EKMEK ÜRETİM TEKNOLOJİSİ - 1

Yrd. Doç. Dr. Murat YILMAZTEKİN

EKMEK HAMURU HAZIRLAMA

1. EKMEK ÜRETİMİNDE TEMEL BİLEŞENLER

2. EKMEK ÜRETİMİNDE YARDIMCI BİLEŞENLER

3. EKMEK HAMURU

EKMEK ÜRETİMİNDE TEMEL BİLEŞENLER

Ekmek hamuru hazırlarken yapının temelini oluşturan maddeler un, su, maya ve tuzdur.

Çeşit ekmek yapımında kullanılan ayçiçeği, keten tohumu, haşhaş vb. maddelerde çeşit ekmek için temel bileşen olarak kullanılmaktadır.

Un

Buğday, arpa, yulaf vb. hububatın çeşitli yöntemlerle öğütülmesi sonucu elde edilmiş tozlarına un denir. Yarı işlenmiş bir gıdadır.

Undaki ana bileşenler: Glüten, nişasta, selülozik içerik, şeker (karbonhidrat), yağ ve sudur.

Ekmekçilikte kullanılan hububat çeşitli olmasına karşılık aksi belirtilmedikçe un diye bahsedilen buğday unudur.

Buğday unu ilk bakışta beyaz ve homojen gibi görünse de yapı olarak elde edildiği buğday özelliğine bağlı olarak farklılıklar gösterir. Farklı buğdaylardan elde edilen unlardan yapılan ekmeklerde farklı sonuçlar verir.

Bu nedenle modern un fabrikaları standart un elde edebilmek için, sürekli laboratuvar araştırmaları yapmakta ve istenilen özelliğe uygun unları hazırlamaktadır.

Genellikle elde edilmek istenilen unun kullanım amacına göre farklı nitelikteki buğdaylar belirli oranlarda karıştırılarak buğday paçalı elde edilir.

Katkı maddeli ekmeklik unlar, katkı maddelerinin standart unlara katılmasıyla elde edilir.

Ekmeklik unlar öğütüldükten sonra hemen kullanılmazlar. Yaz aylarında en az iki hafta, kış aylarında ise üç hafta kadar depolayarak dinlendirilmeleri gerekir. Bu dinlenme sırasında un havanın oksijeni ile temas ederek oksidasyona uğrar. Kuvvetlenir, rengi ağarır.

Bu sürece olgunlaşma da denir. Unun olgunlaşması sonucu hamurun işlemesi kolaylaşır.

Unu depolarken belirli kurallara uymak gerekir;

- Sıcaklık , nem ve ışık en çok dikkat edilmesi gereken konulardır. Bu nedenle nem ölçer ve sıcaklık ölçer ile periyodik kontroller yapılmalıdır.
- Çuvallar düzgün bir şekilde ızgaralar üzerine istiflenmeli, tahta veya plastik ızgaralar kullanılmalı ve yerden 10 -15 cm. yükseklikte olmalıdır.
- Sekiz çuvaldan fazla üst üste konulmamalı, ve 10–15 gün depoda dinlendirilmiş unlar elenerek kullanılmalıdır.
- Genel depo şartları un depoları için de geçerlidir.
- İlk giren ilk çıkar kurallarına uyarak varsa ilgili evraklar kullanılmalıdır.

Rutubetli un istenmeyen özelliklere sahip undur. Şu özellikleriyle tanınır:

- Kendine has bir kokusu vardır.
- Görünüşü pütürlü gibidir.
- Ele alınıp avuç içinde sıkıldığında şekil alır ve aldığı şekilde bozulmadan kalır.

İstenir bir ekmeklik unda bulunması gereken özellikler Gıda Kodeksi'nde belirtilmiştir.

Tat koku	Kendine özgü tat ve kokuda olmalı. Acıma, ekşime,küflenme, kokuşma ve koku olmamalıdır.
Renk görünüş	Kendine özgü renk ve görünüşte olmalı, gözle görünen yabancı madde olmamalıdır.
Rutubet miktarı	En çok %14 olmalıdır.
Ambar zararlısı,parça ve kalıntısı	6 cm çapındaki bir kağıt üzerinde en fazla 70 siyah nokta bulunmalı ve böcek kökenli her nokta 30µ (mikron) dan küçük olmalıdır.
Ağartma işlemi	Uygulanmamış olmalıdır.

Tablo 1.1: Ekmeklik unun özellikleri

Genel Olarak Buğday Unu Özellikleri:

Unun İnceliği: Un zerrelerinin iriliği ekmek kalitesi açısından büyük önem taşır. İyi bir unda 105–150 mikron arasındaki parçacıklar oranı en az % 50 olmalıdır. Böyle unlarda parmaklar arasında tanecikler hissedilir. Unun kalitesi fiziksel kimyasal ve teknolojik özellikleri ile ölçülür. Kaliteli un ile kuvvetli un sözcüklerinin farklı kavramlar olduğu bilinmeli ve birbiriyle karıştırılmamalıdır.

Su Kaldırma Özelliği: Belirli yapıda hamur elde etmek için una ilave edilmesi gereken su miktarına unun su kaldırma kapasitesi denir. Tüm çeşitler için önemli bir faktördür. Ekonomik açıdan da unun fazla su tutması istenir. Bir unun su kaldırma kapasitesine protein miktarı etki eder. Glüten kısmı sabit su kaldırma yeteneğine sahiptir. Ayrıca unun su kaldırma özelliği undaki zedelenmemiş nişasta miktarı ve un zerrelerinin büyüklüğüne de bağlıdır.

Protein Miktarı ve Kalitesi: Unlarda bulunan azotlu maddeler bileşim yapı ve niteliklerine göre dörde ayrılırlar: albumin, globulin, gliadin ve glütenin. Bu proteinler öz oluşturan ve öz oluşturmayan proteinler olarak da bilinir. Albumin ve globulin miktar ve nitelik bakımından ekmek kalitesine önemli bir etkide bulunmazlar. Gliadin ve glütenin su ile karıştığında gluten adı verilen bir madde oluşturur. Buna hamur özü –öz denir.

Glüten maddesi hamurun iskeletidir. Fermantasyon sonucunda karbonhidratlardan karbondioksit ve su oluşur. Glüten nişasta hücreleri ile oluşturduğu ağ gibi yapının içinde karbondioksit gazını tutarak hamurun kabarmasını sağlar. Karbondioksitin tutulabilme oranı protein kalitesine bağlıdır. Kuvvetli unlardan elde edilen glütenler (öz), uzatılmak istendiğinde direnç gösterirler ve bırakıldıkları zaman tekrar eski durumlarına dönerler. Zayıf unların glütenleri (öz) ise, uzama işlemine direnç göstermeyen ve kolayca uzayabilen karakterdedir.

Resim 1.7: Glüten nitelikleri farklı unlardan yapılan ekmekler

Resim1.7 de gösterilen 1. şekildeki ekmek, oluşan gazı tutamayacak kadar zayıf nitelikli undan yapılmıştır. 2. şekilde gösterilen de gazın kabarmasını engelleyecek kadar kuvvetli glütene sahip undan yapılan ekmektir. Şekillerden de anlaşılacağı gibi zayıf unun ekmeği daha yayvan ve basık, kuvvetli unun ekmeği ise tam tersi toplu ve silindirik bir yapıdadır. Arzu edilen ekmek tipi ise Şekil 3 te görülen orta kuvvetteki undan yapılmış, daha iyi bıçak açmış ve daha büyük hacimli yapıya sahip ekmek tipidir.

Glüten miktarına göre istenilen ekmeklik un için gerekli görülürse paçal yapılarak hamur hazırlanır.
Paçal: Farklı özelliklere sahip unların belirli oranlarda karıştırılması işlemidir.

Undaki proteinlerin nitelik ve nicelikleri yanı sıra hamur fermantasyonu için gerekli şekeri oluşturan amilazların aktivitesi ekmek kalitesine önemli ölçüde etki yapar. Özellikle öz (glüten) kalitesi orta veya yüksek unlarla yapılan ekmeklerde, enzim yetersizliğinin etkisi daha belirgindir. Ekmek yapımında amilazların etkisi yoğurma fermantasyon ve pişirme sırasında önemli olarak devam eder.

Enzim miktarı yeterli olduğunda ,

- Karbondioksit gazı oluşumu artar.
- Kabuk rengi istenilen düzeyde olur.
- Ekmek içi gözenekli yapısı iyi olur.
- Hamurun gaz tutma kapasitesi ve ekmek hacmi artar.

Fazla enzim aktivitesi ekmek içinin yapışkan gözeneklerinin çok küçük ekmek hacminin düşük olmasına neden olur.

Un randımanı: 1 kg buğdaydan elde edilen un miktarına un randımanı denir. Kepek tabakasının ayrılmışlığını gösterir. Kepek tabakası çok ayrıldığı için % 60 -70 randımanlı unlarda vitamin, mineral ve protein miktarları düşüktür.

- % 60-70 randımanlı un ekstra - ekstra undur.
- % 70-80 ekstra undur.
- % 80-90 1. kalite undur.
- % 90 dan fazla 2. kalite undur.

Türkiye'de unlar kül miktarlarına (kuru madde miktarı) göre Tip olarak sınıflandırılırlar. Ekmeklik buğday unları Tip 550, Tip 650, Tip 850 olarak adlandırılır.

Tip 550, Tip 650, Tip 850 nin % kül miktarları ise sırasıyla kuru maddede en çok 0.55, 0.65, 0.85 olmalıdır. Türk Gıda Kodeksi-Buğday Unu Tebliği (Tebliğ No: 99/01)

Su

Ekmek yapımında su, toplam hamur kitlesinin hemen hemen % 40'ını oluştur. Ekmek yapımındaki en önemli bileşiklerdendir. Kullanılan suyun miktar ve bileşimi hamurun kalitesine doğrudan etki eder.

Ekmek hamurundaki su ile;
Unun nişasta tanecikleri şişer.
Buğday proteinleri suyu emerek elastik bir yapı kazanır.
Alkol fermantasyonunun başlaması ve yayılması için gerekli yaş ortamı su sağlar.
Enzim ve mayalar da gerekli biyolojik değişimlerini undan suya geçen ve suyun yapısında bulunan maddelerle yaparlar.

Ekmek hamurunda kullanılacak su;
İçilebilir nitelikte olmalıdır.
Temiz olmalıdır.
Mikropsuz olmalıdır.
Orta sertlikte (50–100 ppm) olmalıdır.
Suyun sertliği denildiğinde kastedilen su içindeki minerallerin miktarıdır. İyi bir ekmek üretimi için normal sertlik derecesi olarak kabul edilen 50- 100 ppm sertlik derecesinde su kullanılmalıdır.

Suda bulunan mineral maddeler hem glüteni kuvvetlendirici etki yapar, hem de maya
için besin kaynağıdırlar. Ancak mineral maddelerin aşırı miktarda bulunması da istenmeyen
bir durumdur.

Sert suların ekmek üretimine etkileri şunlardır:

- Fazla miktardaki mineraller un glütenini (özü) sertleştirerek hamurun işlenebilirliğini azaltır,
- Sert sularla yapılan hamurun asitliği düşük olduğundan mayanın normal çalışmasını sürdürebilmesi için gereken ortam sağlanamaz, maya aktivitesi düşer ve fermantasyon (mayalanma) yavaşlar,
- Sertleşen hamurda maya için gerekli besin akışı azaldığından mayanın hamur içindeki çalışması kısıtlanır,
- Hamur içinde bulunan enzimler de asidik ortamlarda (pH= 4-5) optimum aktivite gösterirler. Sert sular asitliği düşürdüğünden enzimlerin faaliyetleri kısıtlanır. Bu da hamurun olgunlaşması ve fermantasyonunu olumsuz etkiler.

Yumuşak suların ekmek üretimine etkilerini şu şekilde sıralayabiliriz:

- Yumuşak sularda, un glütenini (özü) güçlendiren minerallerin olmaması veya az olması nedeniyle hamurda yumuşak, yapışkan ve çalışılması zor bir yapı oluşur.
- Hamur yumuşak ve yapışkan olduğu için unun su kaldırma oranı düşer ve yaklaşık %2 oranında azalır. Böylece üretilen ekmek miktarında azalma olur.
- Hamur zayıftır, gaz tutma kapasitesi düşük olduğundan ekmekler hacimsiz olur.
- Ekmek kabuk rengi soluk kalır.

Tuz

Pratikte tuz katılmış hamurların kolay işlendiği bilinmektedir. Tuzun hamur içinde çeşitli fonksiyonları olmakla birlikte en önemli etkisi lezzete yönelik olur. Genel tüketici yapısı tuzsuz ekmeği tercih etmez.

Tuz, verdiği lezzetin yanı sıra hamurun fiziksel özelliklerini de aşağıdaki şekillerde geliştirir:

- Gluteni güçlendirerek yumuşamayı önler, mayanın çalışması üzerinde etkilidir,
- Farklı mikroorganizmaların fermantasyonunu da kontrol ettiğinden istenmeyen asitlik ve tadın oluşmasını engeller.
- Tuzsuz ekmeklerin küflenme süreleri daha kısa olur. Tuz katılmadan yapılan ekmekler 4. gün; tuzlu ekmekler 7. günde küflenmektedir.

Ekmeklerde yasal olarak bulunması gereken miktar, kuru ekmek maddesinin %1.75'idir . Bu nedenle 100 kg. un için 1.5 kg. tuz kullanılmalıdır.

Ekmek yapımında kullanılan tuzun özellikleri şunlardır:

- Topaklaşmayı önleyecek ve çözünürlüğü kolaylaştıracak boyutta olmalı,
- Fizik olarak temiz, parlak ve beyaz renkli,
- Nem çekici maddelerden arınmış olmalıdır.

Tuzun hamur üzerindeki etkileri şunlardır:

- Glütenin direnç ve elastikiyetini arttırır.
- Hamur stabilitesini arttırır.
- Hamuru kolay işlenir hale getirir.
- Daha büyük ekmek hacmi verir.
- Düzgün ve ince gözenekli içyapı sağlar.
- Güzel renk verir.
- Raf ömrünü uzatır.

Tuzun üretime hazırlanmasında şunlara dikkat edilir:

- Formülasyona göre üretimde kullanılacak un miktarına göre tuz miktarı hesaplanır.
- Hamur yoğurma metoduna göre tuz doğrudan veya çözeltisi hazırlanarak kullanılır.
- Çözelti hazırlanırken kullanılan su miktarı, hamurun toplam su miktarından düşülür.

Maya

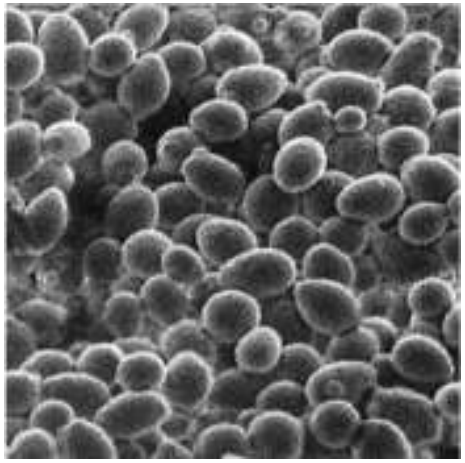
Fırıncılık ürünlerinde kabarıklık önemlidir. Kabaran ürünler büyük hacimli, yapısal olarak elastik bir iç yapıya sahip, kesilirken kolay ayrılma ve görünüşe göre hafif olma özelliğine sahiptir.

Canlı bir organizma olan maya fermantasyonu sağlayan esas unsurdur. Fermantasyon sırasında meydana gelen karbondioksit, hamur içerisinde birikerek unun kabarmasını meydana gelen alkoller, aldehitler, ketonlar ve organik asitlerde ekmeğin iştah açıcı karakteristik tat ve aromayı kazanmasını sağlar. Ayrıca, mayanın diğer bir rolü de hamurun fiziksel özelliklerini değiştirmesidir. Böylece glütenin elastikiyeti artmakta ve hamur kütlesi içinde biriken karbondioksit gazı basıncına daha iyi dayanan ve onu tutan bir yapı kazanmaktadır.

Hiçbir işlem yapılmadan kendi haline bırakılmış bir hamur parçası bir süre sonra değişikliğe uğrar. Yumuşar, her yanından kabarcıklaşmalar başlar ve delikler oluşur. Belirgin bir koku salar, tadında da ekşimsi bir lezzet hissedilir.

Hamurda görülen bu değişimlerin nedeni un, su ve havadan geçen mikroorganizmalardır. Genellikle bakteri türündeki mikroorganizmaların ortaya çıkardığı bu durum doğal mayalanmadır. Tadından dolayı elde edilen bu ürüne ekşi maya da denir.

Ülkemizde mayanın fabrika ortamında üretimini yapan çeşitli markalar vardır. Maya fabrikalarında modern teknolojiler kullanılarak yaş maya, kuru maya, instant maya üretilmektedir.



Maya hücreleri

Pres maya (yaş maya): Fermantasyon sonucu üretilir. Ev ve endüstriyel kullanımlar için farklı gramajlarda paketlenir. % 70 su içeriği bulunan bu ürünler yaş maya olarak adlandırılırlar. Maya kullanılıncaya kadar 4°C de saklanır. Uygun koşullarda dayanma süresi 3-4 haftadır.

Aktif kuru maya: Yaş mayanın dayanma süresini arttırmak amacıyla elde edilmiştir. Su yüzdesi % 7.5-8.3 düzeyine indirilmiştir. Aktif kuru mayanın sıcak su içerisinde ıslatılıp su alması sağlandığında (rehidrate olması) ekmekçilik açısından iyi özellik gösterir.

İnstant maya: Hemen çözünen maya tipidir. Kurutma teknolojisi ile su içeriği % 5'e düşürülmüştür. Küçük granül yapıya sahiptir. Islatmaya gerek olmadan doğrudan una katılarak kullanılabilir.

Resim 1. 9: Paketli ve açık instant maya

Sıvı maya: Sıvı maya ile ekmek üretimi için özel tanklar kullanıldığından maliyeti yüksektir. Çok kullanımda olan bir maya değildir. Geleneksel olarak ekşi hamur ile yapılan ekmek üretiminde, uzun süreli fermantasyonun getirdiği hoş bir aroma ve elastik içyapı gibi özellikler vardır. Endüstriyel olarak buna benzer özellikte ekmek üretimi istendiğinde, sıvı ferment hazırlanarak üretim yapılır.

Pres mayanın (yaş maya) üretime hazırlanması şu şekillerde olur:

- ✓ Mayanın kullanım durumunu saptamak için aşağıda verilen tablodaki gözlemler yapılmalıdır.

YAPILACAK GÖZLEMLER	İSTENİLEN MAYA ÖZELLİKLERİ	İSTENMEYEN MAYA ÖZELLİKLERİ
Paketin açılması sırasındaki görünüm	Kolay açılır paket	Kağıda yapışan parçalar gözlenir
Koku	Kendine has taze koku	Keskin koku, kahverengi benekler
Yüzey rengi	Krem-gri	Kahverengi benekler. Griye doğru
Parmak ile yüzevi çizmek	Düzgün dalgalı çizgi	Yüzeydeki küçük parçalar dağılır
Kırma sırasında	Düzgün olmayan dalgalı kırılma	Küçük parçalar şeklinde dökülür
Suda çözme (kıvamlı)	Kendiliğinden kolay dağılır	Zor veya dağılmayan parçalar
Yüzey durumu	Düzgün mat	Kırılgan kuru yüzey

Tablo 2 :Yaş mayada kullanım durumunu saptama

- ✓ Yukarıdaki gözlemler yapıldıktan sonra formülasyondan gerekli maya miktarı hesaplanır.

- ✓ Kullanılacak metoda uygun olarak maya doğrudan veya çözelti halinde kullanılır.

Resim1.10:Açım sırasında yüzey görünümü

Resim1.11:Maya yüzeyini çizmek

Resim 1. 12:Kırma sırası

Formülasyona ve ÜretimMiktarına Göre Temel Bileşenleri Hazırlama

Ekmek üretiminde formülasyonlar, kullanılan temel hammaddelerden birisi esas alınarak hazırlanır.

Pek çok ülkede ve ülkemizde formülasyon bileşenleri un miktarı üzerinden hesaplanarak % olarak ifade edilir.

Türk Gıda Kodeksi Ekmek Tebliği'nde belirtilen % oranlarına göre su, tuz, ekmek katkı maddesi, şeker (çay şekeri/sakkaroz) ve yağ gibi maddelerin miktarı işlenecek una göre hesaplanarak eklenir.

Türk Gıda Kodeksinde kullanım üst sınırları / maksimum miktar belirlenmiştir.

Örnek: 100 kg un için klasik ekmek bileşen miktarlarını hesaplama

Klasik ekmek, şeker ve yağ içermeyen oldukça sade bir formülasyona sahiptir. Un, su, tuz, ekmek katkı maddesi ve maya içerir.

Klasik ekmek formülasyonu, un üzerinden % olarak şu şekilde ifade edilir:
% 55-60 su (unun su kaldırma kapasitesine bağlı olarak değişir)
% 3-4 yaşmaya (mevsim ve ortam ısısına göre değişir)
% 0.5-1 ekmek katkı maddesi (kullanım oranına göre değişir)
% 1.5-%1.75 tuz (kuru madde miktarı ve yaş hamura göre değişir)

Buna göre;
100 kg un kullanıldığında:
55- 60 l su
3-4 kg yaş maya
0.5-1 kg ekmek katkı maddesi
1.5 kg tuz kullanılması gerektiği hesaplanır.

EKMEK ÜRETİMİNDE YARDIMCI BİLEŞENLER

Genelde hamurlarda kullanılan gıda katkı maddeleri çok çeşitlidir. Yardımcı bileşenler de dediğimiz bu maddeleri işlevlerine göre:
koruyucular, tatlandırıcılar, antioksidanlar, renklendiriciler, tatlandırıcılar, kekleşmeyi önleyiciler, stabilizerler, emülgatörler, taşıyıcılar, taşıyıcı solventler, asitler, asitliği düzenleyiciler, aroma arttırıcılar, emülsifiye edici tuzlar, hacim arttırıcılar, itici gazlar, jelleştiriciler, kabartıcılar, kıvam arttırıcılar, köpük oluşturucular, köpüklenmeyi önleyiciler, metal bağlayıcılar, modifiye nişastalar, nem tutucular, paketleme gazları, parlatıcılar, sertleştiriciler, stabilizörler, taşıyıcılar, topaklanmayı önleyiciler, un işlem maddeleri
şeklinde sınıflandırmak mümkündür.

Bu yardımcı maddeler un fabrikalarında unların içine katılarak hazır halde ekmek üreticilerine ulaştığı gibi, üretim yerlerinde de hamura eklemek şekliyle kullanılabilir. Ekmek hamuru hazırlarken kullandığımız yardımcı bileşenler genelde; antimikrobiyal maddeler, emülgatörler, tatlandırıcılar, stabilizörler vb. dir. Bu maddeler genellikle çeşitli markalar tarafından hazırlanmış preparatlar (miks) halinde satışa sunulur. Bunlar üretim izni alınarak belli işletmelerin laboratuvarlarında da üretilmektedir.

Yardımcı Bileşenlerin Özellikleri

Ekmek yapımında, unun bileşimi ve özelliklerinden kaynaklanan bazı kusurlar ve eksikliklerin giderilerek kalitenin iyileştirilmesi, zaman ve işgücü tasarrufu sağlanarak işletmelerin rantabilitelerinin arttırılması amaçlarıyla çeşitli katkı maddeleri günümüzde yaygın bir biçimde kullanılmaktadır.

Bu katkı maddelerinin Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği'nde belirtilmiştir. Katkı maddelerinin kullanım nedenlerini genel olarak şu şekilde sıralayabiliriz:

- Besin değerini artırmak,
- Raf ömrünü uzatmak,
- Dokusal değişikleri sağlamak (gözenek yapısı gibi)
- İstenir tat değişikliği sağlamak,
- Hastalık yapıcı mikroorganizmaların gelişmesini engellemek,
- Görünümü güzelleştirmektir.

Ekmekte kullanılan yardımcı bileşikler genel olarak aşağıdaki gibi incelenebilir.

Antimikrobiyal Maddeler:

Küf gelişimini geciktirerek katkı maddesinin ve ekmeğin küflenmeden daha uzun süre muhafaza edilmesini sağlar. İyi bir antimikrobiyal maddenin özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Ekmek ve hamur özelliklerine olumsuz etkisi olmamalı,
- Üretim aşamalarını etkilememeli,
- Düşük miktarlarda kullanıldığında bile küf gelişimini azaltmalı,
- Fiyatı uygun olmalıdır.

Günümüzde ekmekçilikte kullanımı en yaygın antimikrobiyal madde, kalsiyum propiyonattır. Kullanım dozu 100-400 g/100 kg un olarak tavsiye edilmektedir. Bunun yanında sodyum diasetat, sodyum propiyonat, sorbik asit de benzer amaçla kullanılabilir.

Emülgatörler:

Yağ bazlı maddelerdir. Genellikle bitkisel esaslı yağlardan elde edilir. Emülgatörler ekmek yapımında hamurun özelliklerini düzeltici maddeler olarak kullanılır Emülgatör içeren hamurların yoğurma ve fermantasyon toleransları fazla, gaz tutma kabiliyetleri yüksektir.

Emülgatörler genel olarak ;

- Üretimdeki değişikliklere karşı hamurun dayanıklılığını arttırır.
- Hamura ilave edilen su miktarını arttırarak ekmeğin ve kalitesinin artmasına yardımcı olur.
- Ekmeğin hacmi kabuğun gevrekliği, ekmek içi gözenek yapısı gibi kalite özelliklerini geliştirir.
- Bayatlamayı geciktirerek daha uzun süre taze kalmasını sağlar.

Tatlandırıcılar:

Şekerler (sakkaroz, maltoz, fruktoz,glukoz): Ekmek yapısında fermantasyon hızını, gaz oluşumunu ve hamurun yapısını etkiler. Hamurun fırında pişmesine hacim, şekil ve yumuşaklık bakımından da etkisi vardır. Kabuk rengi ve pişirme sırasında aroma maddeleri ile aroma oluşumunu sağlanır, mayanın CO_2 ve alkol oluşmasında kaynak görevi yapar.

Ülkemizde ekmek yapımında fermantasyon amacıyla tavsiye edilen miktar % 0.5-1 arasındadır.

Genel olarak:

- Fermentasyon için mayaya besi kaynağı oluşturur.
- Ekmeğin kabuk rengine ve lezzetine katkıda bulunur.
- Ekmeğe yumuşaklık vererek saklama kalitesini geliştirir.
- Yüksek miktarda kullanıldığında ekmeğin çabuk renk almasını sağlayarak, içinin pişmesini engeller.
- Ayrıca % 10 üzerinde kullanıldığında, mayanın aktivitesini düşürür.

Yukarıdaki özelliklerin eldesi için tavsiye edilen kullanım dozu % 2-5 arasındadır.

Oksidantlar:

Oksidantlar unların teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılırlar.

İki çeşit etki gösterirler:

- Unu olgunlaştırarak özelliklerini iyileştirme
- Unun rengini beyazlatma

Taze unlarla yapılan ekmeklerde problemler çıkar. İstenilen kalitede ekmek yapımı için unların bekletilerek oksijenle temas ederek kuvvetlenmesi istenir. Zaman içinde atmosferik oksijen ile kuvvetlenme yavaş bir şekilde olur. Bu nedenle dışarıdan oksidan katkısı yapılmaktadır.

Unun olgunlaştırılması için kullanılan oksidanlar yasalarla sınırlanmış olup un sanayinde en çok askorbik asit kullanılmaktadır. Potasyum bromat, kalsiyum bromat, potasyum iyodat, kalsiyum iyodat ve kalsiyum peroksit bilinen diğer oksidantlardır. Ancak kansorejen etki yarattıkları endişesi ile kullanımı yasaklanmıştır.

Askorbik asit, antioksidant olarak bilinmesine rağmen hamurda oksidan olarak çalışır. Askorbik asit unların bekletilmesi sırasında meydana gelen kuvvetlenmeye benzer bir şekilde etki ederek hamurun daha elastiki olmasını sağlar. Böylece gaz tutma kapasitesi yüksek, elastik ve kolay işlenebilir bir hamur elde edilir.

Askorbik asidin (C vitamini) un, hamur ve ekmekte başlıca beş etkisi görülmektedir:

- Unun olgunlaşma süresini kısaltır.
- Un içindeki protein yapısını güçlendirir.
- Hamurun işleme özelliğini geliştirir.
- Ürün hacmini arttırır.
- Ürünün gözenek ve iç yapısını düzenler.

Un rengini beyazlatmak amacıyla kullanılan maddelerin yasal sınırlama içermesi, sağlığa verdiği zararlar ve ekmekte etki göstermemesi nedeniyle un sanayinde kullanılmamaktadır. Ekmek üretiminde askorbik asit kullanımı 30 g / 100 kg oranına kadar çıkabilmektedir. Bu oran unun ihtiyacı, ilave edilen diğer enzimlerin miktarı ve üretilecek ürün cinsine göre uzmanlar tarafından belirlenir. Zayıf unların askorbik asit ihtiyacı kuvvetli unlara oranla daha fazladır.

Enzimler:

Un, alfa ve beta amilaz, proteaz ve lipaz gibi enzimleri içerir. Un sanayiinde kullanılan bu enzim preparatlarının temel olanları; alfa amilazlar, hemiselülazlar, proteazlar, glukoz oksidazlar ve lipazlardır.

Alfa amilazlar, tahıl veya mikroorganizmaların kültürlerinden elde edilen ve nişastanın şekerlere parçalanması amacı ile kullanılır.

- Mayanın daha iyi çalışmasını sağlar,
- Ekmek hacmini arttırır,
- Ekmek kabuğunun iyi renk almasını sağlar,
- Bayatlamayı geciktirir.

Hemiselülazlar unda bulunan ve suda çözünmeyen hemiselülozu suda çözünebilir hâle getirir, böylece ortamdaki suyu tutarak ekmek hacmini olumsuz etkileyen çözünmeyen kısım faydalanılmış olur. Hemiselülazlar;

- Hamurun kolay işlenmesini
- Glutenin elastikiyetinin artmasını
- Gaz tutma kapasitesinin artmasını
- Ekmek hacminin artmasını
- Ekmek içinin daha güzel olmasını sağlamaktadır.

Glukoz oksidaz enzimi, glukozu parçalayarak hamur yapma aşamasında ortama hidrojen peroksit açığa çıkmasına yardımcı olur. Bu sayede askorbik aside benze bir oksidasyon sağlar.

Kısaca glukoz oksidazlar;

- Hamur kuruluğu
- Elle veya makineyle işleme kolaylığı
- Ekmek şekil ve yüzeyinin düzgünlüğü
- Ekmek hacminde artış, sağlar.

Lipaz enzimi ise unda bulunun lipid (yağ) içeriğine etki eder. Bu enzimin kullanılmasında kullanım miktarı kadar uygun cinsin seçilmesi de önemlidir. Türk ekmek üretim biçimine uygun olmayan lipaz tipinin ekmek özelliklerine olumlu bir katkısı bulunmamaktadır.

Unlara uygun lipaz tipinin ilavesi;

- Hamurun işlenebilirliğinde kolaylık
- Hamur stabilitesinde artış
- Ekmek içi yumuşaklık
- Ekmek hacminde artış sağlar.

Proteaz enzimi undaki proteinlere etki eder. Kuvvetli unların yoğurma ve işleme zorluğunu ortadan kaldırmak için kullanılır.

Selülaz enzimi unun kepek kısmında bulunan selülozları parçalar. Selülaz enzimi ile yapılan karşılaştırmalı ekmeklerde selülaz enziminin ekmek hacmine olumlu etkisi görülmüştür.

Amiloglukozidazlar ise, dekstrinleri glukoza dönüştürür. Mayanın öncelikli tercihi glukozu ürettiği için gaz üretimini teşvik eder ve buna bağlı olarak ekmeğin iyi hacim almasını sağlar.

Yağlar:

Çeşitli araştırmacıların yaptığı çalışmalara göre % 1 katı yağ kullanıldığında ekmek hacminde ve yapısında büyük bir gelişme saptanmıştır. %3 likit yağ ve hidrojenize yağ ilave edildiğinde olumsuz sonuçlar alınmıştır. Katı yağların likit yağlardan biraz daha iyi olduğu belirtilmiştir.

Ekmek hamurunda yağın fonksiyonel özellikleri şöyle belirtilmektedir:

- Yoğuruculardа işleme özelliği artar, yapışma azalır ve elastikiyet gelişir,
- Glütenin özelliği bozulmaz,
- Hamurun hacmini arttırır,
- Yumuşak ve küçük gözenekli ekmek içi sağlar,
- Ekmek kabuğunu inceltir, gevrekleştirir,
- Kabuk rengi daha parlak, cilalı güzel görünüşlü olur,
- Besin değeri artar, kalori değerini yükseltir (% 1 yağda % 2.5-3 kalorilik enerji artış olur),
- Bayatlamayı geciktirir.

Süt ve Süt Ürünleri:

Süt, süttozu, peyniraltı suyu tozu gibi süt ürünleri, besleyici özelliklere sahip olduklarından, ekmek hamuruna eklendiğinde, ekmeğin besleyici değerini de artırmaktadır.

Süt ve süt ürünlerinin ekmek üzerine etkisi aşağıdaki gibidir:

- Ekmeğin besin değerini yükseltir
- Kabuk rengini geliştirir
- Su kaldırmasını artırır.
- Fermantasyon süresini kısaltır.

Soya Unu:

Soya unu, içerdiği yüksek protein ve yağ sayesinde beslenme açısından önemli bir katkı maddesidir. Ekmek üretimindeki önemi ise içerdiği lipoksijenaz enziminden kaynaklanmaktadır. Lipoksijenaz, una sarı rengi veren maddelerin (karotenoid) hamur yapma aşamasında, beyazlamalarını sağlar. Yağlı soya unu kullanımı 100-500 g/100 kg un olarak tavsiye edilebilir. Yağı alındığında ise soya unu, beyazlatma etkisi göstermez.

Yağlı soya unun ekmek üzerindeki etkileri aşağıdaki gibidir:

- Hamurun ve ekmek içinin beyazlamasını sağlar.
- Hamurun direncini artırır.
- Su tutma kapasitesini artırır.
- Hacimli ekmek verir.
- Ekmeğin besin değerini artırır.

Stabilizörler

Gıdaların fiziko-kimyasal durumlarını korumalarını sağlayan, iki veya daha fazla karıştırılamaz fazın homojen dağılımını ve gıdaların var olan renklerini koruyan veya kuvvetlendiren maddelerdir. En çok kullanılanı peynir suyu tozudur.

Jelleştiriciler ve Kıvam Artırıcılar:

Jelleştiriciler ve kıvam artırıcılar, jel oluşturarak hamurun kıvamını artırır, işleme kolaylığı sağlarlar. Guar gum, keçi boynuzu tozu gibi gumlar bu amaçla kullanılabilir.

Formülasyona Göre Bileşenleri Hesaplama ve Hazırlama

Yardımcı bileşenler genelde un fabrikalarında katkılı unların yapısına eklenir. Ancak çeşit ekmek yapımında ve bazı alışkanlıklardan vazgeçilemediğinden fırınlarda katkı maddeleri kullanılmaktadır.

Ekmek üreticilerinin **kullandığı katkı maddeleri genel olarak yardımcı bileşenler kısmında açıklanan katkılardan hazırlanan preparatlardır.** Bu preparatlar çeşitli firmalar tarafından hazırlanarak pazarlanır.

20 kg' lık ambalajlarda % 0.5 – 1' lik kullanımlar olduğu gibi, 100 g' lık ambalajlarda 100 kg. una doğrudan ilave edilerek kullanıma hazır olanlar vardır.

EKMEK HAMURU

Tanımı ve Çeşitleri

Ekmek hamuru en basit tanımla; un, su, maya ve tuzun homojen bir karışım meydana getirmesiyle elde edilir. Tüm ürünlerde işe basit hamurla başlanır.

İki tip hamur vardır:

- Sert hamur
- Yumuşak hamur

Sert hamur: Suyu az olan daha kuru ve katı/kıvamlı hamurlardır. Bunlara arkalı hamur da denir.

Yumuşak hamur: Suyu bol olan daha yapışkan ve daha cıvık hamurlara verilen isimdir.

Resim 1. 18: Yumuşak hamur

Resim 1. 19: Sert hamur

Ekmek Üretim Akım Şeması

Ekmeğin yapımı iki temel teknikle olur. Birincisi klasik üretimdir. Diğeri de pek yaygın olmamakla birlikte Vakum soğutmalı (The Milton Keynes Process) ekmek üretimidir.

Klasik yöntemde iki tür uygulama görülmektedir. Bu uygulamalar yoğurucu özelliğine göre seçilir.

Hamur hazırlama metodları değişse de klasik yöntemde işlemler aynıdır. Malzemelerin karıştırılarak yoğrulması, fermantasyon, kesme, tartma, şekil verme, pişirme gibi işlemlerden geçtikten sonra soğutularak ambalajlanan ekmekler satışa sunulur ve tüketimi günlük yapılır.

Klasik üretime örnek olarak iki hamur yoğurma metodunun akım şeması gösterilmiştir.

Doğrudan (Direkt) Yoğurma ile Klasik Üretim

Spiral kollu yoğurucularda kullanılır. Bu yöntemde tüm bileşenler karıştırılır, 15 dakika yoğrulur, kazanda veya dinlendirme odalarında 20 dakika dinlendirilir (ıslanka / kitle fermantasyonu). Kesme, tartma ve şekil verme işlemleri yapıldıktan sonra pasaya (parça) alınır. Pişirilir, tavlanır ve ambalajlanır.

Hamur Bileşenlerinin Karıştırılması

↓

Yoğurma (15 dakika)

↓

ISLANKA / kitle fermentasyonu – dinlendirme (20 dakika)

↓

Kesme, tartma, şekil verme (10 dakika)

↓

PASA (parça) fermantasyonu (75 dakika)

↓

Pişirme

↓

Soğutma (veya tavlama)

↓

Ambalajlama

İndirekt Yoğurma ile Klasik Üretim

Çatal kollu yoğuruculardа uygulanır. Bu metodun birinciden tek farkı temel bileşenlerin aynı anda değil sıra ile eklenmesidir. Çatal yoğuruculardа tuzun baştan ilave edilmesi halinde hamuru istenilen şekilde yoğurmak mümkün değildir.

Çünkü tuz yoğurma sırasında unu kuvvetlendirerek yoğurma ihtiyacını arttırır, yoğuruculardа çok zayıf unlar dışındaki unlardа yeterli olamaz. Yoğrulması eksik hamurlardа da problemler görünür.

Un, su ve ekmek katkı maddeleri (yardımcı bileşenler) katılır, yoğrulur, tuz eklenir, yoğrulur, maya eklenir, yoğrulur ve ıslankaya alınır.

Diğer işlemler birinci yöntemdeki ile aynıdır.

Un, su ve ekmek katkı maddesinin karıştırılması

↓

Yoğurma (30-35 dakika çatal mikserle)

↓

Tuzun eklenmesi (5 dakika yoğurma

↓

Mayanın eklenmesi (5 dakika yoğurma)

↓

ISLANKA (kitle fermantasyonu) – dinlendirme (20 dakika)

↓

Kesme, tartma, şekil verme (10 dakika)

↓

Parça (pasa) fermantasyonu (75 dakika)

↓

Pişirme

↓

Soğutma

↓

Ambalajlama

Vakum Soğutmalı (The Milton Keynes Process) Ekmek Üretimi

Bu yöntem ile hazırlanan ekmekler satış noktalarına ulaştıktan sonra oda sıcaklığında bayatlamadan 6 gün bekleyebilmektedirler. Bekleme süresince soğuk ortam gerektirmemesi yöntemin en büyük avantajı gibi görülmektedir. Ekmek satın alan tüketici tarafından sofraya konmadan önce 8 – 10 dk. kadar ikinci kez pişirilir.

Bu üretimde son fermantasyon ve pişirme kısmında özel dizayn edilmiş makinelerin kullanıldığı bu yöntemde pişirmeyi takiben ekmekler vakum altında soğutulmakta ve bu sayede ekmeğin çökmesi engellenmektedir.

Ancak bu yöntemde uygulanan vakum nedeniyle aroma kaybı oluşmaktadır. Bu aromanın tekrar kazanılması için aroma arttırıcı özel enzimlerin kullanılması gerekmektedir.

Hamur Yapma Metotları

Her ülkenin kendine has tip ve bileşimde ekmekleri vardır. Bu ekmeklerin yapımında da farklı yöntemler kullanılır. Ekmek yapımında kullanılan teknoloji sürekli gelişerek ekmek üretimi bir sanayi dalına gelmiştir.

Ekmek hamurları, ürün özelliğine göre değişik malzeme içerse de hamur yapma metodlarını belli özelliklerde gruplamak mümkündür.

<u>Doğrudan Hamur Yapma Metodu</u>

Tüm malzemenin başlangıçta eklenerek yoğurmaya alınmasıdır. Bu metot 'Direk Yoğurma' olarak da adlandırılır. Bu metod aşağıda verilen aşamaları içerir:

Tüm malzemenin başlangıçta eklenerek yoğurmaya alınmasıdır. Bu metot **'Direk Yoğurma'** olarak da adlandırılır. Bu metod aşağıda verilen aşamaları içerir:

- Hamur bileşenleri eklenir, 15 dakika yoğrulur.
- 20 dakika dinlendirilir.
- Kesme, tartma ve diğer işlemlere geçilir.

İndirekt Hamur Yapma Metodu

Türkiye'de ekmek üretimi yapılan işletmelerde genellikle, tuz ve maya hamur olgunlaştıktan sonra, eklenmektedir. Bu metoda 'Geciktirilmiş Tuz Metodu' ya da 'İspir Metodu' denmektedir. Çatal mikser kullanılan işletmelerde yoğurma metodudur.

Bu metod aşağıda verilen aşamaları içerir:

- Un, su ve ekmek katkı maddeleri eklenir, 30–35 dakika çatal mikserle yoğrulur.
- Tuz eklenir , 5 dakika yoğrulur.
- Maya eklenir, 5 dakika yoğrulur,.0 dakika Dinlendirme (ıslanka / kitle fermantasyonu) yapılır.
- Kesme, tartma ve diğer işlemlere geçilir (ekmek üretim akım şemasında görülecek).

Sürekli Karıştırma Metodu

Yukarda bahsedilen geleneksel ekmek üretim metoduna alternatif olarak geliştirilmiştir. Genellikle sıvı maya kullanımı görülür.

Bu tip üretimin tercih edildiği işletmeler yüksek kapasiteli fabrikalardır. Sıvı mayanın hazırlandığı tanklar, sürekli karıştırma ünitesi, fermantasyon odası, tartma, çevirme, şekil verme ünitesi, yürüyen bantlardan oluşan kompleks bir sistemdir.

Bu metot aşağıda verilen aşamaları içerir:

- Sıvı mayanın hazırlanması
- Un, ekmek katkı maddesi ve su gibi diğer bileşenler karıştırılarak hamur eldesi
- Etkin bir yoğurucu tarafından karıştırılan hamurun, kontrollü oranda ve basınç
- altında bir sonraki aşamaya gönderilmesi
- Hazır hale gelen hamurun özel bir ünite ile kalıplara alınması

Bu ekmek üretim metodunun geleneksel yönteme göre bazı avantajlara sahip olduğu söylenebilir. Kullanılan alet ve ekipman sayısı daha azdır. İşgücü kullanımı daha azdır. Kullanılan hammadde verimliliği artar.

<u>Kısa Süreli Hamur Yapma Metodu</u>

Hamurun mekanik olarak geliştirildiği sistemlerdir.
Geleneksel metot ile ekmek üretimi yapıldığında, hazırlanan hamur, fermantasyona bırakılır. İşlenmeden önce, hamurun olgunlaşması beklenir.
Kısa süreli hamur yapma metodunda ise, etkin karıştırma ile bu süreye gerek kalmaz. Karışma sonunda hamur hemen işlenir.

Bu metodun getirdiği avantajlar şu şekilde özetlenebilir:

- Hamur daha fazla su alır. Geleneksel üretim şekillerinde fermantasyon sırasında enzimlerin nişasta ve gluten üzerinde çalışması ile hamur yumuşayacağı için daha az su verilir. Bu metot kullanıldığında ise fermantasyon süresi olmadığından, başlangıçta hamura daha fazla su verilir.
- Fermantasyon süresi son aşamada ve üretim aşamalarında daha kısa olduğu için karbondioksit kaybı daha azdır.
- Fermantasyon süresinin sebep olduğu tartım hataları azalır. Hacimsel tartımlarda, hamurun her tarafının eşit şekilde kabarmadığı düşünülürse, kesilen hamur parçaları arasında gramaj farkları oluşabilir.

Avantajlarının yanında bazı dezavantajlara da sahiptir:

- Yüksek maya kullanımı gerekmektedir.
- Çok etkin yoğurucu kullanıldığı için hamur sıcaklığı yüksek çıkabilir. Engellemek için buz kullanılmalıdır.
- Oksidasyonun eksik kalmaması için daha fazla oksidan madde kullanımı gerekmektedir.
- Yatırım maliyeti yüksektir.

Yoğurmanın Amacı ve Aşamaları

Yoğurma ekmek üretimindeki en önemli işlemlerdendir. Yoğurma işlemi sadece ham maddelerin karıştırılması olayı değildir.

- Hamur hazırlandığında oluşan glüten, yoğurma işlemi sırasında kendine özgü niteliklerini geliştirir.
- Hamur hazırlarken, kullanılan ham maddeler ve un tanecikleri arasında kalan hava hamurda dağılır. Yoğurma sırasında da yoğurucu hareketleri ile yeni hava kabarcıkları hamurun içine girmeye devam eder. Bu olay kullanılan yoğurucu tipine, yoğurma hızına ve yoğurma süresine göre değişim gösterir.
- Hamur hazırlama aşamasından önce unun elenmiş / karıştırılmış olması da içerdiği hava kabarcıklarını arttıracağından, hamur içi yumuşaklığını olumlu etkiler.
- Hamurda bulunan gaz hücreleri, yoğurma ve şekil verme işleminde, sürtünme ve basınçla küçük parçalara ayrılarak hamur kabarmasında etkili olur.

Yoğurma aşamaları şu şekilde sıralanabilir:
(Uygulanan metot özelliğine göre değişiklik göstermekle beraber genelde aynı evrelerden geçer.)

- Elenmiş unlar yoğurma kabına alınır.
- Ürün özelliğine göre hamuru oluşturan çeşitli maddeler eklenir, karışması sağlanır, yeterli oranda maya ve tuz atılır.
- Una kaldırabileceği oranda su verilerek belli bir süre yoğrulur.
- Hamurun her tarafı aynı elastikiyet ve yoğunluğu kazanana kadar işlem sürer.
- Ekmek üretiminde yoğurma aşamasına çok özen gösterilmelidir. Yoğurmada ortaya çıkan hataları daha sonraki aşamalarda düzeltmek mümkün olmayabilir.

Resim 1.20:Yoğurma

Yoğurmada Dikkat Edilecek Hususlar

Yoğurma kazanına önce un, su ve katkı maddesini koyup düzgün beyaz bir hamur elde edilir. Bir miktar hamur parçası iki el ile yırtmadan incecik açmaya çalışılır. Açılabiliyorsa istenilen yoğurma sağlanmış demektir.

Hamurda su kaldırma: Buğday unu ile yapılan hamurlarda, unun su kaldırma kapasitesine bağlı olarak hamura verilen suyun yaklaşık % 80'i yoğurma işleminin sonunda emilir. Kalan % 20 su serbest durumdadır. Serbest haldeki su glüten ağı içinde gaz kabarcıklarının dış cidarında bulunur. Yoğurmanın hemen sonrasında bu su filmleri;

- Hamurun yapışkanlığına,
- Uzayabilir bir yapı oluşturmaya,
- Hamurun kendini salmasına neden olur.

Sonraki bekleme evresinde gaz oluşumu sonucu hamur yapışkanlığını kaybeder ve daha sıkı bir hâl alır.

Hamurdaki su miktarı ayrıca;

- Hamurun işlenebilirliğini,
- Hamurun içindeki gözenek yapısını,
- Hamurun olgunlaşmasını sağlar.

Yoğurma süresi:Yoğurma süresi de dikkatle ayarlanması gereken bir konudur. Kıvamında yoğrulmuş bir hamurun yüzeyi düzgündür ve ele yapışmaz.

Resim 1.21: İyi yoğrulmuş hamur

Yoğurma süresi;

- Unun zayıf veya kuvvetli oluşuna,
- Un randımanına,
- Hamurun sıkılığına,
- Yoğurucunun devir sayısına,
- Yoğurma makinesinin tipine,
- Hamur miktarına,
- Katkı maddelerine, göre değişir.

Fazla yoğrulmuş hamurdan yapılan ekmeklerin hacmi küçük, ekmek içi sıkı, rengi açık ve gözenekler incedir.
Az yoğrulmuş hamurdan yapılan ekmeklerin hacimleri küçük gözenekleri kalın, ekmek içi rengi koyu ve kenarlarında oyuk meydana gelir.
Yoğurma işlemi optimum yapılan hamurların işlenmesi kolay, gaz tutma yeteneği fazla, elde edilen ekmek hacmi büyük ekmek içi nitelikleri iyi olur. Yoğurma süresi 20–25 dakika arasında değişir.

İyi yoğrulmamış hamur

iyi yoğurulmuş hamur

Resim 1.23: Elle hamur kontrolü

Tuzun ilavesi yoğurma işleminde çeşitli karıştırıcılar kullanılmaktadır. Sıklıkla kullanılan çatal yoğurucu denilen düşük devirli yoğuruculardır. Bu tip yoğuruculardа tuz baştan ilave edilirse hamur yoğurmak zorlaşır. Çünkü tuz yoğurma esnasında unu kuvvetlendirerek yoğurma ihtiyacını arttırır. Bu tür yoğurucular zayıf unlar dışında bu ihtiyaca cevap veremez.
Elde kontrolde hamur yırtılmadan açılmışsa bu noktada tuzun verilmesi gerekir.

Özellikle zayıf unlarda tuzun ilavesi geciktirilmemelidir. Aksi halde hamurda aşırı bir çürüme olabilir.

Tuz % 1.5-2'lik çözelti hazırlanmış şerbet halde verilmelidir. Fazla kullanıldığında fermantasyonu % 30 düşürür.

Tuz, farklı tip mikroorganizmaların fermantasyonunu da kontrol ederek istenmeyen asitlik ve tadın oluşmasını engeller.

Tuz katılmadan yapılan ekmekler 4. gün küflenmekte % 1.3 tuz içeren ekmekler ise 7. gün küflenmektedirler.

Ekmeklerde yasal olarak kullanılmasına izin verilen en yüksek tuz miktarı ekmeğin kuru maddesinin % 1.75 dir bu nedenle 100 kg un için 1.5 kg tuz kullanılması gerekmektedir.

Maya ilavesi: Mayalanma hamurla mayanın karışmasından hemen sonra başlar. Maya hücresi ortama kısa sürede uyarak çalışmaya başlar.Ortamda çözünmüş olan oksijen kimyasal ve mikrobiyolojik olarak tüketildiğinden oksijensiz ortamda, şekeri kullanarak karbondioksit üretir. Hamurun hazırlanması ve pişirilmesi arasında geçen süre mayanın çoğalabilmesi için çok kısadır.

Mayanın verilmesi de tuz hamura iyice karışınca olur. Maya da çözelti (şerbet) halinde verilir. Veya tünel tiplerinde olduğu gibi sıvı ferment hazırlanarak kullanılır. Hamura iyice karıştırılarak yoğurma işlemi bitirilir.

Hamur ısısı: Hamur yoğurma işlemi sırasında hamur ısısında bir artış görülür. Kullanılan yoğurucu tipi ve diğer etkenler dikkate alınarak istenilen sıcaklıkta hamur ısısı elde edebilmek için un ve su sıcaklıklarını da iyi hesaplamak gerekir. Yoğrulan hamurun sıcaklığı 22°-23° C arasında olmalıdır.

Ülkemizde pek çok ekmek üretim işletmesinde çatal yoğurucu denilen oldukça düşük devirli yoğurucular kullanılmaktadır. Spiral yoğurucular yüksek devirli yoğuruculardır. Çatal yoğurucularda yoğurma süresi 30-40 dakika kadarsa spiralde bu süre 15-20 dakikaya düşer.

Hamurda Yapılan Kontroller

İstenir ekmek elde etmenin en önemli kısmı hamurda hata yapmamaktır. Eğer hamur yapım aşamasında sıklıkla hamurun kontrolü yapılırsa hataya neden olunmaz. Ortaya çıkan istenmeyen durumlarda kontrol altına alınabilir.

Hamurda yapılabilecek kontroller:

- Hamur olgunluğu
- Hamur sıcaklığı
- Hamur kıvamı
- Hamur direnci

Hamur olgunluğu: Hamurların şekil verilme aşamalarından önce mutlaka dinlendirilerek olgunlaştırılmaları gerekir. Ancak seri üretimin yapıldığı ve hamurların yeterince dinlendirilemediği durumlarda hamurun olgunlaştırılması sağlanamamaktadır.

Henüz olgunlaşmamış hamurlara 'taze hamur' denir.

Bazen de çok miktarlarda hazırlanan hamurların zamanında fırınlanmaması nedeniyle fermantasyonda fazla kalması sonucu **geçme/ kartlaşma** denilen durum ortaya çıkar.

Mevsim ve hava durumuna göre 10-20 dakika ıslanka (ilk fermantasyon/ kitle fermantasyonu) verilerek imalata devam edilir.

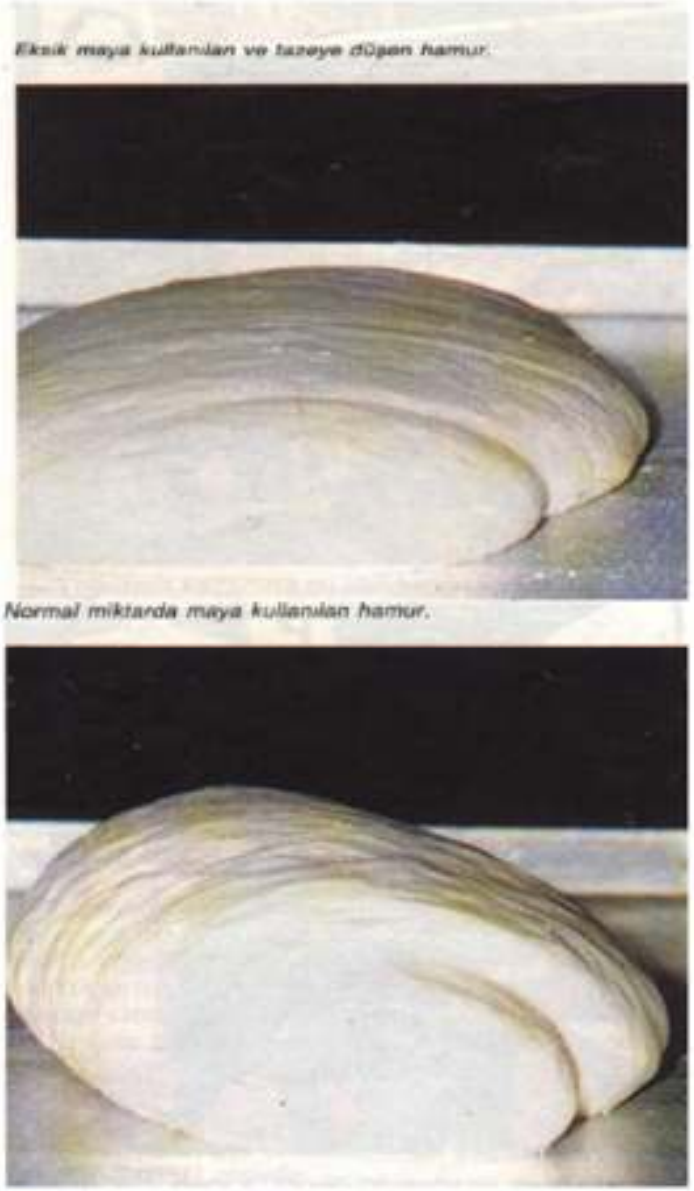
Hamur sıcaklığı: Ekmek üretimi için istenilen hamur sıcaklığı 22° -24°C civarındadır. Özellikle sıcak iklimde veya yaz aylarında önlem alınmadığı zamanlarda hamur sıcaklığı yükselmekte ve hamurlarda problemler yaratmaktadır. Hamur sıcaklığının artması ekmeklerde şekil ve yapı bozukluğuna neden olur.

Ayrıca fırıncıların korkulu rüyası olan Rope (Rop) hastalığı da hamur sıcaklığına bağlı gelişebilen bir hastalıktır.

Hamur kıvamı: Hamurun içerdiği su miktarı ile orantılıdır. Sert veya yumuşak hamurlar olarak gruplandırılırlar.

Hamur direnci: Buğday unundaki glüten miktarına bağlı olan bir durumdur. Hamurun uzayabilme özelliğidir.
Farinograf adı verilen yoğuruculardа tuz ve su ilavesiyle hazırlanan hamurlar belli sürelerin sonunda Extensograf cihazında test edilirler. Uzama miktarları ve uzamaya karşı gösterdikleri direnç grafik üzerinde belirlenir.

Elde edilen sonuçlara göre ekmek yapımında kullanılan una uygun katkı maddelerinin seçimi yapılır.



Resim 1.24:Tazeye düşmüş hamur ile normal hamur

Hamur Hataları ve Nedenleri

Tazelik: Ekmek üreticilerinden sık duyulan bir sözcük ‘tazeye düşme’ dir. Tazelik hamurkârların kullandığı bir terimdir. Hamurda görülen zayıflık ve cansızlığı ifade eder.

Buhar odasında tava üzerinde yayılan ya da küçük olan hamur için tazelik teşhisi konur.

Tazelik nedenleri:

- Yetersiz maya miktarı,
- Yetersiz ıslanka (ilk fermantasyon/ kitle fermantasyonu) süresi,
- Yetersiz pasa (buhar odası) bekleme süresi,
- Çok gevşek (yumuşak) hamur hazırlama ,
- Uzun yoğurma süresi ile özün parçalanması,
- Çok soğuk hamur sıcaklığı (sıcaklık 22°-24°C olmalı),
- Zayıf unların kullanımı

Resim 1. 25:Tazeye düşmüş hamur ve normal hamurdan yapılmış ekmek

Ekmekte gördüğümüz hataların çoğu hamur hatasıdır. Çeşitli faktörler nedeniyle istenmeyen özelliklere sahip hamurlarımız olabilir.
Hamur aşamasında göz ardı ettiğimiz ayrıntılar son üründe düzeltilemez biçimde karşımıza çıkar. Bu nedenle hamur özelliklerini ve sonuca etkisini bilmek önemlidir.

- Çok sıkı (sert) hamur,
- Çok yumuşak hamur,
- Aşırı kuvvetli hamur,
- Zayıf kuvvette hamur,
- Salmış hamur,
- Yapışkan hamur,
- Kabuklu hamur

EKMEK İMALATINDAKİ HATA ÇEŞİTLERİ VE NEDENLERİ TABLOSU

		HATA NEDENLERİ																											
		DEĞİŞİK		ANORMAL UNLAR								ANORMAL ÇALIŞMA KOŞULLARI															PİŞİRME			
				BOZUKLUKLAR				PLASTİK YAPI (KALİTE)				YOĞURMA					İŞLEME			FERMANTASYON									
		Kuru Hava	Rutubetli Hava	Çimlenmiş Buğday Unu	Un Çok Taze	Yetersiz Enzim Aktivitesi	Aşırı Enzim Aktivitesi	Eksik Mukavemet (güç)	Aşırı Mukavemet (güç)	Elastikiyeti Eksik	Kuvvetli Un Yanlış Kullanılmış	Eksik Yoğurma	Fazla Yoğurma	Hamur Çok Soğuk	Hamur Çok Sıcak	Aşırı Su	Eksik Su	Eksik (Sıkıştırma Yetersiz)	Aşırı Sıkıştırma	Aşırı Toz Kullanımı	Eksik (Gücük) Kullanımı	Eksik Maya	2. Fermantasyon Yetersiz	2. Fermantasyon Çok Uzun	1. Fermantasyon (Islanka) Yetersiz	1. Fermantasyon (Islanka) Çok Uzun	Hatalı Bıçak	Eksik Buhar (Islim)	Aşırı Buhar (Islim)	Fazla (Uzun) Pişirme	Yetersiz (Kısa) Pişirme
HAMUR HATALARI	Çok Sıkı (Sert)								*								*													
	Çok Yumuşak							*								*														
	Aşırı Kuvvetli								*		*	*							*		*				*					
	Yetersiz Kuvvette (Zayıf)												*	*	*	*		*				*		*						
	Çok Taze													*								*		*						
	Salınış Hamur			*	*			*					*	*		*		*				*		*						
	Yarışkan Hamur		*	*	*		*						*	*		*						*		*						
	Kalıplı Hamur	*													*		*			*										
EKMEK HATALARI (EKMEĞİN DIŞ GÖRÜNÜMÜ)	Hacim Küçük (Yetersiz)			*	*				*	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*		*	*	*	*		
	Düz (Tabla) Ekmek		*	*	*		*	*						*		*		*				*	*	*						
	Biçak Açılmamış	*	*					*	*		*	*	*		*		*		*		*	*	*	*	*	*	*		*		
	Çatlak Biçak Açılmış	*	*	*				*					*	*		*		*				*		*			*	*			
	Açık Renk, Solgun Kabuk					*																	*		*						
	Koyu Kabuk		*	*	*		*					*	*	*		*						*		*					*		
	Kabarcıklı Kabuk		*		*							*	*	*		*						*	*	*				*			
	Mat Renkli Kabuk	*													*		*			*	*				*		*				
	Kalın Kabuk	*				*									*		*				*				*		*		*		
	Yumuşak Kabuk		*	*																										*
EKMEĞİN İÇ GÖRÜNÜMÜ	Sıkı, İnce Doku								*	*	*					*			*		*				*					
	Ufalanan					*					*	*			*	*							*		*				*		
	Yarışkan		*				*							*										*						*
	Grimsi Renk															*						*		*						
	Ateli (Bişi) İç																				*									
	Açık, İri Gözenek		*				*								*	*								*						

Yoğurma Makineleri

Fırınlarda kullanılan yoğurma makinesi tipleri genelde kol şekillerine göre sınıflanır.
Çarpıcı kollarının şekline göre:

- Çarpan kollu
- Döner kollu
- Çift kollu
- Spiral
- Helezonlu
- Mikser tipi

Ancak teknolojinin gelişmesiyle, kullanım kolaylığı sağlayamaya yönelik hazırlanmış çeşitli yoğurma makinelerini görmek mümkündür. Ayrıca kazan özelliklerine göre de sabit kazanlı, hareketli kazanlı ve kaldırma devirmeli şeklinde çeşitlenebilir.

Çatal kollu yoğurucuların çok kullanıldığı bilinmekle beraber spiral kollar yoğurma zamanını kısalttığı için tercih nedeni olmaya başlamıştır.

Yoğurucu tipi ne olursa olsun kazanlar, kol ve kesme bıçakları paslanmaz çelikten yapılmalıdır. Emniyet kapakları gıda tüzüğüne uygun özel bir plastikten imal edilmiş olabilir.

Yoğurucuların elle (manuel) veya otomatik olarak çalışan şekilleri veya ikisi bir arada imal edilenleri bulunmaktadır.

Resim 1. 26:Çatal kollu yoğurucu

Resim 1. 27:Hareketli kazanlı otomatik yoğurucu

Resim 1. 28:Sabit kazanlı otomatik yoğurucu

Resim 1. 29: Spiral kollu yoğurucu

Resim 1. 30: Kaldırma devirmeli yoğurucu

Resim 1. 31: Sabit kazanlı spiral kollu yoğurucu

Makine kullanımında en önemli şey makinenin ayarları ve bakımıdır. Makinenin alındığı firma yetkilileri, makine özellikleri ve bakımı konusunda fırıncıları ilgilendirerek gereken teknik servis hizmetlerini verirler. İlk montajında teknisyenler tarafından ayarı yapılan makineler her kullanım öncesi kontrol edilmeli ve gerekiyorsa devir ayarları, yağ kontrolleri veya makine özelliğine göre günlük ayarlamaları kontrol edilmelidir.

Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK
Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü

EKMEK MAYASI ÜRETİMİ.

Ekmek mayası; hamurda bulunan basit şekerleri fermantasyona uğratarak, meydana gelen CO_2 ile hamurun kabarmasını, diğer maddeler ile de hamurun olgunlaşmasını ve aroma oluşumunu sağlayan *Saccharomyces* cinsine ait mikroorganizmalardır.

Ekmek hamurunun hazırlanmasında 18.yy ortalarına kadar ekşi hamur mayası kullanılmıştır. Bilindiği gibi ekşi hamur mayası, bir gün önce kabarmış olan hamurdan ertesi günkü hamur için ayrılan kısımdır. Bu ekşi hamur mayasının içinde *Saccharomyces* cinsi mayaların yanında çok sayıda laktik asit bakterileri ve diğer bakteriler de bulunmaktadır. Ekşi hamur ile mayalanan hamurda bir yandan mayalar çalışırken diğer yandan da laktik asit bakterilerinin faaliyeti sonucunda hamur ekşi tatta olur.

Daha sonra hamurun kabartılması amacıyla bira ve ispirto fabrikası artığı maya kullanılmaya başlanmıştır. Bu mayaların kalitelerinin sürekli farklılık göstermesi ve özellikle saf ve dayanıklı olmamaları nedeniyle, ekmek mayası üretimi için yeni teknolojiler geliştirilmiştir.

Ekmek mayası üretimi amacıyla gerçekleştirilen ilk uygulamalarda maya çoğalması sırasında bir taraftan da alkol fermantasyonunun devam etmesi nedeniyle verim düşük olmuştur. Ekmek mayası üretiminde substrata hava verilmesine 20. yy başlarında başlanmış, böylece son üründeki maya verimi alkol aleyhine artırılmıştır. Daha sonra havalandırılarak yapılan üretim sırasında az da olsa oluşan alkolün de maya tarafından karbon kaynağı olarak kullanılmasına olanak tanıyan "Akıtma Yöntemi" geliştirilmiştir.

Ekmek Mayası Üretiminde Kullanılan Mikroorganizmalar

Ekmek Mayası Üretiminde *Saccharomyces cerevisiae* türüne ait suşlar kullanılır. Bu maya suşları;

-Isıya dayanıklı olmalı
-Çabuk çoğalabilmeli
-Enzimatik etkinliklerini uzun süre koruyabilmeli

Ayrıca;

-Hamuru fazla kabartma özelliğinde olmalı
-Ekmeğe yabancı tat ve koku vermemelidir.

Ekmek Mayası Üretim Koşulları

Hammadde: Ekmek mayası üretiminde hammadde olarak en çok melas, ayrıca tahıllar ve nişasta şurupları kullanılmaktadır. Bu hammaddeler tamamen ülke koşulları ile ilgili olup, ülkemizde şeker pancarı melası kullanılmaktadır.

Ekmek mayası üretiminde hammadde olarak kullanılacak melasın şeker dışındaki diğer bileşim öğeleri ve bunların miktarları da dikkate alınmalıdır. Şeker pancarı melasının bileşiminde yaklaşık

% 80 kuru madde
% 50 şeker
% 1.3-2.5 N'lu maddeler bulunur.

Melas bu bileşimi ile maya biyokitlesini oluşturmak amacıyla gereken makro ve mikro elementler yönünden N, P ve bazen da Mg dışında, yeterlidir. Bu eksik olan besin maddeleri organik ve anorganik bileşikler halinde dışarıdan ilave edilmelidir. Azot kaynağı olarak amonyak ve amonyum tuzları, fosfor kaynağı olarak orto-fosfatlar ve fosforik asit yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, Mg tuzları ve vitaminler de (biotin, thiamin) ilave edilmelidir.

Maya (kuru madde üzerinden) yaklaşık,

% 46 karbon
% 32 oksijen
% 8.5 azot
% 6 hidrojen
% 7.5 kül içerir.

Uygun koşullarda 200 g sakarozdan 100 g maya (**Y** x/s = 0.5) elde edildiği kabul edilecek olursa, 100 g maya kuru maddesinin sentezi için;

200 g sakaroz + 10.32 g NH_3 + 100.44 g oksijen + 7.5 g kül --- 100 g maya + 140.14 g CO_2 + 78.12 g H_2O

eşitliğini gerçekleştirecek besin maddeleri ortamda bulunmalıdır.

Oksijen Gereksinimi

Genel olarak 1 g maya kuru maddesinin elde edilebilmesi için 1 g oksijene gereksinim vardır. Endüstriyel uygulamalarda oksijen gereksinimi ortama steril hava verilerek sağlanır.

Saccharomyces cerevisiae mayaları aynı zamanda alkol ürettiğinden ortamın havalandırılmasıyla mayaların fermantasyona yönelmeleri engellenecek, substrat biyokütle oluşumu için kullanılacaktır (Pastör etkisi). Örneğin; anaerobik koşullarda maya verim katsayısı (**Y** x/s) 0.075 iken, aerobik koşullarda verim katsayısı (**Y** x/s) 0.5'in üzerine çıkabilmektedir.

May üretiminde ortama verilen oksijen miktarından çok oksijenin sıvı fazda çözünen ve maya hücresi tarafından kullanılabilecek oranı (çözünmüş oksijen konsantrasyonu) büyük önem taşır. Bu nedenle fermentöre verilen havanın küçük kabarcıklar halinde sıvı içinde dağılmasına özen gösterilmelidir. İyi bir karıştırma sonucu verilen oksijenin % 40-50'sinin sıvı faza transferi ve maya tarafından kullanımı sağlanabilir.

Şeker Konsantrasyonu

Substrattaki şeker konsantrasyonunu yüksek olması halinde maya verimi düşmekte, CO_2 ve etil alkol üretimi artmaktadır. Maksimum verim için şeker konsantrasyonunun 0.3 g/L yi geçmesi istenmez. Böyle düşük şeker konsantrasyonu, bolca havalandırılan fermentöre melasın kademeli olarak verilmesi ile sağlanır.

pH

Ekmek mayası üretiminde biyokütle gelişimi için en uygun pH 4.5 - 5.0 arasındadır. Düşük pH değerlerinde bakteriyel kontaminasyon riski azalacağında, en iyisi başlangıçta 4.2 – 4.5 pH' da çalışmaya balanır, sonlara doğru pH 4.8 – 5.0'e yükseltilir.

Sıcaklık
En uygun sıcaklık 28-30 ^{0}C'dir.

Ekmek Mayasını Üretim Aşamaları

1. Melasın hazırlanması
2. Ana mayanın elde edilmesi
3. Mayanın elde edilmesi
4. Mayanın ayrılması, paketlenmesi, depolanması

Melasın Hazırlanması
Melas, ekmek mayası üretiminde doğrudan kullanılamaz. Fermantasyon yeteneği yüksek ve açık renkli maya elde etmek için, aynı zamanda mayanın muhafazasını kolaylaştırmak amacıyla, özellikle melastaki renk maddelerinin ve diğer yabancı maddelerin uzaklaştırılması gerekir.

Melas iki aşamada berraklaştırılır;
1. 1: 1 oranında sulandırıldıktan sonra 4.5–5.0 pH'ya kadar H_2SO_4 ile asitlendirilir ve kaynatılır.
2. Sonra, santrifüf edilerek kaba tortusundan ayrılır.

Melas çözeltisi hemen kullanılmayacaksa 60 ^{0}C'nin üzerinde ya da 15 ^{0}C'nin altında tutulur. Berraklaştırılan melasa mayanın gelişmesi için gerekli besin maddeleri ilave edilir.

Mayanın Elde Edilmesi
Maya üretimine laboratuvarda saf kültür ile başlanır. Yatık agardaki saf kültür gittikçe artan hacımlara aşılanarak, sonuçta 25–50 kg maya kültürü elde edilir. Daha sonra işletmelerdeki 15 –200 m^3 hacmındaki fermentörlere 2.5–4.0 ton işletme mayası verilerek, 18–20 saat sonunda maya kütlesinde 6-7 kat artış sağlanır.

Ekmek mayası üretiminde geleneksel olarak kesikli yöntem uygulanmakta ve melas kademeli olarak (şeker maya tarafından kullanıldıkça) fermentöre verilmektedir.

Mayanın Ayrılması
Yaklaşık 150–200 g/L oranında maya içeren sıvı ortam separatörden geçirilerek maya kreması sıvı kısımdan ayrılır. Bol su ile yıkanıp, tekrara separatörden geçirilir ve gerekirse bu işlem birkaç kez tekrarlanır. Bakteriyel kontaminasyonu önlemek için bu maya kreması pH 2.0'e kadar asitlendirilir ve bu pH'da 1-2 saat tutulur. Yıkama ve separasyon işlemlerinden sonra maya tortusu 4 ^{0}C'ye soğutulur.

Pres Maya
Soğutulmuş maya kremasının bir kısım suyu, döner vakumlu filtreler veya filtre presler yardımı ile ayrılır. Bu işlem sonunda maya kuru maddesi % 27-30'a yükselir. Filtrasyon sonunda elde edilen maya kekine şekil verilerek ambalajlanır ve 3-4 ^{0}C'de depolanır. 24-48 saat bu sıcaklıkta tutulduktan sonra, soğutma donanımına sahip araçlarla satışa sunulur. Paketlenmiş pres maya % 2'den fazla ölü hücre içermemelidir.

Aktif Kuru Maya

Aktif kuru maya, dağıtımda ve depolamada soğuk zincirin yetersiz olduğu durumlarda, ayrıca dağıtımın uzun mesafelere ve uygun olmayan koşullarda yapılması halinde, pres mayanın yerine kullanılmaktadır. Mayada gözlenen canlılık kaybı kurutma yöntemine göre değişmekte, ancak önemli bir kaybın olmamasına çalışılmaktadır.

Aktif kuru maya üretiminde, filtrasyon ile elde edilen pres keki şekil verilerek kurutucuya gönderilir. Kurutucu olarak, çoğunlukla sürekli tünel tipi kurutucular ile akışkan yataklı kurutucular kullanılır. Kurutma sırasında verilen havanın sıcaklığı 25-45 ^{0}C arasında değişir. 2-4 saat sonunda % 7.5-8.5 nem içeren aktif kuru maya elde edilir. Değişik boyutlarda ambalajlanarak (birkaç gramdan 10 kg'a kadar) satışa sunulur. Küçük ambalajlar azot atmosferinde, büyük ambalajlar vakum altında paketlenir. Azot gazı veya vakum altında yapılan ambalajlama sonunda, aktivite kaybı ayda % 1 dolayındadır.