isimlendirilmelerine rağmen yapılan çalışmalar bu beyaz benekleri *Lactobacillus*'ların oluşturduğunu göstermiştir. Bu bozulmaya daha çok *Lactobacillus plantarum*'un sebep olduğu bilinmektedir. Bozulmanın nasıl kontrol altına alınacağı bilinmemektedir. Yalnız zeytinler üzerindeki bere veya yarımaların bu bozulmayı hızlandırdığı tesbit edilmiştir. Ayrıca zeytin çeşidi de önemlidir. Bahsedilen bu beyaz benekler zeytinlerin görünüşünü bozarak değerlerini düşürüyorlarsa da, uzmanlar zeytinlerin tamamen normal olduğunu ve sağlığa zararlı olmadıklarını bildirmektedirler.

Zepatera bozulması: Bu bozulmanın pH'nın 4,5'in altına düşmediği durumlarda ve fermentasyonun son safhasında meydana geldiği belirtilmektedir. Bozulmuş zeytinler eski deri kokusu almaktadır. Araştırmalar sonucunda bu bozulma ile bazı *Propionibacterium* türlerinin ilgili olduğu tespit edilmiştir. Bu bakterilerin salamurada gelişmesi sonucunda propionik asit ve peynir kokusu meydana getirdikleri görülmüştür. Bazı araştırmacılar ise bu tip bozulmadan *Clostridium* türlerini sorumlu tutmaktadır.

Zar teşekkülü: Özellikle üstü açık kaplarda yapılan salamuralarda ve evlerde dışarıdan satın alınan zeytin tenekesinin kapağı açık bırakılınca sık sık görülen bir bozulma şeklidir. Sebebi yabancı mayaların salamura üzerinde, beyaz-krem rengi yüzen bir zar meydana getirmesidir. Yapılan bir araştırmada bu zarlarda, çoğu zar yapan tipte 18 maya türü bulunmuştur. Bunlar karbonhidrat kaynağı olarak laktik asidi kullanarak gelişir. Zamanla zeytinlerde hoş gitmeyen koku olur ve bozulurlar. Zar teşekkülünün başlangıcında zeytinler yıkanarak tekrar yenebilir hale gelir. Soğuk, zarın gelişmesini büyük ölçüde önlerse de tamamen engel olamaz. Hava yani oksijen olmayınca zar gelişemez. Bu sebeple büyük ölçüde yapılan yeşil zeytin salamuralarının, hava ile temas yüzeyi mümkün olduğu kadar az olmalıdır. Bu hususa yeşil zeytinlerin ambalajında da uyularak tepe boşluğu gayet az, hava almayacak şekilde olmalı ve mümkünse vakum ambalajlama yapılmalıdır.

Diğer bozulmalar: Bunlar daha çok teknolojik hatalardan kaynaklanan değişimlerdir. Mesela; kullanılan kapların iyice temizlenmemiş olması veya bu işleme uygun olmayan kapların kullanılması sonucu kapta bulunan kötü kokunun zeytine geçmesi bu tip bir bozulma şeklidir. Ayrıca fermentasyonun tam bitmemesi veya ortamda şeker bulunması sonucu ambalajlamadan sonra mikroorganizma gelişmesi sonucu tortu ve gaz oluşumu görülür. Son bozulmada ambalaj kabında bombaj görülebilir. Ülkemizde çizerek acılığı giderilen zeytinlerin fermente edilmeden limon vs. ile asitlendirilip ambalajlanarak piyasaya verilmesi durumunda sık sık bu son gelişmeler izlenmektedir.

12.4. Sofralık siyah zeytin üretimi

Ülkemizde sofralık zeytin üretiminin büyük bir bölümü siyah zeytin üretimi teşkil etmektedir. Siyah zeytin üretimi salamuraya işlenen tüm zeytinlerin

%80'inden fazlasını teşkil eder. Yurdumuz tüm dünya siyah zeytin üretiminin %40'ını gerçekleştirmektedir. Daha önce de değinildiği gibi ülkemizde sofralık zeytin üretiminin büyük bir bölümü Marmara bölgesinde gerçekleştirilir. Siyah zeytin üretimi, yeşil zeytin üretiminde olduğu gibi değişik aşamalarda gerçekleştirilir.

12.4.1. Gemlik usulü siyah zeytin üretimi

Yöntemin esasını %10 tuz konsantrasyonunda zeytinleri salamuraya koyarak tuz ve fermentasyonun uzun süredeki etkisiyle acılığı giderme ve yeme olgunluğuna getirme teşkil eder. Memleketimizde siyah zeytin salamuracılığı için uygun çeşitler Gemlik, Edincik-su, Karamürsel-su, Samanlı, Uslu ve Ayvalık zeytin çeşitleridir. Gemlik yöntemiyle siyah zeytin salamurası üretimi sırasıyla hasat ve taşıma, seçme ve ayıklama, fermentasyon, havalandırma, seçme ve sınıflama ve pazara hazırlama aşamalarında gerçekleştirilir.

12.4.1.1. Hasat ve taşıma

Yeşil zeytin üretiminde olduğu gibi siyah zeytin üretiminde de hasat olgunluğu çok önemlidir ve kalite bir ürün için bu tane kabuğu siyah, eti ise menekşe-mor renk aldığı zamandır. Eğer et rengi menekşe-mor olmadan hasata başlanacak olursa son ürünün rengi açık, kalitesi düşük olur. Olgunluk çok ilerleyecek olursa tane eti iyice yumuşar, kabuklar ise buruşur. Son durumda da kalite düşük olur. Bu nedenle hasatın tam zamanında yapılması gerekir. Sofralık zeytin üretim merkezi olan Marmara bölgesinde bu olgunluk ekim sonu kasım başına rastlar. Bu şekilde ekim sonunda başlayan hasat ocak hatta bazı yıllar şubat başına kadar sürer.

Hasat en uygun olarak elle ve kademeli olarak yapılmalıdır. Yani hasat olgunluğundaki taneler toplanıp henüz ham olanlar ağaçta bırakılmalı ve olgunlaştıkça toplanmalıdır. Fakat uygulama böyle değildir. Çoğunlukla elle yapılan hasat, bir ağaçtaki tüm zeytinleri toplayacak şekilde sıyırma yöntemiyle yapılır. Hatta sırıkla hasat uygulamasına bile rastlanmaktadır. Sırıkla hasat tanelerin yaralanıp ezilmesi ve kirlenmesine, dolayısıyla ürün kalitesinin düşmesine neden olur. Ağaçta son hasat döneminde kalan meyvelerde haşere zararları daha fazladır. Elle hasat az derin sepetlere yapılır. Toplanan zeytinler 20-50 kg'lık sepet, sandık veya küfelerde işlem yerine taşınır. Taşımanın çok büyük ve ağır ambalajlarda veya küfelerle yapılması durumunda küfelerin üst üste yığılması ile taneler ezilir ve ürün kalitesi yine bozulur. Bu nedenle taşımada tanelerin ezilmemesi için gerekli özen gösterilmelidir.

12.4.1.2. Seçme ve ayıklama

İşletmeye gelen zeytinler salamuraya konmadan önce bir seçim ve ayıklama işlemine tabi tutulur. Elle yapılan bu işlemde yaralı-bereli, ezik, küçük, henüz çok ham olan tanelerle çürük, küflü ve haşere zararı görmüş taneler seçilip alınır ve salamurada kullanılmaz. Bu şekilde ayıklanmış salamuralık zeytinler bir de yıkama işlemi görürse hem acılığın daha kısa sürede giderilmesi, hem de hijyenik şartlar bakımından daha iyi olur. Ayrıca yıkama ile tarımsal ilaçlama

kalıntıları da büyük ölçüde giderileceğinden bu artıkların fermentasyondaki olumsuz etkileri kalkar. Bu nedenlerle; özellikle tarımsal ilaçlama yapılmışsa bir yıkama işlemi yapılmalıdır.

12.4.1.3. Fermentasyon

Önceleri fermentasyon kabı olarak büyük fıçılar kullanılırken, son yıllarda veya daha doğrusu 1950'den sonra beton havuzlar kullanılmaya başlanmıştır. Bu beton havuzlar 5-25 ton zeytin alabilecek kapasitededir.

İşletmeye gelip seçimi yapılmış zeytinler bu fermentasyon kaplarına bir sıra zeytin, bir sıra iri taneli tuz olacak şekilde doldurulur. Kullanılan tuz miktarı yaklaşık %10'dur. Fermentasyon kaplarına doldurulan zeytinin üzeri hasır veya çuvalarla örtülüp üstüne taşlar dizilir ve üst örtüyü kapatıncaya kadar su ilave edilir. İlk günler tane ve salamura arasındaki madde alış verişi ile salamuranın tuz miktarı hızla azalarak %5-6'ya iner. Bozulma olmaması için eksilen tuzun sık sık tamamlanması gerekir.

Fermentasyon sonunda zeytinler acılık bakımından yenebilir bir özellik kazanır ve tuzlu tat alır. Fermentasyon sonunda ortamda laktik asit olarak %0,5-0,6 kadar asit oluşur ve pH 4,3'e kadar düşer.

Gemlik yönteminde salamura işletmelerinin sıcaklığı yaz aylarında çok artar ve zeytincilerin "**Kefeke**" adını verdikleri yabani mayalar ve küflerden oluşan bir zar meydana gelir. Büyük çoğunlukla yabani mayaların meydana getirdiği bu zar temizlenmediğinden giderek yüzeyde küfler ile gelişme gösterir ve ortam küfümsü bir koku alır. Zarı oluşturan mikroorganizmalar ortamdaki laktik asidi parçalama yeteneğinde olduklarından asitliği düşürüp, pH'yı yükseltirler ve diğer zararlı mikroorganizmaların gelişmesine imkan sağlarlar. Bu bozulmaları önlemek için fermentasyon sırasında oluşan zarın sık sık temizlenmesi ve faaliyetlerinin önlenmesi gerekir. En uygun fermentasyon sıcaklığı 20°C dolayındadır.

12.4.1.4. Havalandırma

Fermentasyon sırasında zeytinin rengi biraz açılır. Çünkü salamura bir kısım renk maddesini çözerek alır. Bu rengi düzeltmek ve zeytinlere kendine özgü siyah rengi kazandırmak için salamuradan çıkarılan ve yıkanan zeytinler kerevetlere serilerek 1-2 gün hava etkisine bırakılır. Böylece hava oksidasyonu ile rengin koyulaşması sağlanır. Ancak günümüzde bu uygulama yapılmamaktadır.

12.4.1.5. Seçme ve sınıflama

Fermentasyondan sonra salamuradan çıkarılan zeytinler bol ve temiz su ile yıkanmalıdır. Fakat yıkamaya gerekli özen gösterilmediğinden satışa sunulan zeytinlerin özellikle sap yerinde arzulanan mikrobiyolojik gelişme görülmektedir. Yıkamayı takiben masalara dökülen zeytinlerin içinden ezik, kusurlu ve renksiz olanlar ayrılır. Buradan zeytin triyörlerine alınan zeytinler tane iriliklerine göre sınıflanır. İriliklerine göre zeytinler lüks duble, duble, 1. Kalite, ve "sıra A" sınıflarına ayrılır.

12.4.1.6. Pazara hazırlama

Sınıflanan zeytinler küfe, 5-15 kg'lık tahta sandık veya plastik torbalar içinde, bazen de tenekelerde salamuralı olarak satışa sunulur. "Gemlik Yöntemi" Yunanistan'daki siyah zeytin üretimine büyük benzerlik göstermektedir.

12.4.1.7. Siyah zeytin salamuralarında görülen bozulmalar

Renk açılması: Zeytinler normal olgunlukta hasat edilip, siyah rengi almış olsalar bile yüksek sıcaklıkta fermentasyon yapılması veya fermentasyonda pH'nın aşırı düşmesi rengin açılmasına neden olur. Bu nedenle fermentasyon yerinin sıcaklığı düşük olmalı ve pH 4'ün altına inmemelidir.

Zar oluşumu: Fermentasyon sırasında salamura yüzeyinde maya ve küflerin gelişmesine izin verilirse tüm yüzeyi zar kaplar. Bu mikroorganizmalar asidi parçalayarak bozulmaya, hatta çürük ve küf kokusuna neden olur. Zar oluşumu ve sonuçlarını önlemek için salamuranın hava ile teması kesilmeli, bu yapılamıyorsa oluşan zarın sık sık temizlenerek alınması gerekir.

Gaz keseleri oluşumu: Bu bozulma genellikle fermentasyonun ilk aşamasında ortamda gelişen *Aerobacter*'ler tarafından meydana getirilir. Bu bakterilerin oluşturduğu gaz zeytin eti içinde yarık veya çatlaklar şeklinde boşluklar açar. Önlenmesi için tuz konsantrasyonu düşük, sıcaklık fazla olmamalıdır.

Zepatera Hastalığı: Yeşil zeytin salamurasında belirtildiği gibidir.

Galazoma bozulması: Bu bozulma aşırı siyahtan maviye kadar olan renkler veya siyah-mavi renkle kendini gösterir. Tanenin yapısı ve tadı bozulur. Tane sulu bir yapı kazanır. Daha çok düşük tuzda hazırlanan salamurada görülür.

Yumuşama: Aşırı olgunlaşma ve düşük tuz konsantrasyonundan ve pektinaz enzimi salgılayan bakteri ve zar yapan mikroorganizmalardan kaynaklanır.

12.4.2. Sele zeytini üretimi

Bu yöntem kuru tuzlama olarak ta bilinir. Olgunlaşmayı ve hasadı takiben ayıklanan zeytinler bir sele veya sandık içinde bir sıra zeytin-bir sıra tuz olacak şekilde istiflenir, kapak kapatılır. Hesaplanacak tuz miktarı %10-15 kadardır. Ağız kapatılan zeytin dolu kaplar sık sık kabın alta gelen yüzü değiştirilerek karıştırılır ve acı suyun tuz tarafından alınması sağlanır. Yaklaşık bir ayda zeytinler yeme olgunluğuna gelir. Su kaybı nedeniyle %25-30 eksilme olur. Ürün yüzeyi aşırı buruşmuştur. Çabuk kurduğundan kısa sürede tüketilmelidir. Ayrıca işlemeyi takiben yağ dökülerek tanelerin yağlanması, kurumayı bir ölçüde önler. Ülkemizde üretimi 300-400 ton/yıl kadardır.

12.4.3. Alkali ile muameleden sonra havalandırarak siyah zeytin üretimi

Salamurada zeytin yapma 6-9 ay gibi uzun sürdüğünden pek tercih edilmez. Diğer taraftan salamura zeytinler buruşuk olduğundan dünya piyasasında tercih edilmez. Tercih edilen zeytinler genelde buruşuk olmayan, parlak siyah renkte ve gevrek olanlardır. Bu usulün diğerlerinden farkı zeytinler alkali ile muamele edildikten sonra yeşil zeytinin aksine hava ile temas ettirilerek siyah rengin oluşması sağlanır. Bu şekilde zeytinler kısa sürede yeme olgunluğuna erişirler.

BÖLÜM 13

DİĞER FERMENTE ÜRÜNLER

13.1. Boza

Boza, mısır, darı, pirinç gibi tahılların öğütülüp su katılarak pişirilmesi ve şeker katılarak fermentasyona bırakılması suretiyle elde edilen az veya çok kıvamlı bir içecektir.

Gıda Maddeleri Tüzüğünde bozanın tanımı ve bozaya ait hükümler şöyledir: "Madde 409: Boza; darı, mısır veya pirincin ezilmesi, kabuk kısımlarından ayrılması, su katılarak pişirilmesi ve süzildükten sonra hafifçe tahammür ettirilmesi ve şeker ilavesi suretiyle hazırlanan, beyaz krem şeklinde koyuca kıvamda, tatlı veya ekşimtrak lezzette olan içilecek maddeye denir." Bozaya hariçten un, sair nişastalı maddeler, glukoz katılması yasaktır.

"Madde 410: Bozada toplam şeker miktarı sakkaroz hesabıyla %15 gramdan az, asitlik derecesi %4'ten fazla olmamalıdır."

Bozada alkol fermentasyonu ile birlikte laktik asit fermentasyonunun da meydana gelmesi nedeniyle bira ile arasında fark bulunmaktadır. Boza ve benzeri içeceklerin tarihçesi MÖ 7. asra kadar uzandığına göre 3 bin yıllık bir geçmişi vardır. Bu gün dahi Mısır'da "Boozah" adı verilen bir içecek geleneksel olarak yapılmaktadır. Boza Güney Afrika Cumhuriyeti'nde büyük endüstri halini almıştır.

Bugün dünyada bizim anladığımız anlamda boza, çoğunlukla Türklerin bulundukları veya Türk egemenliğinde bulunmuş memleketlerde aynı veya çok yakın bir isimle ifade edilmekte ve yapılıp içilmektedir. Memleketimizde boza çoğunlukla kış aylarında yapılıp içilmektedir. Büyük şehirlerimizde boza imal eden küçük birkaç işletme bulunmaktadır. Burada şu hususu belirtmek gerekir ki laktik asidin serinletici etkisi vardır. Bu bakımdan boza yaz aylarında da içilebilir. Yazın bozayı muhafazanın güçlüğü ve sirke bakterilerinin faaliyette bulunarak hoşla gitmeyen asetik asit meydana getirmelerinden dolayı bozanın içimini yalnız kış aylarına yöneltilmiş olsa gerekir.

Boza hem sağlık hem de gıda değeri olan bir içecektir. İçinde laktik asidin bulunması bağırsak florasına ve mide faaliyetine olumlu etki yapmaktadır.

13.1.1. Hammaddenin hazırlanması

Boza hammaddeleri kırma değirmenlerden geçirilerek irmik, bulgur iriliğinde öğütülür. Sonra eleklerden sivrularak geçirilir ve yabancı maddelerle kavuz, kepek kısmı ayrılır. Böylece elde edilen irmik boza yapımında kullanılır.

13.1.2. Kaynatma

Kaynatma genellikle bakır kazanlarda yapılır. İşletmelerde kullanılan bakır kapların altları yuvarlak olduğu gibi düz olanları da vardır. Kazana önce su konarak ısıtmaya başlanır. Kazana alınan su kaynamaya başlayınca bir ton suya yaklaşık olarak 150-200 kg veya hacim olarak 4-6 kısım suya bir kısım irmik hesabıyla hammadde verilir. Kazana irmik verilince karıştırılarak üste çıkan çöp, kavuz vs. bir süzgeçli kepçe ile alınır. Bir müddet sonra hammadde

yavaş yavaş su alarak şişmeye, kabarmaya daha sonra da kaynamaya başlar. Hammaddeyi kaynatma sırasında dikkat edilecek en mühim husus sık sık karıştırılarak dip ve kaymak tutmasını önlemektir. Direkt alevde kaynatılan kazanlarda dip tutma daha fazla olur. Kaynatma sırasında hammadde suyu çektiğinden kazana duruma göre sıcak su ilave edilir. Bu işlem kaynatma sona erinceye kadar birkaç defa tekrar eder. Kaynatma, kabın içindekiler homojen, parmak arasında pütür yapmayacak ve iyice eriyebilir lapa hale gelinceye kadar devam eder. Kaynatma müddeti sıcaklığa ve hammaddenin çeşidine göre 5-10 saat arasında değişir. Hammadde suyu çektikten sonra ateş biraz hafifletilir.

13.1.3. Soğutma ve süzme

Kaynatma işleminden sonra lapa soğutmaya terk edilir. Bazı işletmelerde soğutma ayrı mermer kaplarda yapılmaktadır. Kazandan lapa kepçelerle mermer tekneye alınır. Alt-üst edilerek soğutma çabuklaştırılır veya ertesi sabaha kadar kendiliğinden soğumaya ve dinlenmeye bırakılır. Dinlenmiş ve soğumuş olan koyu kitleye yeterince su ilave edilerek inceltir ve sulandırılır. Su katılırken bir taraftan da koyu kitle homojen hale getirilmek için karıştırılır. Karıştırma işletmenin durumuna göre elle, tahta kürekle veya et kıyma makineleri gibi aletlerle yapılır. Kap olarak gürgen veya dişbudaktan yapılmış tahta fiçiler kullanılır. Süzöldüğü kabın üzerine süzgece destek vazifesi gören ızgara veya kafes konur. Süzgeç bunun üzerine yerleştirilir. Süzgecin kenarları süzülecek mayşenin akmaması için yüksektir. Süzme işlemi, işletmelerde otomatik çalışan ağaç tokmaklar yardımıyla çok küçük delikli pirinç eleklerde yapılır. Sulandırılan mayşe kepçelerle veya tahta olukla eleğin üzerine alınır. Eleğin üzerine gelen kısımda bulunan bir veya iki adet uç tarafları ayak şeklinde tahtadan ve pim vasıtasıyla demir saplara yerleştirilen tokmaklar aşağı-yukarı hareket ederek mayşeyi döverler. Böylece mayşe elekten süzülerek alttaki kapta toplanır. Elek üzerinde kalan kısma yeniden su dökülerek tekrar süzme yapılır. Elekten geçmeyen kısım küspe olarak ayrılır ve yeni bir parti mayşe eleğe sevk edilir. Eleğin altındaki kapta toplanan süzülmüş kısma "şekersiz ham boza" denir. Elek üstünde kalan küspe ise hayvan yemi olarak değerlendirilir.

13.1.4. Şeker ilavesi

Laktik asit bakterilerinin ve mayaların fermentasyonu yapabilmeleri için fermente olabilir şekerlerin bulunması gerekir: Oysa memleketimizde uygulanan boza yapma usulünde biracılıkta veya nişastalı hammadde işleyen ispirotoculukta olduğu gibi malt ilave edilmez. Bu ilave maddeler içindeki diyastaz enzimi tarafından nişasta şekerlendirilmez. Bunun yerine şeker ilave edilir.

Gıda Maddeleri Tüzüğüne göre bozada en az %15 şeker (sakkaroz) olması gerektiğine göre 100 kg ham bozaya 20-22,5 kg kadar sakkaroz katılır. Çabuk erimesi ve homojen hale gelmesi için toz şeker tercih edilir. Aynı zamanda hepsi birden değil, parti parti karıştırılarak ilave edilir. Şeker ham bozaya ya süzöldüğü kapta verilir ve sonra şekerle karışmış olan çöp ayırmak için tekrar süzülerek içinde mayalılık boza bulunan ikinci bir kaba yani

fermentasyon kabına nakledilir veya burada şeker katılarak fermentasyona terk edilir. Şeker ilavesinden sonra şekersiz ham boza "şekerli ham boza" adını alır ve fermentasyona kadar bazı işletmelerde az, bazılarında ise 15-18 saat kadar dinlendirilir.

Türk standartlarında bozanın toplam asitliği laktik asit cinsinden tatlı bozada %0,2–0,5, ekşi bozada %0,5–1,0 olmalıdır. Bozanın uçucu asitliği asetik asit cinsinden tatlı bozada en çok %0,1, ekşi bozada %0,2 olmalıdır.

13.1.5. Fermentasyon

Maya olarak daha önceden yapılan boza kullanılır ve fermentasyon fıçılarda yaptırılır. Katılacak mayalılık boza miktarı bozanın tüketileceği zamana ve sıcaklığa göre değişir. %2-3 oranında katılan maya 15-25°C'de 24 saat kadar sonra bozanın içilecek hale gelmesini sağlar. Bozada başlıca iki çeşit fermentasyon beraber olur. Biri alkol fermentasyonu olup, bozanın kabarması ve CO₂ gazı habbeciklerinin görülmesiyle kendini gösterir. Diğeri ise laktik asit bakterilerinin yaptığı laktik asit fermentasyonudur. Şekerli ham boza veya şeker, fermentasyon kabına katılacaksa şekersiz boza kepçe veya kovalarla fermentasyon fıçısına alınır. Kabarma sebebiyle hacim genişleyeceğinden fıçı tam doldurulmaz. İşletmelerde önceden yapılan bozanın bir kısmı **mayalılık** olarak fıçının dibinde bırakıldığından karıştırılarak fermentasyona terk edilir. Boza içilecek duruma gelince çabuk tüketilmelidir zira fermentasyon hala devam etmektedir. Aksi takdirde bozanın tadı fazla ekşir. Fermentasyonu pratik olarak durdurmak maksadıyla bozayı soğuk bir yerde muhafaza etmek gerekir. Fakat yine de sıcaklık durumuna göre fermentasyon devam eder. Özellikle mevsim başında boza bulunmayacağına göre starter olarak ekşi hamur veya yoğurt kullanılabilir. Ekşi hamur ile yapılan fermentasyonda boza kendi mayasıyla (kültür) yapılarına nazaran daha sulu ve daha ekşi olmaktadır. Yoğurt kullanıldığı taktirde de orta kıvamlı, asitliği daha fazla olur ve karakteristik olan yoğurt tadı kendini hissettirebilir.

13.1.6. Bozanın mikrobiyolojisi

Türk standartlarında bozanın mikrobiyolojik özelliklerine dair bir madde bulunmaktadır. Buna göre; bozada koliform bakteri en çok 10 adet/g, küf en çok 20 adet/g bulunabilir, fekal koliformlar, *Salmonella* ve *Staphylococcus aureus* bulunamaz.

Bozanın mikroforası ile ilgili az sayıda araştırma yapılmıştır. Bir araştırmada bozadan *Saccharomyces carlsbergensis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Streptococcus* spp., *Micrococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. izole edilmiştir.

Yapılan başka bir araştırmada bozada laktik asit bakterisi olarak *Leuconostoc* cinsine ait türler (*Lc. paramesenteroides*, *Lc. mesenteroides*, *Lc. dextranicum*, *Lc. oenos* veya *Oenococcus oenos*) ve *Lactobacillus* cinsine ait türlerin (*Lb. sanfrancisco*, *Lb. coryniformis*, *Lb. confusus*, *Lb. fermentum*) maya olarak da *Saccharomyces uvarum*, *S. cerevisiae* türlerinin hakim olduğu bulunmuştur.

Tablo 25. Boza fermentasyonu esnasında kimyasal ve mikrobiyolojik değişimi.

Zaman (saat)	pH	Asitlik (%)	Alkol (%)	Laktik Asit Bakterileri (kob/ml)	Maya (kob/ml)
0	6,13	0,02	0,02	$7,6 \times 10^6$	$2,25 \times 10^5$
4	5,85	0,04	0,02	$8,6 \times 10^7$	$3,9 \times 10^5$
8	4,77	0,05	0,02	$3,4 \times 10^8$	$7,4 \times 10^5$
24	3,48	0,27	0,79	$4,6 \times 10^8$	$8,1 \times 10^6$

13.2. Şalgam suyu

Fermentasyon ürünlerinden yoğurt, çeşitli peynirler, turşular, alkollü içkiler gibi bazıları evrensel nitelikte; kefir, sake, tarhana, boza gibi bazıları ise ülkeler veya bölgelerle sınırlıdır. Ancak kitlelere henüz ulaşmamış ve üretimi yöresel olarak sürdürülen daha pek çok fermentasyon ürünü bulunduğu kuşkusuzdur. Bu sonunculara iyi bir örnek, Adana ve çevresine özgü "şalgam suyu" dur. Şalgam suyu, kırmızı renkli, bulanık ve ekşi lezzetli bir içecektir. İçel ve Hatay illeri ile bunlara bağlı bazı ilçelerde de tüketilmekle beraber, en yaygın olduğu yöre Adana ve yakın ilçeleridir. Son yıllarda Ankara ve İstanbul gibi büyük şehirlerde de yayılma eğilimi göstermektedir. Bu yörede, çok sıcak geçen bir kaç ay hariç yılın büyük bir kısmında, sofrada ve sofrada dışında en çok tüketilen içecek şalgam suyudur. Evlerde veya çok basit işletmelerde oldukça ilkel usullerle üretilir. Açık olarak veya su ve gazoz şişeleri içerisinde tüketime sunulur. Yiyecek ve içeceklerle ilgili hemen her yerde şalgam suyu bulmak mümkündür .

Şalgam suyunun Adana ve çevresinde bu kadar yaygın olmasının sebebi, şalgam suyunun bu yöreye has yiyeceklerle iyi bir uyum sağlaması ve tad yönünden bunları tamamlamasıdır. Çoğu fermentasyon ürünleri gibi iştah açıcı bir özelliğe sahiptir. Ayrıca şalgam suyunun sindirim sistemi üzerine olumlu bir etki bıraktığı genel bir izlenimdir.

13.2.1. Şalgam suyunun yapımında kullanılan hammaddeler

Şalgam suyunun yapılmasında hammadde olarak bulgur unu, su, kırmızı havuç, tuz, maya ve şalgam kullanılır. Adı şalgam suyu olmakla beraber, her zaman bulunmaması ve özellikle maliyet üzerindeki etkisi nedeniyle, yapımında çoğu kez şalgam kullanılmamaktadır. Bulgur unu, bulgura işlenmek üzere kaynatılmış ve kurutulmuş buğdayın, dış kabukları ayrıldıktan sonra kırma haline getirilmesi sırasında oluşan ve elek altında toplanan kısmıdır. Bu kısım, kırma haline getirilen tanenin %2-3'lik kısmını oluşturur. Diğer bir deyimle yaklaşık 75-80 kg. bulgur yanında, 20 kg kadar kepek, 2-3 kg. da bulgur unu meydana gelir.

Havuç, *Urubelliferae* familyasından iki yıllık bir bitkidir. Taksonomide *Daucus carota* olarak adlandırılan bu sebze karoteince zengin olduğu gibi önemli miktarlarda tiamine (B1) ve riboflavin (B2) vitaminleri de ihtiva eder. Havuçta çok miktarda şeker bulunur. Havuç suyunun mide bağırsak rahatsızlıklarına iyi geldiği bildirilmiştir. Çok sayıda türleri vardır. Şalgam suyu yapımında kırmızı renkli havuçlar kullanılır. Şalgam suyunun kendine özgü rengi havuçtan geçen pigmentlerden ileri gelir.

Şalgam, *Cariciferae* familyasından *Brassica* cinsine ait bir bitkidir. Latince adı *Brassica rapa* 'dır. Kökü ve yaprakları için ekilir. Bileşiminde kalsiyum ve demir gibi madensel maddeler ile A, C ve B grubu vitaminler bulunur. Şalgam suyu yapımında kökleri kullanılır. Şalgam suyunun tad ve aroması üzerinde etkili olur. Şalgam suyu yapımında maya olarak, genellikle, ekşi hamur kullanılır. Tuz, sofrada tuzu niteliğindedir. Su ise içilebilir nitelikte musluk suyudur

13.2.2. Şalgam yapım tekniği

Bulgur unu içerisinde %10 oranında ekşi hamur ve %10 oranında tuz katıldıktan sonra su ile yoğrularak hamur haline getirilir ve fermentasyona terk edilir. Fermentasyon ortamın sıcaklığına göre 3-5 gün kadar sürer. Havanın soğuk olduğu mevsimlerde hamur yapımında ılık su kullanılır. Fermentasyon sırasında hamur kabarıp ve bir süre sonra yüzünde çatlaklar oluşmaya başlar. Genellikle bu aşamada fermentasyon yeterli görülür ve hamur büyük bir kap içerisinde alınır. Üzerine dört katı kadar su katılır ve 5-10 dakika sürekli karıştırılarak çözünabilir maddelerin suya geçmesi sağlanır. Bir süre sonra çözünmeyen kısımlar dibe çöker ve üstteki sıvı alınarak başka kaplara aktarılır. Bir tür ekstraksiyon olan bu işlem 3 kez daha tekrarlanır. Ancak ikinci ekstraksiyondan itibaren her defasında %0,5 kadar tuz ilave edilir. Ekstraksiyon sonucu elde edilip başka kaplara aktarılan sıvı, içerisinde %1 oranında tuz, %15 dilimlenmiş kırmızı havuç, %2 dilimlenmiş şalgam ve %15 kadar da tüketime hazır şalgam suyu katılarak, bu kaplar içerisinde fermentasyona terk edilir. Mevsim kış ise, havuç, üzerini örtecek kadar hamur suyu içerisinde kaynama noktasına gelinceye kadar ısıtılır ve suyu ile birlikte sıvı içerisinde aktarılır. Fermentasyon süresi ortamın sıcaklığına bağlı olarak 3 gün ile 1 hafta arasında değişir. Fermentasyon sırasında bir yandan havuçtaki renk maddeleri sıvıya geçer, bir yandan da mikroorganizmaların (laktik asit bakterilerinin) etkisi ile asit oluşur. Bu olaylar sonunda şalgam suyu kendine özgü kırmızı rengini alır ve ekşi lezzetini kazanır. Bundan sonra şalgam suyunun kısa sürede tüketilmesi gerekir. Özellikle sıcaklığın biraz yüksek ve hava ile temas yüzeyinin geniş olması halinde yabancı mayalar kolayca gelişir ve asitliği düşürerek şalgam suyunun niteliğinde bir değişmeye ve zamanla bozulmasına neden olur. Sıcak yaz aylarında şalgam suyu yapılmamasının en önemli nedeni de kısa sürede bozulması ve saklanma güçlüğüdür.

Şalgam suyu ya açık olarak büyük plastik bidonlarda ya da basit olarak kapatılmış şişeler içerisinde piyasaya verilir. Pastörize edilmez, içerisinde herhangi bir koruyucu madde de katılmadığı için kısa sürede tüketilmesi gerekir. Yapılan araştırmalarda pastörizasyonun şalgamın duyu özelliklerini olumsuz etkilediği bulunmuştur. Açık olarak satılan yerlerde içerisinde dilim halinde havuçlar da bulunur ve bunlar da şalgam suyu ile birlikte tüketilir.

13.2.3. Şalgam suyunun bileşimi ve mikroflorası

Şalgam suyunun renk ve tad yönünden az çok farklılık gösterdiği bilinmekle beraber, içerisinde bulunan maddeler konusunda fazla bir bilgi yoktur. Yapılan araştırmalarda, ortalama olarak, toplam asitliğin %0,11-0,76 arasında, toplam laktik asit miktarının 0,58-3,59 g/l arasında, kuru madde miktarının 28 g/L, tuz miktarının 15 g/L, pH değerinin 3,29-3,60 ve renk indisinin 60 civarında, karbondioksitin 0,74 g/L, demirin 1,9 mg/L, potasyumun 606 mg/L, fosforun 14,6 mg/l kalsiyumun 134 mg/L olduğu tesbit edilmiştir.

Bir araştırmada; toplam canlı bakteri sayısı $2,7 \times 10^6$ - $6,1 \times 10^7$ adet/ml., maya sayısı $3,5 \times 10^5$ - $1,1 \times 10^7$ adet/ml, laktik asit bakterileri sayısı $1,2 \times 10^4$ - $4,6 \times 10^7$ adet/ml, arasında bulunmuştur.

13.3. Hardaliye

Hardaliye Trakya bölgesinde, özellikle koyu renkli üzümlerin laktik asit fermentasyonu ile üretilen geleneksel bir üründür. Bu ürün hakkında bilimsel bir literatüre rastlanamamış olup, yaşlı köylülerle yapılan kişisel görüşmelerden bölgenin eski sakinlerinden Rumlar'ın geleneksel bir içeceği olduğu şeklinde bilgi alınmıştır. Hardaliye yeterli olgunluğa ulaşan Hamburg Misketi, Madam Mathies gibi kırmızı kokulu üzümlerden üretilmektedir. Üzümler toplanıp yıkandıktan sonra salkımından ayrılıp ezilir altı süzgeç şeklinde olan kazanlara konur. Bir kat ezilmiş üzüm veya üzüm suyu (1 kg, l), bir kat siyah hardal tohumu + K-Benzoat karışımı (2+1 g) şeklinde kat kat doldurulur. K-Benzoat sırada maya faaliyetini engelleyerek alkol fermentasyonunu önlemektedir. Hardal tohumu ürüne adını verdiği gibi aroma da vermektedir. Ayrıca bünyesinde bulunan uçucu yağ allil izotiyosiyanat sıradaki bazı mikroorganizmaların gelişmesini önleyerek ürünün muhafazasına katkıda bulunur. Doldurulan kazanın üzeri hafif açık bırakılır. Oda sıcaklığında 1 hafta -10 gün bekletilir. Süzülür, soğukta muhafaza edilir. Taze olarak tüketildiği gibi şarap gibi yıllandırılarak da içilir. Fakat yıllandırılarak tüketilenler ya alkol oranı yükselip hardal aromalı şarap olmakta ya da sirkeleşmektedirler.

Üretimde üzüm kabuğuyla birlikte fermente edildiği için üzümün sap, çöp ve kabuklarından da hardaliyeye bir çok maddeler geçer. Üzüm tanesinin kabuğundan daha çok renk maddeleri, tanen, azotlu ve madensel maddeler bulunur. Tanenin etli kısmının çekirdeğe yakın olan kısmında çekirdeksiz kuru madde ile asit, kabuğa yakın olan kısmında şeker, azotlu maddeler ve pektin bulunur. Tane çekirdeğinde ise tanen ve yağ mevcuttur. Üzüm suyunda erimiş halde bulunan maddeler karbonhidratlar, asitler, azotlu maddeler, madensel maddeler, polifenoller (tanen ve renk maddeleri), yağ ve mum bileşimindeki maddeler, aroma maddeleri, enzimler ve vitaminlerdir.

13.4. Tarhana

Tarhananın Orta Asya'dan göçen Türkler ve Moğollar tarafından Ortadoğu Anadolu, Macaristan ve Finlandiya'ya getirildiği ve tanıtıldığı kabul edilmektedir. Tarhana Macaristan'da Tahonya, Finlandiya'da Talkuna, Irak'ta Kışk, Türkistan'da Göce gibi isimlerle bilinmektedir. Divan-ı Lügatit Türk'te tarhana için yazdan kış için saklanan yoğurt anlamında Tar kelimesi kullanılmıştır. Yunanistan'da da Trahanas adı altında üretilmektedir.

Tarhana genel olarak buğday ürünlerinin yoğurt katılarak laktik asit fermentasyonuna tabi tutulmasıyla üretilen, kurutularak dayanıklılığı artırılan, yarı hazır bir gıda maddesidir. Uygulamada, söz konusu iki temel hammaddeye kuru soğan, domates, tuz, kırmızı biber ve diğer baharatlar gibi tat ve aroma verici maddeler, bazen nohut gibi besin değerini artırıcı baklagiller eklenir ve karışım yoğurur. Tabii mikroflorayla yada beraberinde ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) ilavesiyle gerçekleşen fermentasyondan sonra, kurutma ve öğütme işlemleri yapılır.

13.4.1. Tarhananın bileşimi

Genel olarak tarhana bileşimine giren maddeler şunlardır: Un, göce, irmik, yoğurt, süt, domates, soğan, biber, tuz, aroma verici otlar yanında nadiren tarhanaya değişik lezzet vermek ve besin değerini yükseltmek amacıyla peynir, et suyu, margarin ve maya (*Saccharomyces cerevisiae*) da katılır.

Un: Kaliteli tarhana elde etmek için gluten kalitesi yüksek unlar tercih edilmektedir. Un tarhanası göce tarhanasına göre daha çabuk ve kolay pişer.

Göce: Yumuşak buğday temizce yıkanır. Kuruduktan sonra taş ve diğer yabancı maddeleri ayrılır. Buğdayların çok az su ile nemlendirildikten sonra taş dibeklerde tahta tokmaklarla dış kabukları ayrılır. Kepeği ayrılmış buğdaylar el değirmenlerinde öğütülerek yarma haline getirilip tarhana üretiminde kullanılır. Bu işlemlerin yapılması uzun zaman alır ve zahmetlidir. Göce tarhanası un tarhanasına göre daha uzun zamanda pişer.

İrmik: Bazen un ile birlikte kullanılır.

Yoğurt: Torba yoğurdu veya normal yoğurt kullanılır. Kesilmiş sütler de yoğurt yerine kullanılabilir. Yoğurdun kullanımının amacı laktik asit fermentasyonunu başlatmaktır.

Süt: Bazen yoğurt ile birlikte kullanılır, bazen ise çiğ veya pişirilmiş olarak hamurun fermentasyona terk edildiği günlerde sabah ve akşam yoğururken elleri ıslatmak için kullanılır.

Domates: Kırmızı ve suyu az domatesler kullanılır. Bazen domates yanında domates salçası da ilave edilebilir.

Soğan: Tarhanaya lezzet vermesi açısından acı ve kışkık soğanlar kullanılır.

Biber: Lezzet vermek için kullanılır. Tarhananın cazip renkli olması için kırmızı etli biberler tercih edilir. Acı sevenler bu biberin acısını tercih ederler. Yeşil biber de kullanılabilir.

Tuz: Tarhaya lezzet vermek için, dayanıklılığı arttırmak maksadıyla kullanılır

Aroma verici otlar: Tarhananın aroma ve kokusunu arttırmak için çeşitli bitki yaprakları veya bitki parçaları katılmaktadır. Dereotu, nane, buy otu tohumu, karabiber bunlardandır.

Maya: Amaç laktik asit fermentasyonu yanında alkol fermentasyonunun da

oluşumunu sağlamak, tada etki etmektir. Kullanılan maya ekmek mayasıdır (*Saccharomyces cerevisiae*). Bebeklerin beslenmesinde kullanılacak tarhanalarda aroma verici ollar ve tuz kullanılmamaktadır veya çok az kullanılmaktadır.

13.4.2. Değişik yörelere ait tarhana yapım teknikleri

Tarhana üretim tekniği her ülkede hemen hemen aynıdır. Yalnız geleneklere ve alışkanlıklara bağlı olarak bileşiminde küçük bazı farklılıklar olabilmektedir.

Bunun yanı sıra tarhananın bileşim ve üretim tekniğinde, ülkemizde dahi yöresel farklılıklara rastlanmakta ve değişik isimlerde tarhana çeşitleri üretilmektedir. Ülkemizde tarhana çoğunlukla ev ekonomisi çerçevesinde üretilmekte ve tüketilmektedir. Ticari tarhana üretimi az olmakla birlikte, son yıllarda bir artış göstermiştir. Endüstriyel boyutta ilk üretimin 1950 yılında başladığı bildirilmektedir. Standartlara göre un, göce, ırmik ve karışık tarhana olmak üzere dört ayrı tipe ayrılan tarhananın yapım şekli ve ihtiva ettiği malzemeler yörelere göre farklı özellikler taşımaktadır. Çorum, Amasya, Kahramanmaraş, Nevşehir, Gaziantep, Aydın, Afyon, Muğla gibi bazı illerde tarhana yapılırken tahıl gurubundan kabuğu çıkarılmış buğday yarması (gendime veya buğday kırması) kullanılmaktadır. Bu tarhana türüne Göce Tarhanası denilmektedir. Kastamonu, Antalya, Burdur, Bolu, Uşak, Denizli, Ankara, Manisa, Tekirdağ, Zonguldak, Çanakkale gibi bazı illerde ise tarhana göce yerine buğday unu ile hazırlanmaktadır. Göce ve un tarhanasında buğday unu veya göce (buğday kırması) yoğurtla karıştırılmaktadır. Tokat, Sinop, Edirne, Tekirdağ gibi bazı illerde süt, un, yumurta karışımı ile hazırlanan ve Sütlu Tarhana denilen bir tarhana çeşidi daha bulunmaktadır. Ege Bölgesi'nin bazı illerinde ise yoğurt-tahıl karışımına kuru baklagillerden mercimek ve nohut da eklenmektedir. Tarhananın diğer malzemeleri domates, soğan, biber ve aroma verici çeşitli otlardır. Bu otlar genelde nane, dere otu ve tarhanaya özel lezzet verdiği belirtilen tarhana-tarhun veya çörtük otudur. Bazı yörelerimizde tarhana hamuruna ekşi maya da eklenmektedir.

Türklerde Yiyecek Kültürü adlı kitapta "Kızılıcık Tarhana" ve "Hurmali Tarhana" dan da bahsedilmiştir. Günümüzde Bolu ilinde Kızılıcık Tarhanası bilinmekte ve kullanılmaktadır. Kızılıcık Tarhanası diğer tarhana türlerinden farklı olarak buğday unu veya arpa göcesinin kızılıcık ile karışımından hazırlanmış bir üründür. Kızılıcık tarhanasının unla hazırlanmış şekli, mide ve bağırsak bozukluklarının en şifalı ilacı olarak bilinmekte ve Kızılıcık Göcesi denilen şekli ise, sütle pişirilip yeni doğum yapmış kadınlara yedirilmektedir.

Çeşitli malzemeler kullanılarak hazırlanmış olan tarhana hamuru, 1-5 günlük sürelerle laktik asit fermentasyonuna bırakılmaktadır. Fermentasyona uğramış hamur parçalar halinde dökülerek kurutulmakta ve ırmik haline getirilmektedir. Bazı yörelerde tarhana hiç fermente edilmeden kurutulmakta, bazılarında ise kurutulmadan saklanmaktadır. Mısır'da Kishk adıyla bilinen tarhana, ekşi süt-buğday karışımına kaynamış tavuk ilave edilerek hazırlanmaktadır. Irak'taki Kushuk ise süt-ekşi hamur karışımına şalgam ilavesiyle hazırlanmaktadır. Yunanistan'da bilinen trahanas başlıca, koyun ve

keçi sütünden laktik asit fermentasyonu vasıtasıyla oluşan lor peyniri ve buğday unundan üretilir.

Macaristan'da tarhana, beyaz unun temizlendikten sonra kaldırılabileceği kadar yumurta ile karıştırılması ile hazırlanır. Karışım yoğurulur, kalburdan geçirilir, üç ayrı irilikte ayrılır. En büyüğü çorba pişirmede kullanılır. Böyle hazırlanan parçalar çevrilerek güneşte kurutulur. Geceleri kapalı yere konur. Kuruduktan sonra bez torbalara doldurulur ve kuru yerde saklanır. Finlandiya'nın talkunasında ise yulaf, arpa, çavdar ve bezelye gibi diğer hububat unları karıştırılır, çok az tuz ilavesiyle fırınlanıp kurutulur. Kuru ve çok inceltilmiş olarak keseler içinde saklanır.

13.4.3. Tarhananın besin değeri

Tarhana iyi bir protein ve vitamin kaynağıdır. Bundan dolayı ekseriyetle yaşlı kişiler ve çocukların beslenmesi için kullanılmaktadır. Tarhananın besleyici özelliği hazırlanmasındaki teknikten kaynaklanmaktadır. Tarhanada temel bileşeni olarak yer alan un, düşük kaliteli bir protein kaynağı olup, bünyesindeki birinci ve ikinci derecedeki sınırlı esansiyel amino asitleri sırasıyla lizin ve threonindir. Tarhananın bileşiminde yer alan diğer temel bileşen yoğurtta ise bu amino asitler bol miktarda bulunmaktadır. Tarhanadaki buğday unu ve yoğurt, esansiyel amino asitler yönünden birbirlerini büyük ölçüde tamamlamakta ve bu sebeple de tarhana yüksek kaliteli bir protein kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Laktik asit fermentasyonu, yoğurtla bileşime giren *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* bakterileri tarafından gerçekleştirilmekte ve üründe laktik asit oluşmaktadır. Bazı bölgelerde ise bileşime ayrıca ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) eklenerek üretim yapılmaktadır. Maya etil alkol fermentasyonunu gerçekleştirmekte ve üründe etil alkol ile karbondioksit oluşmaktadır. Yoğurt bakterileri ile maya birlikte laktik asit, etil alkol, karbondioksit ile tarhanaya özgü tat ve aroma veren diğer fermantasyon ürünleri üretirler. Tarhana, asidik ve ekşi bir tadla birlikte kuvvetli maya lezzetindedir. Arap ülkelerinin tarhanası olan Kishkin yapımı sırasında bulunan baskın mikroorganizmalar yüksek sayıda *L. plantarum*, *L. casei* ve *L. brevis*, mayalar ve *Bacillus subtilis*'tir. Laktik asit bakterileri ve mayalar fermentasyon esnasında aktif olarak çoğalan yegane mikroorganizmalardır. Fermentasyon sonucunda organik asitler pH'yı düşürerek ve koruyucu şekilde etki ederek üründe istenmeyen bakteriler üzerinde bakteriyostatik etki yapmaktadır. Fermentasyonun ürünün raf ömrünü uzattığı bilinen bir gerçektir. Fermentasyonla daha ekonomik, güvenilir, lezzetli ve beslenme değeri daha yüksek ürünler elde edilir. Tarhana higroskopik değildir ve 2-3 yıl saklanabilir. Bu süre içinde hiç bozulma belirtileri olmaz.

Tarhana oluşumundaki laktik asit fermentasyonu esnasında ortamdaki protein, karbonhidrat ve yağ gibi besin öğelerinin bakteri kültürleri tarafından ön sindirime tabi tutulmaları, tarhananın daha kolay sindirilebilmesi ve daha besleyici bir özellik kazanmasına neden olmaktadır. Fermentasyon süresince ortamdaki proteinlerin bir kısmı ön sindirim olarak niteleyebileceğimiz bir parçalanma sonucu peptidlere ve serbest aminoasitlere dönüşmektedir. Laktik

asit oluşumunu sağlayan laktik asit bakterileri ortamdaki proteinin ince dispers halde koagüle olmasını sağlamakta, böylece sindirim enzimleri daha geniş bir yüzeyi etkileyerek proteinlerin daha çabuk parçalanabilmesine neden olmaktadır. Burada önemli nokta yoğurt kültürlerinin proteolitik aktiviteye sahip olmalarıdır.

Laktozun laktik asit bakterileri tarafından kısmen laktik aside dönüştürülmesi nedeniyle yoğurdun, dolayısıyla tarhananın süte göre düşük düzeyde laktoz ihtiva etmesi, laktoz intoleranslı hastalarda da kullanılabilirliği artırdığı bildirilmektedir. Ayrıca fermentasyon esnasında bazı mikroorganizmalar, çeşitli vitamin ve bazı büyüme faktörlerini sentezleyerek ürünün besin değerini daha da artırmaktadır.

Protein değeri yüksek, sindirilebilme özelliği yüksek olan tarhana, oyun-okul çağı çocuklar ve protein ihtiyacı yüksek olan risk altındaki kişiler için yararlı bir gıdadır. Su yerine sütle pişirilirse 6 aydan büyük çocuklar için yeterli protein kaynağına sahip bir mama olacağı görülmüştür. Tarhananın besin değeri, içine katılan maddelerin cinsine ve katılma oranına bağlı olarak değişiklik göstermekle beraber ortalama %60-70 nişasta ve şeker, %10-12 protein, %5yağ, %5 kül ve %8 tuzdan kaynaklanmaktadır. 100 g tarhananın verdiği enerji miktarı 287-397 kcal arasındadır.

13.5. Diğer bitkisel fermente ürünler

Turşu ve zeytin dışında genellikle Uzakdoğu ve Asya'ya özgü soya sosu, tempe, miso, ogi, gari, bongkrek ve ontjom gibi değişik bitkisel ürünler kullanılarak üretilen çok fazla sayıda fermente gıda mevcuttur. Burada aşağıda özellikleri kısaca özetlenmiş olan ürünlere değinilmiştir.

Soya sosu: İki aşamalı fermentasyonla üretilen bir soya fasulyesi ürünüdür. Birinci aşamada fermentasyon *Aspergillus oryzae* ve *A. soya* türleri ile soya fasulyesi veya değişik fasulye karışımları kullanılarak gerçekleştirilir. Fermentasyonun ikinci aşamasında *Zygosaccharomyces rouxii* ve *Lactobacillus delbrueckii* rol oynar.

Tempe: Islatılmış soya fasulyesinin *Rhizopus oligosporus* kültürü ile 31°C'de 24 saat fermentasyona tabi tutulmasıyla üretilen bir soya fasulyesi ürünüdür.

Miso: Koji ile pişirilmiş ve tuzlanmış soya fasulyesinin 4-12 ay süreyle fermentasyona tabi tutulması sonucu üretilir. Beyaz veya tatlı miso sadece 1 hafta, daha yüksek kaliteli ve **mame** adı verilen miso tipi ise 2 yıl süreyle fermentasyona tabi tutulabilir. Miso ve benzeri ürünlerde starter kültür olarak *Rhizopus oligosporus* veya *Aspergillus oryzae* kullanılır.

Ogi: Ilık suda ıslatılmış mısır tanelerinden üretilen bir üründür. Fermentasyonun başlangıcında *Corynebacterium* türleri baskın duruma geçerek maya ve laktik asit bakterilerinin gelişmesi için uygun bir ortam hazırlar. Daha sonra fermentasyonda *S.cerevisiae* ve *L.plantarum* rol oynar.

Gari: Kasava bitkisinin fermentasyonu ile üretilen bir üründür. Kasava bitkisinin kökleri siyanojenik glikozid adı verilen ve bitki çiğ tüketildiğinde zehirleyici etkisi olan toksik bir madde içermektedir. Kasavanın fermentasyonu sonucu toksik glikozid parçalanarak hidrosiyamik asit gaz formunda açığa çıkar. Fermentasyonun birinci aşamasında *Corynebacterium manihot* nişastayı fermente ederek pH'yı belirli bir düzeye kadar düşürür. Oluşan bu asidik şartlarda *Geotrichum* türleri gelişerek garinin karakteristik tat ve aromasını oluşturur.

Bogkrek: Preslenmiş hindistan cevizi kekinin *Rhizopus oligosporus* ile fermentasyonu ile üretilen bir üründür.

KAYNAKLAR

- Adams, M.R., Moss, M.O. (2004)** Food microbiology. 2nd ed., RSC, Cambridge.
- Akman, A.V. (1958)** Fermentasyon teknolojisinde özel bahisler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 142, Ankara.
- Akman, A.V., Yazıcıoğlu, T. (1960)** Fermentasyon teknolojisi. 2. Kitap. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 160, Ankara.
- Akman, A.V., Yazıcıoğlu, T. (1962)** Fermentasyon teknolojisi. 1. Kitap. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 51, Ankara.
- Aktan, N., Kalkan, H. (1998)** Sirke teknolojisi. Ege Üniversitesi, Bornova-İzmir.
- Aktan, N., Kalkan, H. (1999)** Distile alkollü içkiler teknolojisi. Ege Üniversitesi, Bornova- İzmir.
- Arıcı, M. (2000)** Mikrobiologische Untersuchungen und Mykotoxinanalysen eines fermentierten Getreideproduktes (Tarhana). Ernährungs-Umschau, 47, 477-479.
- Arıcı, M., Coşkun, F. (2001)** Hardaliye: Fermented Grape Juice as a Traditional Turkish Beverage. Food Microbiology, 18, 417-421.
- Arıcı, M., Dağlıoğlu, O. (2002)** Boza: A lactic acid fermented cereal beverage as a traditional Turkish food. Food Reviews International, 18, 39-48.
- Arıcı, M. (2004)** Mikrobiologische und chemische Eigenschaften von Salgam. Ernährungs-Umschau, 51, 10-11.
- Baumgart, J. (1993)** Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln. Behr's Verlag, Hamburg.
- Canbaş, A. (1988)** Fermentasyon biyokimyası. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 77, Adana.
- Dağlıoğlu, O., Arıcı, M., Konyalı, M., Gümüş, T. (2002)** Effects of tarhana fermentation and drying methods on the fate of Escherichia coli O157:H7 and Staphylococcus aureus. Eur. Food Res. Technol., 215, 515-519.
- Demirci, M. (1999)** Gıda kimyası. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tekirdağ.
- Dittrich, H.H. (1977)** Mikrobiologie des Weines. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Doyle, M.P., Beuchat, L.R., Montville, T.J. (1997)** Food microbiology. fundamentals and frontiers. ASM Press, Washington D.C.
- Ertugay, Z., Elgün, A., Kurt, A., Gökalp, Y. (1994)** Fermentasyon teknolojisi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayın No: 671, Ziraat Fakültesi Yayın No: 301, Ders Kitapları Serisi No:53, Sf: 305, Erzurum.
- Ertugay, Z., Certel, M. (1995)** Biyoteknoloji I. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu Yayın No: 135, Erzurum.
- Evren, M. (2000)** Laktik asit ve asetik asit fermentasyonları, Yayınlanmamış Ders Notları, Samsun.
- Fernandez, A.G., Diez, M.J.F., Adams, M.R. (1997)** Table olives. Chapman & Hall, London.
- Fidan, I., Şahin, İ. (1983)** Alkol ve alkollü içkiler teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 863, Ankara.

- Gökçe, M.H. (Ed.) (1990)** Standart üzüm çeşitleri kataloğu. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Seri 15, Ankara.
- Jay, J.M. (1992)** Modern food microbiology. 4th ed., Chapman & Hall, New York.
- Krämer, J. (1992)** Lebensmittelmikrobiologie. Behr's Verlag, Hamburg.
- Krause, U. (1997)** Bier Brauen. 3. Auflage, Südwest Verlag GmbH & Co. KG, München.
- Lea, A.G.H., Piggott, J.R. (Eds.) (1995)** Fermented beverage technology. Chapman & Hall, New York.
- Muttzall, K. (1993)** Einführung in die Fermentationstechnik. Behr's Verlag, Hamburg.
- Müller, G., Litz, P., Münch, H.D. (1983)** Mikrobiologie pflanzlicher Lebensmittel. Steinkopf Verlag, Darmstadt.
- Pamir, M.H. (1985)** Fermentasyon mikrobiyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 936, Ankara.
- Ray, B. (2001)** Fundamental food microbiology. 2nd ed., CRC Pres LLC, Florida.
- Taylan, T. (1974)** İlmi şarapçılık. Şarap yapımı II. Tekel Genel Müdürlüğü, İstanbul.
- Tetik, D. (2001)** Sofralık zeytin işleme teknikleri. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Zeytincilik Araştırma enstitüsü Müd. Yayın No: 53, Bornova, İzmir.
- Tunçel, G. (1998)** Fermente alkollü içeceklerde mikrobiyolojik bozulmalar ve muhafaza yöntemleri. Gıda Mikrobiyolojisi (Ed.: Ünlütürk, A., Turantaş, F.) Sf. 387-408, Mengi Tan Basımevi, İzmir.
- Turantaş, F. (1998)** Fermentasyon mikrobiyolojisi ve fermente gıdalar. Gıda Mikrobiyolojisi (Ed.: Ünlütürk, A., Turantaş, F.) Sf. 431-482, Mengi Tan Basımevi, İzmir.
- Türker, İ. (1963)** Sirke teknolojisi ve teknikte laktik asit fermentasyonları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 209, Ankara.
- Türker, İ. (1974)** Fermantasyon teknolojisi. Cilt I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 553, Ankara.
- Türker, İ. (1977)** Malt-bira kimyası ve teknolojisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları Ders kitabı: 203, Ankara.
- Türker, İ., Canbaş, A. (2001)** Malt ve bira teknolojisi. 3. Baskı, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No. 4, Ders Kitapları Yayın No. A-2, Adana.
- Yazıcıoğlu, T., Durgun, T. (1976)** Malt ve bira teknolojisi uygulama klavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 574, Ankara.
- Tucker, G.A., Woods, L.F.J. (Eds.) (1995)** Enzymes in food processings. Blackie Academic & Professional, London.
- Wood, B.J.B. (Ed.) (1985)** Microbiology of fermented foods. Vol. 1, 2. Elsevier Applied Science Publisher, London – New York.
- Wood, B.J.B., Holzapfel, W.H. (Eds.) (1995)** The genera of lactic acid bacteria. The lactic acid bacteria Vol. 2., Blackie Academic & Professional, London.