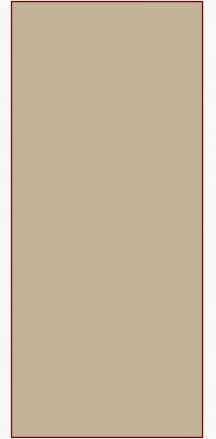


BİYOLOLOJİK MALZEMENİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

PROF. DR. AHMET ÇOLAK



ISIL ÖZELLİKLER

ISIL ÖZELLİKLER

Bitkisel ve hayvansal kökenli birçok ürün tüketiciye gitmeden önce değişik şekillerde ısı işleme tabi tutulur. Bu ısı işlemler ısıtma, soğutma, kurutma, pişirme, fırınlama, pastörizasyon ve dondurma şeklindedir.

Ürünün ısı özellikleri büyük ölçüde sıcaklık değişimine bağlıdır. Meyve ve sebzelerin bozulmasına neden olan nem ve mikroorganizmaların faaliyetleri gerek depolamada gerekse taşımada, düşük sıcaklıklarda kontrol edilebilir.

Hasat edilen meyvelerin dayanımının artırılması için hızlıca soğutulması gerektiğinden portatif hasat soğutucuları geliştirilmiştir. Bu soğutucular yardımıyla meyveler hasat yerinde ön soğutmaya tabi tutularak uygun bir şekilde taşınmaktadır.

ISIL ÖZELLİKLER

Tarımsal ürünlerin ısıtılması ve soğutulması, iletim, taşınım ve ışınım yöntemleriyle yapılır. Dolayısıyla ısı özelliklerin bilinmesi, yoğunluk, şekil ve büyüklükle ilgili fiziksel özellikler kadar makina tasarımı ve ürüne uygulanacak işlemlerin önceden tahmini için de önemlidir.

Isıtma ve soğutma sistemlerinin ısı dengesi ürünün ısı kapasitesi bilinmeden sağlanamaz. Aynı şekilde materyalin ısıtma ve soğutma işlemleri sırasında herhangi bir anda ısı içeriğinin belirlenmesi sıcaklığın yer ve şiddetinin tanımlanması için materyalin ısı özelliklerinin bilinmesi gerekir.

Tarımsal ürünlerin ısı işlemlerinde zaman ve sıcaklık; ürünün kalitesi, besin değeri ve dayanma yeteneği yönünden önemlidir.

ISIL ÖZELLİKLER

Sıcaklık, Isı ve Termodinamiğin Birinci Yasası

Bir sistemin sıcaklığı, sistem bünyesindeki moleküler hareketten kaynaklanan kinetik enerjinin bir göstergesidir. Bir sistemdeki moleküller yer değiştirme, dönme ve titreşim hareketleri yaparlar. Sistemin sıcaklığı arttıkça moleküller daha hızlı hareket edeceğinden kinetik enerji de artar. Sıcaklığın Boltzmann sabitiyle ($k=1,38066 \cdot 10^{-23} \text{J.K}^{-1}$) çarpımı sistemin kinetik enerjisini verir.

Bu enerji termodinamikte sistemin iç enerjisinin duyulur kısmıdır ve **duyulur enerji** olarak adlandırılır.

Bir sistemin faz değişimiyle ilgili iç enerjisine **gizli enerji** denir. Sistemin iç enerjisi bu duyulur enerjiyle gizli enerjinin toplamıdır. Sistemin iç enerjisine sistemin ısı enerjisi de denebilir.

ISIL ÖZELLİKLER

Moleküllerin içindeki atomları birbirine bağlayan kimyasal enerji sistemin iç enerjisine dahil olduğu halde termodinamikte göz önüne alınmaz.

Isı, sistemle çevre arasında sıcaklık farkından kaynaklanan bir enerji alışverişidir. Bir başka ifadeyle ısı, iki sistem arasında sıcaklık farkından dolayı gerçekleşen enerji geçişidir. Dolayısıyla aynı sıcaklıktaki iki cisim arasında ısı geçişi olmaz. Yani, bir sistem enerjisi iç enerji olarak içerir, ısı olarak içermez, örneğin, fırından yeni çıkarılmış bir patatesi oda sıcaklığında tutalım. Sıcak patatesin iç enerjisi vardır. Bu enerji, sadece patatesin kabuğundan (sistemin sınırından) havaya (çevreye) geçerken ısı geçişi gerçekleşir, havaya geçtikten sonra artık bu enerji havanın iç enerjisinin bir bölümü olur.

Enerji üç farklı şekilde aktarılır: Isı geçişi, iş geçişi ve kütle akışı. Sistem kapalı ise kütle akışı olmayacağından, bu durumda sadece ısı ve iş geçişi söz konusudur. Bir sisteme ısı veya iş geçişi olduğunda sistemin iç enerjisi artar, aksi durumlarda azalır.

Isı geçişi üç yolla olur: İletim (kondüksiyon), taşınım (konveksiyon) ve ışınım (radyasyon). Isı geçişi için sıcaklık farkı şarttır

ISIL ÖZELLİKLER

Özgül Isı

Bir ürünün birim kütlesinin sıcaklığını 1 °C artırmak için gerekli enerjiye özgül ısı denir. Bir maddenin özgül ısı sıcaklıkla değişir.

Özgül ısı iki çeşittir;

Sabit hacimde ve
sabit basınçta.

Sabit hacimde özgül ısı iç enerji değişimiyle ilgilidir. Çünkü sabit hacimde iş sıfır olduğundan termodinamiğin birinci yasasına göre ısı, iç enerji değişimine eşit olur. Sabit basınçta özgül ısı ise entalpideki değişimle ilgilidir. Termodinamiğin birinci yasasına göre sabit basınçta ısı entalpideki değişime eşittir. Dolayısıyla sabit hacimde özgül ısı iç enerjisinin sıcaklıkla değişiminin ölçüsüdür. Sabit basınçta maddenin entalpisinin sıcaklıkla değişiminin bir ölçüsüdür.

Katı ve sıvılar sıkıştırılmayan maddeler olarak kabul edilir ve hacimlerinin değişmediği varsayılır. Dolayısıyla katı ve sıvılar için bu özgül ısı değerleri eşittir.

Tarımsal Ürün ve Gıdaların Özgül Isı Değerleri

Meyve ve sebzelerin soğuk depolarda depolanmasında özgül ısı bir tasarım parametresi olarak kullanılmaktadır. Soğuk depo tasarımında meyve ve sebzeler için özgül ısı değeri 3,5 - 3,9 kJ/kgK'dir.

Nem içeriği, sıcaklık ve hacim ağırlığı arttıkça tarımsal ürün ve gıdaların özgül ısı değerleri de artar. Su, çoğu tarımsal ürünlerin önemli bir bileşenidir. Suyun birincil bileşen olduğu ürünlerde, ürünün özgül ısı hemen hemen suyun özgül ısısına eşittir.

ISIL ÖZELLİKLER

Isıl İletim

Katı veya durgun bir akışkan ortam içinde, sıcaklık farkından dolayı gerçekleşen ısı geçiştir. Isı geçişi moleküller arasındaki etkileşimle gerçekleşir. Enerjisi fazla olan moleküller enerjilerinin bir kısmını karşılıklı etkileşim sonucu komşu moleküllere verirler. Enerji aktarımı sıcaklığın azaldığı yöndedir.

Akışkanlarda (gaz ve sıvılarda) ısı iletimi üç yolla gerçekleşir:

- Moleküllerin gelişigüzel yer değiştirmeleri,
- Moleküllerin eksenleri etrafında dönmeleri
- Moleküllerin titreşimleri.

ISIL ÖZELLİKLER

Kinetik enerjileri farklı olan iki molekül çarpıştıklarında enerjisi yüksek olan molekülün kinetik enerjisinin bir kısmı diğer moleküle geçer, örnek olarak oksijen doldurulmuş bir kabı alırsak, oksijen molekülünün çapı 0,3 nm, 1 atm basınç ve 20 °C sıcaklıkta 1 mm³'lük bir hacimde $2,5 \times 10^{16}$ adet oksijen molekülü bulunur ve iki oksijen molekülü arasındaki uzaklık 63 nm'dir. Bu durumda bir oksijen molekülü diğeriyle çarpışmadan çapının 200 katı bir mesafe kat edebilir.

Katılarda ise ısı iletimi iki yolla gerçekleşir:

- Sabit molekül kafes düzeni içinde moleküllerin titreşimleri,
- Elektronların katı cisim içindeki serbest hareketleri.

ISIL ÖZELLİKLER

Dolayısıyla katılarda ısı iletimi bu iki etkinin toplamıdır. Saf metallerde kafes çok düzgün ve serbest elektron sayısı yüksek olduğundan ısı iletiminde kafes titreşiminin etkisi ihmal edilebilir. Örneğin, elmasın ısı iletimi bu yüzden çok yüksektir. Metal olmayan katılar ise hem kafes yapıları çok düzgün değil hem de serbest elektron sayısı azdır, dolayısıyla bunların ısı iletimi metallere göre azdır.

Isı iletim katsayısı maddenin ısıyı iletme yeteneğinin bir ölçüsüdür. Soğuk bir metal parçasını elimizle tuttuğumuzda, soğukluğu hemen hissederiz, ancak aynı sıcaklıktaki bir ağaç parçasını tuttuğumuzda soğukluğu önceki gibi hızlı hissetmeyiz. Çünkü, metalin ısı iletim katsayısı daha yüksektir ve ağaca nazaran ısıyı daha hızlı iletir.

ISIL ÖZELLİKLER

Tarımsal Ürün ve Gıdaların Isı İletim Katsayıları

Tarımsal ürün ve gıdaların ısı iletim katsayıları nem içeriği, hacim ağırlığı, gözeneklilik, bileşim, homojenlik gibi birçok etmene bağlıdır. Tüm tarımsal ürün ve gıdaların ısı iletim katsayıları suyunkinden (0,613) az havaninkinden (0,026) yüksektir. Dolayısıyla tarımsal ürün ve gıdaların ısı iletim katsayıları suyla havanın değerleri arasında değişir. Buzun ısı iletimi sıvı suya nazaran 3,6 kat daha yüksektir. (Buz tetrahedral kafes yapısına sahiptir). Bu durum gıdaların donma ve çözülme hızlarının farklı olmasına yol açar.

ISIL ÖZELLİKLER

Tarımsal Ürün ve Gıdaların Isı İletim Katsayıları

Bu durum gıdaların donma ve çözülme hızlarının farklı olmasına yol açar. Donmada ürünün önce dışı buzlanır, buzlanma dıştan içe doğru ilerler, çözülmede ise ürünün dışı gevşer ancak içi henüz buzdur. Buzla sıvı suyun ısı iletim farkından ötürü donma çözülmeye göre daha hızlı cereyan eder.

Nem içeriği, sıcaklık ve hacim ağırlığı arttıkça ısı iletim katsayısı artmaktadır. Hacim ağırlığının artmasıyla hava içeren boşlukların hacmi azalacak ve ısı iletim katsayısı artacaktır. Isıl yayılım katsayısı

Bir ürüne ısı veriliyor veya üründen ısı alınıyorsa o ürün ısıyı ya depolar (ısıtır) ya da kaybeder (soğur). Yüksek yoğunluklu maddeler enerjiyi iyi depolarlar. Gazlar ise düşük yoğunlukları nedeniyle enerjiyi iyi depolayamazlar. Aslında ısı yayılım katsayısı malzemenin ısıyı iletme yeteneğinin ısıl enerjiyi depolama yeteneğine oranıdır.

Isıl yayılım katsayısı büyük olan malzemeler buldukları ısıl çevredeki değişimlere daha hızlı cevap verirken, bu değeri küçük olan malzemeler daha yavaş cevap verirler. Birincilerin ısıl dengeye ulaşmaları kısa zaman alırken, ikinciler daha uzun zamana ihtiyaç duyarlar.

ISIL ÖZELLİKLER

Tarımsal Ürünlerin Isıl Yayılım Katsayıları

Nem arttıkça bazı ürünlerde ısıl yayılım katsayıları artar: Mantar (Tansakul ve Lumyong, 2008), soğan (Abhayawick ve ark., 2002) ve Hindistan nohutu (Dutta ve ark., 1988) gibi. Bazı ürünlerde de bunun aksine nem artışı ısıl yayılım katsayısının azalmasına neden olur: Buğday ve mısır (Kazarian ve Hall, 1965), antepfıstığı (Hsu ve ark, 1991), kimyon (Singh ve Goswami, 2000), akdarı (Subramanian ve Viswanathan, 2003) ve pirinç (Morita ve Paul Singh, 1979) gibi.

Benzer şekilde, sıcaklığın artmasıyla bazı ürünlerin ısıl yayılım katsayısı artarken bazı ürünlerde azalır. Sıcaklık artışıyla ısıl yayılım katsayısı artan ürünlere mantar (Tansakul ve Lumyong, 2008) ve kimyon (Singh ve Goswami, 2000), azalan ürünlere ise Hindistan nohutu (Dutta ve ark., 1988) örnek verilebilir. Isıl özelliklerin Deneyle Belirlenmesi

Bir tarımsal ürün veya gıdanın ısıl özelliklerini belirlemek için şu üç parametrenin bilinmesi yeterlidir:

1. Özgül ısı,
2. Isı iletim katsayısı ve
3. Isıl yayılım katsayısı.

ISIL ÖZELLİKLER

Özgül Isının Ölçülmesi

Özgül ısı kalorimetre yardımıyla ölçülmektedir. Özgül ısıyı ölçmenin en basit yolu buz kalorimetresi kullanmaktır, özgül ısı ölçülecek ürün örneği bir buz parçasının içine yerleştirilerek üzeri yine buzla kapatılır. Bir süre sonra örneğin sıcaklığı $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'e düşer. Oluşan sıvı su alınarak tartılır. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'e düşmek için örneğin verdiği ısı sıvı su haline gelen buzun erimesi için gerekli ısıya eşittir. Buzun erimesi için gerekli olan ısı ise bilinmektedir. Burada özgül ısının belirlenmesinde kullanılan iki farklı yöntem ele alınacaktır:

a) Adyabatik Kalorimetre ile ölçüm

Karıştırma yöntemine göre çalışır. Basit ve hassas olduğundan yaygın bir şekilde kullanılır. İçinde bir karıştırıcı bir de termoçift bulunan bakır veya alüminyum kap yalıtkan bir kap içine yerleştirilir, önce kalorimetre kalibre edilir: Bunun için kabın içine kütlesi bilinen bir miktar soğuk su dökülür, daha sonra da yine kütlesi bilinen bir miktar sıcak su dökülür ve karışımın denge sıcaklığı kaydedilir. Aşağıdaki eşitlikten kalorimetrenin ısı kapasitesi hesaplanır (Dutta ve ark., 1988 ve Aviara ve Haque, 2001)

Ürünün özgül ısısını belirlemek içinse, kütlesi, sıcaklığı ve nem içeriği bilinen bir miktar ürün kalorimetre kabına konur, bunun üzerine, sıcaklığı ve kütlesi belli bir miktar sıcak su dökülür ve bir mekanik karıştırıcıyla karıştırılır. Karışımın sıcaklığı termoçift yardımıyla denge sıcaklığına ulaşıncaya kadar kaydedilir. Denge sıcaklığı elde edilince gerekli eşitliklerden ürünün özgül ısı hesaplanır (Dutta ve ark., 1988 ve Aviara ve Haque, 2001):

ISIL ÖZELLİKLER

b) Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ile ölçüm

Yaygın olarak kullanılan bu yöntem örnek ve referans materyalin sıcaklıklarını artırmak için gerekli ısı miktarları arasındaki farkı sıcaklığın bir fonksiyonu olarak verir. Kalorimetre (ısıölçer) cihazında iki hücre bulunur, birinde özgül ısı bilinen referans materyal (safir) vardır, diğerine ise özgül ısı belirlenecek olan örnek konur. Örnek belli ve sabit bir hızla ısıtılır ve ısı dengeye ulaşılır. Örneğin ve referans materyalinin sıcaklığının deney boyuca aynı kalması istenir. Bu işlem, hücreleri besleyen güç girdileri (ısı akışları) değiştirilerek yapılır, bu esnada ısı akışları arasındaki fark sıcaklığın fonksiyonu olarak ölçülür. Bu yöntemde önce boş örnek hücresi ısı taramadan geçirilir ve temel yük (baseline) değeri belirlenir. Daha sonra örnek hücreye konur ve hem örnek hem de referans materyal ısı taramadan geçirilir, ısı akışı düşey, sıcaklık değerleri yatay ekseninde olmak üzere bir termogram elde edilir. Bu termogram örnek ve referans materyalin temel hattan sapmalarını verir.

ISIL ÖZELLİKLER

Isı İletiminin Ölçülmesi

Taneli ürünlerin ısı iletkenlikleri iki temel yöntemle göre belirlenebilir: (a) Kararlı ısı akış yöntemi ve (b) geçici (zamana bağlı) ısı akış yöntemi. Birinci yöntemin iki sakıncası bulunmaktadır:

1.Kararlı koşullara ulaşmak çok uzun zamana ihtiyaç vardır.

2.Taneli ürünün iki tarafındaki sıcaklık farkından dolayı nem transferinin gerçekleşme ihtimali.

Bu iki sakıncadan kurtulmak için, taneli ürünlerin ısı iletimi geçici ısı akış yöntemiyle belirlenmektedir. Sadece taneli ürünlerde değil diğer tarımsal ürün ve gıdalarda da bu yöntem kullanılmaktadır. Dolayısıyla, tarımsal ürün ve gıdaların ısı iletkenliğinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan ısı iletkenlik probu, geçici ısı akış yöntemine göre davranış sergileyen çizgisel ısı kaynağı ilkesine dayanılarak tasarlanırlar. Ölçme sistemi üç birimden oluşmaktadır: İçinde bir ısıtıcı tel ve bir sıcaklık sensörü bulunan prop, ısıtıcı teli besleyen bir doğru akım (DA) güç kaynağı ve sıcaklık sensöründen sıcaklık değerlerini okuyan bir veri toplama sistemi (VTS).

Prop, içinde örneğin bulunduğu silindire boylamasına daldırılır, örneğin sıcaklığı, oda sıcaklığına veya su banyosu yardımıyla istenen sıcaklığa getirilir. Küçük sıcaklık değişimlerine duyarlı olan ısıtıcı tel sabit güç kaynağı ile beslenir ve sıcaklık zamana bağlı olarak ölçülür. VTS yardımıyla bir ekseninde sıcaklık, diğerinde zamanın doğal logaritması olmak üzere bir termogram elde edilir. Bu termogramdaki ilişkinin doğrusal kısmının eğimi kullanılarak ısı iletim katsayısı hesaplanır.

ISIL ÖZELLİKLER

Taşınım

Katı bir yüzeyle onun temas ettiği hareket halindeki bir akışkan arasında sıcaklık farkından ötürü gerçekleşen ısı geçişidir. Akışkan hareketi, ne kadar hızlıysa ısı geçişi o oranda fazla gerçekleşir. Taşınım ile ısı geçişi iki yolla gerçekleşir:

- Sınır tabakadaki akışkanın gelişigüzel moleküler hareketi,
- Sınır tabakadaki akışkanın gözle görülür kütleli hareketi.

Taşınım kütleli hareketin türüne göre iki tiptir;

- Zorlanmış taşınım: Taşınımın nedeni olan akış pompası ve fan benzeri bir etkiye bağlıdır.
- Doğal taşınım: Taşınımın nedeni olan akış kaldırma kuvvetlerinin etkisiyle oluşur.

Akışkan içinde oluşan kaldırma kuvvetleri sıcaklık farkından dolayı ortaya çıkan yoğunluk farklılıklarına bağlıdır.

ISIL ÖZELLİKLER

Örneğin sıcak bir patates yumrusunun yüzeyinden etrafındaki havaya ısı geçişi gerçekleşir, yumruyu çevreleyen hava tabakası ısınır ve dolayısıyla hafifleyerek yükselir. Yükselen bu hava tabakasının yerini soğuk hava alır. Eğer yumru yüzeyiyle onu çevreleyen hava arasındaki sıcaklık farkı azsa ve bu yüzden havanın ataletini yenecek kaldırma kuvvetleri oluşamıyorsa bu durumda ısı geçişi sadece iletimle sağlanacaktır.

Katı yüzeyle temas halinde bulunan akışkan hareketsiz ise bu durumda akışkanla katı yüzey arasındaki ısı geçişi taşınım ile değil iletimle sağlanır.

Isı taşınım katsayısı, akışkanın bir özelliği değildir, akışkanın hızına, yoğunluğuna ve viskozitesine, katı cismin boyut, biçim ve özelliklerine göre değişir.

ISIL ÖZELLİKLER

Işınım

Bir cismi oluşturan atom ve moleküllerin elektron düzenlerindeki değişmeler sonucunda yayılan elektromanyetik dalgalar aracılığıyla gerçekleşen enerji aktarımına **ışınım** denir. Örneğin güneş enerjisinin yeryüzüne ulaşması ışınlım sonuca gerçekleşir. Isı geçişi uygulamalarında söz konusu olan ışınlım, daha çok katı bir cismin sahip olduğu belli bir sıcaklıktan ötürü yaydığı ısı ışınlımdır. Dolayısıyla ısı ışınlım sonlu sıcaklığa sahip bir cismin yaydığı enerjidir. Tüm maddeler ışınlım yayarlar, ısı ışınlımla ısı geçişi için aracı bir ortama gerek yoktur. Işınım bir hacim olgusu olmakla birlikte katı ve sıvılar için bir yüzey olgusu gibi düşünülebilir. Zira yüzeydeki birkaç mikron kalınlığındaki tabakada yayılan ışınlım yüzeyden dışarı çıkar. Tüm maddeler, katı, sıvı ve gazlar ışınlımı belli oranlarda yayarlar, yutarlar ve geçirirler. Işınım bir elektromanyetik dalgadır ve frekans ve dalga boyu ile tanımlanır. Elektromanyetik tayfın orta bölgesinde yer alan morötesi (ultraviyole) ışınlımın bir kısmı, görünür ışınlım ve kızılaltı (enfraruj) ışınlım (ısı dalgaları) olarak adlandırılır. Bu bölgenin dalga boyu 0,1-100 μm arasındadır. Görünür ışınlımın dalga boyu ise 0,4-0,7 μm arasındadır.

ISIL ÖZELLİKLER

Siyah cisim: bir ışınımı mükemmel yayan ve mükemmel soğuran cisme siyah cisim denir. Siyah cisim gerçek değil ideal bir yüzeydir: Verilen sıcaklık ve dalga boyunda hiçbir cisim siyah cisimden daha fazla ışınım yapamaz. Siyah cisim her yönden gelen dalga boyundaki ışınımı soğurur, ayrıca ışınımı her yöne üniform bir şekilde yayar. Üzerine düşen tüm ışınları yutar. Siyah cismin soğurma oranı 1 dir. Tüm gerçek cisimler gri cisimler olarak adlandırılırlar. Gri cisimlerin soğurma oranı 0 ile 1 arasında değişir. Yayma oranı: Bir ürünün yayma oranı (emissivity) o ürünün ısı ışınımı yayma yeteneğini gösterir. Bir cisim ısı dengedeysse o cismin yayma oranı soğurma oranına eşittir. Gerçek bir yüzeyden (gri cisimden) yayılan ışınım, aynı sıcaklıktaki siyah cisimden yayılan ışınım ile yayma oranı çarpılarak bulunur.

Bir ürünün yayma oranını ve yüzey sıcaklığını biliyorsak o üründen ısı ışınım yoluyla gerçekleşen enerji kaybını bulabiliriz. Keza bir ürünün yaydığı ısı enerjisi biliyorsak o ürünün sıcaklığını bulabiliriz. Kızılaltı termometreler bu esasa göre çalışırlar.

ISIL ÖZELLİKLER

Isıl Görüntüleme Yöntemi

Yeni zedelenmiş bir meyvede sağlam bir dokuyla zedelenmiş bir dokunun ısı yayılım katsayısı farklı olacaktır. Zira yeni zedelenmiş dokunun yoğunluğu artar; ancak kütle, nem içeriği değişmez. Zedelenen hücreler nem içeriklerini dokudaki hava boşluklarına salıverirler. Bu da dokunun ısı iletim katsayısını değiştirir, zaman ilerledikçe zedelenmiş dokunun nemi zedelenmemiş kesime göç eder. Bu da ısı yayılım katsayısını, yoğunluğu ve ısı iletim katsayısını azaltır. Bir ısı kamera yardımıyla zedelenmiş ürünün yayma oranı algılanırsa zedelenme tespit edilmiş olur. (Mohsenin, 1980; Strohinc, 2002; Varith ve ark., 2003). Yüzey sıcaklığıyla ürünün yayma gücü doğru orantılıdır. Dolayısıyla yayma gücü ürünün yüzey sıcaklığının bir göstergesidir. Isıtılan veya soğutulan ürünün yaydığı kızılaltı enerji ısı kamera tarafından algılanarak ısı görüntüye (termogram) dönüştürülür. Elmayla ilgili bir çalışmada ısı işlem esnasında zedelenmiş dokunun yüzey sıcaklığının sağlam dokunun yüzey sıcaklığından daha az olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla ısı kamera zedelenmiş dokudan sağlam dokuya nazaran daha az kızılaltı ışınım almış; buradan elmada zedelenme tespiti yapmak mümkün olmuştur (Varith ve ark., 2003).

ISIL ÖZELLİKLER

Entalpi

Entalpi (ısı tutumu) bir ürünün ısı içeriğidir. Buharın veya nemli havanın ısı içeriğindeki değişiklikleri değerlendirmede kullanılan bir kavramdır. Entalpi iç enerjiyle akış enerjisinin toplamıdır.

Tarımsal Ürün ve Gıdaların Dondurulması

Meyve, sebze ve gıdalar dondurularak korunurlar. Donma esnasında ürünlerdeki sıvı su buza dönüşeceğinden açığa çıkan ısının soğutma sistemi tarafından uzaklaştırılması gerekir. Genellikle sıcaklık -1°C 'e düşünce ürün içindeki sıvı suda buz oluşumu başlar. Buz kristal oluşumu başlasa da suyun çoğu sıvı formda kalır. Çözeltinin tamamının buza dönüştüğü sıcaklığa **ötektik sıcaklık** denir. Bu değer çoğu gıda için -30°C 'ün altındadır. Bununla beraber, ürün içindeki suyun % 80-90'ı -10°C 'de, % 90 - 95'i ise -15°C 'de donar. Marketlerdeki dondurucular -18 veya -20°C sıcaklığına göre tasarlanırlar.

Donma gizli ısı: Donma gizli ısı donma esnasında üründen uzaklaşan ısıdır. Gizli ısı alışverişi esnasında ürünün sıcaklığı değişmez. Çoğu gıdanın en büyük bileşeni olduğu için suyun gizli ısı önemli bir rol oynar. Atmosfer basıncında suyun donma ısı 335 kJ/kg 'dir. (Suyun sıcaklığı 0°C 'ten 100°C 'ye çıkarmak için 420 kJ/kg enerji gereklidir. Suyun buharlaşma ısı ise 2257 kJ/kg 'dir). Meyve ve sebzelerin donma gizli ısı, içerdikleri su miktarı suyun donma gizli ısıyla çarpılarak bulunabilir.

ISIL ÖZELLİKLER

Sıcaklık Ölçümü

Sıcaklık ölçümünde hem endüstride hem de laboratuvarlarda yaygın olarak iki farklı sıcaklık ölçer kullanılmaktadır; **termoçift ve platin dirençli termometre.**

a) Termoçift (termokapıl):

Farklı alaşımlı iki telin kaynaklanmasıyla oluşan termo-elektronik bir sıcaklık algılayıcısıdır. Tellerin birbirine kaynaklandığı nokta (sıcak nokta) sıcaklığı ölçülecek ortama yerleştirilir, tellerin açık uçları ise sabit bir referans sıcaklığında (soğuk nokta) (genellikle su buz karışımında) tutulur. Sıcak noktayla soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkı soğuk nokta uçlarında mV mertebesinde gerilim üretir. Bu gerilim sıcak ve soğuk noktalar arasındaki sıcaklık farkıyla orantılıdır. Soğuk nokta 0°C'te tutulur, sıcak noktanın mV değerinin sıcaklık karşılığı elde edilir. Bakır konstantan ve demir konstantan en yaygın iki tipidir.

b) Platin dirençli termometre:

Saf platin telin direnç değerinin sıcaklıkla değişmesi ilkesine göre çalışır. Platinin direnci 1 K sıcaklık için % 0,3 oranında değişir. İçerisinden sabit akım geçirilen direnç teli sıcaklığı ölçülecek örneğe daldırıldığında sıcaklıktaki değişime bağlı olarak telin direnci, dolayısıyla telin gerilimi değişir. Bu gerilim değişikliği sıcaklığa çevrilir. Platin dirençli termometrede 0 °C'de tel direnci 100 ohmdur ve Pt-100 olarak adlandırılır.

Her iki sıcaklık algılayıcısı da bir örneğin sıcaklığını sürekli ölçüp bilgisayara aktarmada veri toplama sisteminin bir parçası olarak yaygın bir biçimde kullanılmaktadır.

ELEKTROMANYETİK ÖZELLİKLER

ELEKTROMANYETİK ÖZELLİKLER

Tarımsal ürün ve gıdaların elektriksel özelliklerinden olan elektriksel iletkenlik değerleri omik ısıtmada, kapasite değerleri ise mikrodalga ısıtmada önemlidir. Tarımsal ürünlerin doku zedelenmelerini saptamak için elektriksel empedans tekniği kullanılmaktadır.

Tarımsal ürünlerin temizlenmesi ve sınıflandırılmasında elektrostatik ayırmanın prensiplerinden yararlanır.

Nükleer manyetik rezonans görüntüleme teknikleriyle ürünün olgunluk ve kalite tayininin yapılmasında tarımsal ürün ve gıdaların manyetik özellikleri bilinmelidir.

ELEKTROMANYETİK ÖZELLİKLER

Elektromanyetik özellikler, ürünlerin elektromanyetik ışınımı soğurma, geçirme veya yansıtma özelliklerine dayanmaktadır. Işık, morötesi ve kızılaltı ışınlar, mikrodalga ve radyo dalgaları elektromanyetik ışınımın en yaygın örnekleridir. Tarımsal ürün ve gıdalarla ilgili olarak ısıtma, pişirme, kurutma, nem ölçümü, kalite tayini, hasar tespiti, sterilizasyon, ayıklama; ürünlerin boyut, biçim, ağırlık ve renk özelliklerine göre sınıflandırılması, bazı makina ve donanımların kontrolü gibi birçok alanda elektromanyetik ışınım dayalı değişik teknikler yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektronik nem ölçerler nem düzeyini tayinde ürünün dielektrik özelliğini kullanırlar. Tarımsal ürünlerin kurutulmasında dielektrik ısıtma, yaygın olarak kullanılmaktadır. Tarımsal ürünlerin sınıflandırılması ve yabancı maddelerden temizlenmesi optik sensörler yardımıyla yapılabilmektedir.

Kağıt ve cam gibi elektriği iletmeyen, ancak maruz kaldığı elektrik alanda bir değişiklik meydana getiren yalıtkan maddelere dielektrik denir.

ELEKTROMANYETİK ÖZELLİKLER

Biyolojik Ürünlerde Kapasite, Direnç ve İletkenlik

Biyolojik ürünlerle elektrik akımı arasındaki ilişkiler birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Biyolojik ürünler elektrik akımı karşısında bir direnç elemanı veya kondansatör gibi veya daha yaygın olarak bu ikisinin kombinasyona gibi davranmaktadır. Biyolojik ürünlerin direnç ve kapasiteleri ürünün nem içeriğine ve yapısına bağlı olarak değişir.

Canlı bir dokunun hem direnci hem kapasitesi vardır. Dolayısıyla canlı bir doku bir direnç elemanı ve bir kondansatör gibi davranır.

Tahıllar ve tohumlar gibi taneli ürünlerin dirençlerindeki değişim fazla olduğundan, kapasite değerleri direnç değerlerinden daha önemlidir. Biyolojik ürünlerin temel özelliklerinden biri de öz dirençtir. Direnç gibi öz direnç de ürünün nem içeriği ve sıcaklığından etkilenir. Suyun direnci kuru maddeye göre daha az olduğu için ürünün nem içeriği arttıkça direnci düşer.

Elektrostatik ayırma yöntemi: Ürünlerin direnç ve kapasite özelliklerinden yararlanılarak bu ürünlerin temizlenmesi ve sınıflandırılması gerçekleştirilmektedir ki buna elektrostatik ayırma yöntemi adı verilmektedir. Bunun için geliştirilmiş düzenekler borulu, tamburlu ve plakalı olmak üzere üç ana gruba ayrılmaktadır. Bu yöntemde küçük tohumlar şekil, büyüklük, ağırlık ve yüzey dokusuna bakılmaksızın ayrılabilir. Çünkü bu yöntemde yukarıda sayılan fiziksel özellikler değil tohumun yüzeysel şarj olma yeteneği önem kazanmaktadır.

ELEKTROMANYETİK ÖZELLİKLER

Empedans tekniği

Bitkilerde dondan kaynaklanan doku hasarları, ilaç zehirlenmesi ve diğer hasarlar empedans tekniği denen bir elektriksel yöntemle tespit edilmektedir. Sağlıklı bir dokunun hem direnci hem kapasitesi vardır, doku öldüğünde kapasitesi kaybolur.

- Biyolojik ürünlerde sıcaklık arttıkça elektriksel iletkenlik artar (Sarang ve ark., 2008).
- Taneli ürünlerde elektriksel iletkenlik ürünün nem içeriğine bağlı olarak değişir, nem içeriği arttıkça ürünün elektriksel iletkenliği artar. Zira suyun elektriksel iletkenliği kuru maddeye göre daha yüksektir. Geçirme, Soğurma, Yansıtma ve Spektrofotometri
- Elektromanyetik ışınım bir nesneye çarptığında nesne tarafından geçirilir, soğurulur veya yansıtılır. Nesnelerin renkleri ışığı geçirme, soğurma ve yansıtma özelliklerine göre belirlenir, örneğin yeşil renkli bir yaprak, mavi ve kırmızı dalga boylarının çoğunu soğurur, yeşil ışığın çok büyük bir bölümünü geçirir veya yansıtır, bu yüzden rengi yeşildir. Bir ürünün belli bir dalga boyundaki bir ışığı soğurma yeteneği o ürüne ilişkin bir özelliktir. Dolayısıyla ürünlerin ışığı, morötesi ve kızılaltı ışınımı geçirme, soğurma ve yansıtma özellikleri esas alınarak tarımsal ürün ve gıdaların sınıflandırılması ve kalite kontrolüyle ilgili teknikler geliştirilmiştir.