

Farklı Su Sıcaklıkları Kullanılarak Suyla Ön Soğutulan Isırgan Yapraklarının Depolama ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

İlknur ALİBAŞ, Nazmi İZLİ

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 16059, Bursa
ialibas@uludag.edu.tr

Received (Geliş Tarihi): 13.04.2013

Accepted (Kabul Tarihi): 21.06.2013

Özet: Bu çalışmada ısırgan yaprakları 1°C, 2°C, 3°C, 4°C ve 7°C sıcaklığına sahip su ile ön soğutulmuşlardır. Ön soğutmaya alınacak ısırgan yaprakları ağırlığı 1000±5 g olacak şekilde tartılarak standart plastik kasalara konulmuşlardır. İlk sıcaklık değerleri 25.0±0.5°C olan ısırgan yaprakları 1, 2, 3 ve 4°C sıcaklığındaki su ile son sıcaklığı 4°C ve 7°C sıcaklığındaki su ile de son sıcaklığı 7°C oluncaya kadar soğutulmuştur. Ön soğutma işlemi süresince zamana bağlı sıcaklık ve enerji tüketimi değerleri ile soğutma sırasında oluşan ağırlık kazanımı değerleri ölçülmüştür. Ön soğutma sonrasında 5 farklı su sıcaklık seviyesi ile soğutulmuş olan ısırgan yaprakları dayanım sürelerinin belirlenmesi amacıyla 500±5 g ağırlığında tartılarak soğuk odaya konulmuşlardır. Soğuk odanın sıcaklığı 1°C ve oransal nemi %65±5'dir. Beş farklı su sıcaklığında ön soğutulmuş ve hiç ön soğutma yapılmamış ısırgan yaprakları soğuk odada 28 gün boyunca depolanmışlardır. Soğuk odada depolama süresince 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerde ağırlık kaybı, genel görünüm derecesi ve renk kriterlerine (*L*, *a*, *b*) bakılmıştır. Tüm kalite parametrelerine bakılarak ısırgan yapraklarının soğuk odada depolanması sırasında kullanılabilir en uygunsuyla ön soğutma sıcaklığının 3 ve 4°C'lık su sıcaklığı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ağırlık artışı, enerji tüketimi, ısırgan yaprağı, renk, suyla ön soğutma.

Determination of the Storage and Quality Parameters of Nettle Leaves Hydro Pre-cooled using Different Water Temperatures

Abstract: In this study, nettle leaves (*Urtica diacota* L.) was intended to pre-cool by hydro with various temperatures (1°C, 2°C, 3°C, 4°C and 7°C). Nettle leaves taken into pre-cooling were weighted constituting weights in the range of 1000+/-5 g and replaced into standard plastic boxes. Leaves in 25.0±0.5 °C initial temperature levels were cooled until having 4°C with 1, 2, 3 and 4°C water temperatures and 7°C with 7°C water temperature level. During pre-cooling variations in weight between time dependent on temperature, energy consumption and weight gain parameters during the cooling sequence were recorded.

Following the pre-cooling operation, with the intention of determining the resistance of cooled nettle leaves by means of five temperatures of hydro-cooling method were weighted in the range of 500±5 g and replaced into cooling room. Temperature of the cooling room (CR) was corresponding to 4°C and rational humidity was corresponding to 65±5%. Hydro pre-cooled by five temperatures and non-precooling implemented nettle leaves owing to their more susceptible nature stored 28 days in CR. The weight loss, overall composition and colour criterions (*L*, *a*, *b*) of nettle leaves were measured at 1st, 7th, 14th, 21st and 28th days during CR storage. Investigating the entire quality parameters in nettle leaves, most convenient pre-cooling method pertaining to MAR was intended to be diagnosed. The most suitable hydro cooling temperature level was determined at 3°C and 4°C of water temperatures considering with the all quality parameters in CR process.

Key words: Colour, energy consumption, hydro pre-cooling, nettle leaves, weight gain.

GİRİŞ

Isırgan yaprakları çeşitli mineral maddeler (Weiss, 1988), provitamin A (Allardice, 1993), amino asitler (Martínez-Para ve ark., 1980a), C Vitamini (Martínez-Para ve Martínez-Para, 1980) ve karbonhidratlar (Martínez-Para ve ark., 1980b) açısından zengindir.

Isırgan antioksidan, iltihap ve mikrop önleyici, bağıışıklık sistemini kuvvetlendirici, romatizma önleyici, kanserden koruyucu, sindirim sistemini rahatlatıcı ve yaşlılığa karşı koruyucu etkileri ile bilinen bir bitkidir (Toldy ve ark., 2005). Aynı zamanda ısırgan oldukça

besleyici bir gıda maddesi olarak da kullanılabilir (Alibas, 2007; 2010). Isırganın körpe yaprakları pişirilerek, kurutularak (Facciola ve Cornucopia, 1990) ya da çay şeklinde demlenerek kullanılabilir (Chevallier, 1996). Isırgan da özellikle yeşil yapraklı tüm tarımsal ürünler gibi ışığa, sıcaklığa ve neme duyarlıdır. Bu nedenle de derim işlemini takiben her hangi bir gıda işleme yöntemine tabi tutulmaz ise çabucak bozulmaya uğramaktadır (Alibas, 2007).

Tarımsal ürünler hasattan sonra metabolizma faaliyetlerine devam ettiklerinden dolayı yapılarında bulunan suyun bir kısmını kaybederler. Bu durum tarımsal ürünlerin sararma, çürüme ve pörsüme gibi kalite azalmalarına sebebiyet verir (Alibas ve Okursoy, 2012; Sun ve Wang, 2004; Wang ve Sun, 2001). Dünya nüfusunun hızla artması, bunun tam tersi biçimde ekilen tarım alanlarının her yıl biraz daha kentleşme ve sanayileşme için yok edilmesi gibi etmenler elde edilen tarımsal ürünlerden maksimum fayda sağlamayı gerektirir hale gelmiştir. Ürün kalitesini artırarak, kayıp oranını en aza indirmek için çok çeşitli yöntemler geliştirilmeye başlanmıştır. Bu yöntemlerden biri de ön soğutma yöntemidir. Ön soğutma en genel tanımıyla ürünün, derim sıcaklığından soğuk muhafaza sıcaklığına kadar hızlı bir şekilde düşürülmesi olarak tanımlanmaktadır (Alibas ve Okursoy, 2012; Brosnan ve Sun, 2003). Tarımsal ürünlerin fizyolojik özellikleri, nem oranları, hücre yapıları ve hassasiyetleri birbirinden oldukça farklıdır. Bu nedenle uygulanan ön soğutma yöntemi üründen ürüne farklılık göstermektedir (Teruel ve ark., 2001). Havayla ve suyla ön soğutma yöntemleri yaygın olarak kullanılan ön soğutma yöntemlerindedir (Alibas ve Okursoy, 2009).

Havayla ön soğutma yöntemi, uygulanan en eski soğutma yöntemidir. Bu yöntemde soğutucu akışkan olarak hava kullanılmaktadır. Hava soğutulacak olan materyalin bulunduğu ortama sabit hızda veya basınçlı olarak gönderilir. Bu yöntemde soğuma, materyalin dış yüzeyinden başlayarak iç yüzeye doğru konveksiyon (ısı taşınımı) yoluyla olmaktadır. Suyu ön soğutma yöntemi ise soğutulmuş olan suyun materyalin üzerine püskürtülmesiyle ya da ürünün soğuk suyun içine daldırılmasıyla sağlanır (Kays, 1997). Bu yöntem hızlı ve etkin bir soğutma yöntemidir. Ancak suyla ön soğutma yönteminde ürünlerin donma tehlikesi bulunmaktadır. Bu nedenle soğutma suyu sıcaklığı çok iyi ayarlanmalıdır. Ayrıca suyla ön soğutma yönteminde

kullanılan ambalaj ve paketlerin suya dayanıklı olarak seçilmesine özen gösterilmelidir.

Ön soğutma işleminden sonra soğutulmuş ürün, soğutma sıcaklığı korunarak ya doğrudan satış için pazara gönderilmekte ya da soğuk olarak muhafaza edilmektedir. Depolanacak ürünlere daha önceden ön soğutma yapılması ile depolama sırasında harcanan soğutma gücünden tasarruf sağlanmaktadır. Ayrıca ürün taşıyıcı araçların soğutma yükünün azaltılmasına olanak tanımaktadır (Alibas ve Okursoy, 2009).

Bu çalışmanın amacı; I) çeşitli soğutma suyu sıcaklıkları kullanarak ısırgan yapraklarının suyla ön soğutulması, II) suyla ön soğutulan ısırgan yapraklarının soğutulması sırasında meydana gelen sıcaklık düşüşü, ağırlık kaybı, enerji tüketimi ve güç parametrelerinin ölçülmesi, III) ön soğutma verilerinin modellenmesi, IV) ön soğutma işlemlerinden sonra soğutulmuş ısırganların soğuk odada depolanması ile dayanma sürelerinin tespit edilmesi, IV) genel görünüm, ağırlık kaybı ve renk değerleri açısından en uygun ön soğutma yönteminin saptanmasıdır.

MATERYAL

Soğutma Materyali

Soğutulacak olan ısırgan yaprakları (*Urtica diacota* L.) Bursa ilinin Karacabey İlçesinde bulunan Taşpınar Köyü'ne ait tarla kenarlarından toplanmıştır. Isırgan yaprakları seri ve etkin bir şekilde laboratuvar ortamına taşınmış ve vakit kaybetmeden ön soğutma işlemlerine tabi tutulmuşlardır.

Suyla Ön Soğutma Sistemi

Deneylerde kullanılan suyla ön soğutma sistemi genel olarak; soğutma odası, su deposu, su devir daim pompası, su püskürtme sistemleri, kontrol panosu ve içinde buharlaştırıcı, yoğuşturucu, kompresör, genişleme valfi ve soğutucu akışkan bulunan soğutma ünitesinden oluşmaktadır. Soğutma kabini 2 mm kalınlığındaki galvanizli sacdan boyutları 850 x 800 x 1100 mm, hacmi ise 0.748 m³ olacak şekilde yapılmıştır. Isı yalıtımının sağlanması amacıyla soğutma kabininin çevresine, 12 mm kalınlığında 0.147 kJ / m² h °C ısı geçiş katsayısına sahip cam yünü sarılmıştır. Soğutucu kabinin dış kısmında, sistemin sıcaklığını ayarlamaya yarayan, dijital bir kontrol panosu bulunmaktadır. Soğutma odasının tavanına, debisi 2.5 L min⁻¹ olan üzerinde 3 adet meme bulunan su püskürtme sistemi yerleştirilmiştir. Kalınlığı 2 mm olan

paslanmaz çelik malzemeden, 980 x 780 x 700mm boyutlarında ve 0.5351 m³ hacminde imal edilmiş olan su deposu ana şasinin arka kısmında bulunmaktadır. İçerisine 450 mm çapındaki sarmal yaylardan oluşan biri 10 sarımlı diğeri 9 sarımlı 2 adet serpantin şeklinde buharlaştırıcı yerleştirilmiştir. Bakır borudan yapılmış buharlaştırıcı 17.5 mm çapında, 19.1 m uzunluğunda ve 1.05 m² yüzey alanına sahiptir. Soğutucu kabinden tekrar sisteme dönen su, doğal akışı ile depoya geri dönmekte ve buradan tekrar sisteme 55 W gücündeki bir devir-daim su pompası yardımıyla basılmaktadır. Soğutma kabininin ve su deposunun çevresine, ısı yalıtımının sağlanması amacıyla 12 mm kalınlığında 0.146538 kJ / m² h °C ısı geçiş katsayısına sahip cam yünü sarılmıştır. Sistemde; 10 mm çapında, 59.28 m uzunluğunda, 1.8623 m² yüzey alanına sahip bakır borudan yapılmış hava soğutmalı yoğuşturucu bulunmaktadır. Soğutma amacıyla devir sayısı 1750 min⁻¹, devitgen çark çapı 400 mm olan, 5 kanatlı aksiyal tipte bir fan kullanılmıştır. Fan hareketini 60 W gücündeki monofaze elektrik motorundan almaktadır.

Ölçme aletleri

Ön soğutma sistemlerinde soğutma sırasında zamana bağlı sıcaklık azalmasının ölçülmesi amacıyla, 10 kanaldan sıcaklık ölçümü yapabilen bir veri toplama cihazından faydalanılmıştır.

Ön soğutma sisteminin çalışma esnasında şebeke- den çektiği elektrik enerjisini ölçmek amacıyla, Kaan marka trifaze elektrik sayacından yararlanılmıştır.

Soğutulacak ürünlerin soğutucu kabinlere eşit ağırlıkta yerleştirilmesi amacıyla, ± 1 g hassasiyetli terazi kullanılmıştır.

Çalışmalarda dış ortam neminin ölçülmesi amacıyla ölçme aralığı %2.5 olan analog bir higrometre, dış ortam sıcaklığının ölçülmesi amacıyla ise ölçme aralığı 0.1°C olan 5 adet analog termometre kullanılmıştır.

Deneme materyallerinin ön soğutma öncesinde, ön soğutma işleminden sonra ve soğuk odada dayanımlarının belirlenmesi amacıyla CR 300 renk ölçüm cihazı (Konica- Minolta, Osaka, Japan) marka bir renk ölçüm cihazından yararlanılmıştır.

Soğuk Oda (CR) Koşulları

Ön soğutulmuş ürünlerin dayanım süresinin ölçülmesi amacıyla ürünler +4°C hava sıcaklığında sürekli çalışan ve oransal nemi %65±5 olan havayla soğutma ünitesine konulmuşlardır. Soğuk Oda koşullarını sağlayan havayla soğutma ünitesi soğutma kabini, fan, kontrol panosu ve içinde buharlaştırıcı, yoğuşturucu,

kompresör, genişleme valfi ve soğutucu akışkan bulunan soğutucu ünitelerden oluşmaktadır. Soğutma kabini boyutları ve kullanılan izolasyon malzemesi suyla ön soğutma sistemi ile aynıdır. Soğutma kabininin arka duvarına buharlaştırıcı (evaporatör) ve fan (vantilatör) yerleştirilmiştir. Soğutucu kabinin dış kısmında, sistemin sıcaklığını ayarlamaya yarayan, dijital bir kontrol panosu bulunmaktadır. Sistemde 40 W'lık bir elektrik motoru ile tahrik edilen ve devir sayısı 1400 min⁻¹ olan 160 mm çark çapına sahip 5 kanatlı aksiyal bir fan kullanılmıştır. Fanın materyalin üzerine gönderdiği havanın hızı 1 m s⁻¹'dir (Dinçer, 1993; Dincer, 1995; Teruel ve ark., 2001; Alibaş ve Okursoy, 2009; 2012). Soğutucu akışkan olarak Freon 12 (R12) nin kullanıldığı sistemde, 13.5 mm çapında, 8160 mm uzunluğunda 0.3459 m² yüzey alanına sahip bakır borudan yapılmış buharlaştırıcı ve 12 mm çapında, 16400 mm uzunluğunda, 0.6180 m² yüzey alanına sahip bakır borudan yapılmış yoğuşturucu (kondanser) kullanılmıştır.

YÖNTEM

Ön soğutma yöntemleri

Suyla ön soğutma denemelerinin tümünde soğutulacak olan ısırgan yaprakları 1000 ± 5 g olacak şekilde ayarlanarak kasalara yerleştirilmiştir.

Materyalde meydana gelen sıcaklık düşüşünün belirlenmesi için ön soğutucu içine 10 adet sıcaklık ölçüm probu yerleştirilmiştir. Bu sıcaklık problemlerinin ikisi ürünlerin konulduğu kasanın merkezine; dördü kasanın sağ, sol, ön ve arka yanlarına; ikisi kasanın alt ve üstüne; diğer ikisi ise ortam sıcaklığını ölçmek üzere tank içine yerleştirilmiştir. Böylece zamana bağlı sıcaklık azalması değerleri, 1 s aralıklarla veri toplama cihazı aracılığıyla bilgisayara kaydedilmiştir. Dış ortam sıcaklığının ölçülmesi amacıyla 5 adet analog termometre kullanılmıştır.

Denemeler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Bu üç tekerrürden elde edilen verilerin ortalaması alınarak, sisteme ait değerler elde edilmiştir.

Enerji tüketiminin belirlenmesi amacıyla, suyla ön soğutma sistemi trifaze enerji sayacına bağlanmış ve bir kronometre yardımıyla zamana bağlı enerji tüketimi saptanmıştır.

Ön soğutma işlemleri, su sıcaklığı 1, 2, 3 ve 4°C olan ön soğutma işlemlerinde soğutulacak olan ürünün konulduğu kasanın merkezine konulan her iki prob da 4°C'yi, su sıcaklığı 7°C olan su ile yapılan ön soğutma işleminde ise 7°C'yi gösterinceye kadar sürdürülmüştür.

Renk ölçüm yöntemi

Renk okumaları ısrırgan yapraklarının her iki yüzünden de ölçüm alınarak gerçekleştirilmiştir. Rastgele seçilen 10 yaprağın renk ölçümlerinin ortalamaları alınarak renk değerleri belirlenmiştir. Cihazın gösterdiği "L" rengin parlaklığını, "d" rengin kırmızılık/yeşillik değerini ve "b" rengin sarılık/mavilik oranını vermektedir (Alibas, 2007; Alibas, 2010).

Soğuk Odada (CR) depolama yöntemi

Çeşitli su sıcaklıkları ile ön soğutulmuş ve ön soğutma yapılmamış olan ısrırgan yaprakları 1 g hassasiyetli Baster marka terazi ile tartılarak ağırlıkları 500 ± 5 g olacak şekilde ayarlanmış ve üç tekerrürlü olarak soğuk odaya (CR) konulmuşlardır.

Soğuk odada ısrırgan yapraklarının renk, ağırlık kaybı ve genel görünüm değerleri 1, 7, 14, 21 ve 28.günlerde üç tekerrürlü olarak (Özer ve Masatçı, 2000; Rennie ve ark., 2001; He ve ark., 2004; Tao ve ark., 2006). Genel görünüm belirleme yöntemi 5 kişilik bir jüri tarafından yapılmıştır. Genel görünüm testinde biyolojik materyallere bir puanlama sistemi uygulanmıştır. Bu puanlama; 10-9: çok iyi, 8-7: iyi, 6-5: satılabilir, 4-3: satılmaz, 2-1: kullanılmaz şeklinde yapılmıştır (Özer ve Masatçı, 2000; Özer, 2002).

İstatistiksel Değerlendirme

Çalışma 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Elde edilen verilerin ortalamaları ve diğer istatistik değerleri SPSS 13.0 aracılığıyla saptanmış ve sonuçlar LSD testine ($P < 0.01$) göre harflendirilmiştir.

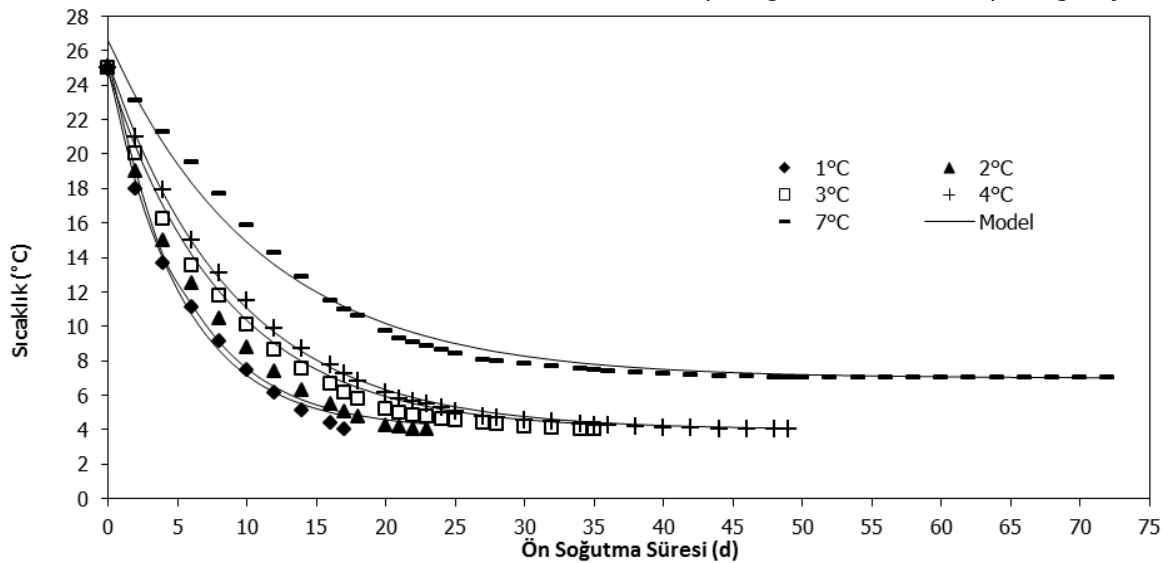
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Ön Soğutma Eğrileri ve Parametreleri

İsrırgan yapraklarının çeşitli sıcaklıklardaki suyla ön soğutulması sırasında zamana bağlı sıcaklık azalması Şekil 1'de verilmiştir. İlk sıcaklıkları 25°C olan 1, 2, 3 ve 4°C su sıcaklıkları ile yapılan soğutma işlemleri ısrırgan yapraklarının son sıcaklığı 4°C oluncaya dek sürdürülmüştür. Yine ilk sıcaklığı 25°C olan 7°C sıcaklığındaki suyla ön soğutulan ısrırgan yapraklar ise son sıcaklığı 7°C 'ye ulaşuncaya dek ön soğutulmuştur.

Şekil 1'e göre, soğutma suyu sıcaklığı arttıkça soğutma süresinde bir artış oluşmuştur. En düşük sıcaklık olan 1°C 'lik su ile yapılan soğutma işlemi 2°C , 3°C , 4°C ve 7°C su sıcaklığına sahip suyla ön soğutma işlemlerine göre sırasıyla 1.35, 2.06, 2.88 ve 4.24 kat daha kısa sürmüştür. Sonuçlar literatürdeki bazı çalışmalarla paralellik göstermiştir (DeEll ve ark., 2000).

İsrırgan yapraklarının çeşitli sıcaklıklardaki su ile ön soğutulması işlemlerindeki deneysel veriler non-lineer regresyon analizine (Alibas ve Okursoy 2009) tabi tutulmuş ve böylece soğutma modeli aracılığıyla elde edilen tahmin verileri elde edilmiştir. Çizelge 1'de tahmin ve deneysel veriler arasındaki benzerlik katsayısı (R^2), standart hata (SEE) ve model aracılığıyla elde edilen tahmin katsayısı (k) değerleri verilmiştir. Ayrıca soğutma modeli tahmin verileri Şekil 1'de deney verileri ile birlikte gösterilmiştir. Tahmin verileri ile deneysel veriler arasındaki benzerlik katsayısının (R^2) "1"e en yakın olduğu suyla soğutma sıcaklığı 0,9986 değeri ile 4°C 'dir. Bunu sırasıyla 0,9956 değeri ile 1°C , 0,9922 değeri ile 2°C , 0,9880 değeri ile 7°C ve 0,9868 değeri ile 3°C soğutma suyu sıcaklığında ön soğutma yöntemleri izlemiştir. Soğutma suyu sıcaklığı arttıkça soğutma katsayısı değerinde bir azalma meydana gelmiştir.



Şekil 1. Çeşitli su sıcaklıkları ile soğutulmuş ısrırganların sıcaklık-zaman eğrileri ve matematiksel modellenmesine ilişkin veriler

Çizelge 1. Farklı sıcaklıklarda ön soğutma işlemine tabi tutulan ısırgan yapraklarında zamana bağlı olarak sıcaklık değişiminin elde edilen istatistiksel parametreleri

Soğutma Suyu Sıcaklığı (°C)	Tahminin Standart Hatası (SEE)**	Belirleme katsayısı R ² **	Soğutma Katsayısı (k)**
1	0.477073	0.9956	0.189117455
2	0.591319	0.9922	0.179576673
3	0.675038	0.9868	0.118578392
4	0.209049	0.9986	0.110591972
7	0.526297	0.9880	0.090966164

** p<0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir.

Isırgan yapraklarının farklı sıcaklıklardaki suyla ön soğutulması sırasındaki enerji tüketimi, güç, soğutma süresi ve ağırlık artışı değerleri Çizelge 2 ve Çizelge 3'de istatistiksel farkları ile birlikte verilmiştir.

Çizelge 2. Çeşitli sıcaklıktaki su ile soğutulan ısırgan yapraklarının soğutulmasındaki enerji tüketimi ve güç değerleri

Soğutma Suyu Sıcaklığı (°C)	Enerji Tüketimi (kWh/kg)**	Güç (kW) ^ö
1	0,142±(0,004) ^e	0,500±(0,004)
2	0,193±(0,002) ^d	0,503±(0,009)
3	0,290±(0,006) ^c	0,498±(0,007)
4	0,397±(0,003) ^b	0,486±(0,005)
7	0,580±(0,006) ^a	0,484±(0,005)

**P<0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir, ^ö önemli değil

Farklı su sıcaklıkları ile ön soğutma yönteminde soğutma suyu sıcaklığı arttıkça enerji tüketiminde %1 önem seviyesinde bir artış meydana gelmiştir. Bu artışın sebebi, soğutma suyu sıcaklığındaki yükselmelerin soğutma süresini artırmasından ileri gelmektedir. Soğutma suyu sıcaklığının 7°C olduğu ön soğutma işlemi soğutma suyu sıcaklığının 4°, 3°C, 2°C ve 1°C olduğu ön soğutma işlemlerine göre sırasıyla 1.46, 2, 3 ve 0.51 kat daha fazladır. Soğutma suyu sıcaklığının artması ile sistemin gücünde önemsiz düzeyde bir azalma olduğu saptanmıştır. Bu azalma sistemin düşük sıcaklık ihtiyacında daha fazla güce ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Soğutma suyu sıcaklığının artması ile materyallerin ağırlık kazanımında %1 önem düzeyinde bir artış olduğu saptanmıştır. Bunun temel nedeni ise soğuk suya kıyasla sıcak suyun ürünün yapısına daha kolay nüfus etmesi olarak tanımlanabilmektedir. En yüksek su sıcaklığı olan 7°C su sıcaklığındaki ön soğutma işlemindeki ağırlık artışı değeri en düşük sıcaklık olan 1°C soğutma suyu sıcaklığına sahip ön soğutma yön-

teminde elde edilen ağırlık artışı değerinden yaklaşık olarak %7 daha fazladır.

Çizelge 3. Farklı sıcaklıklarda ön soğutmaya tabi tutulan ısırgan otlarının soğuma süreleri ve soğutma sonundaki ağırlık kazanımları

Soğutma Suyu Sıcaklığı (°C)	Soğutma Süresi (d)**	Ağırlık Kazanımı (%)**
1	17±(0,577) ^e	6,530±(0,072) ^d
2	23±(0,577) ^d	6,727±(0,062) ^{cd}
3	35±(1,150) ^c	6,830±(0,059) ^{bc}
4	49±(0,866) ^b	6,833±(0,044) ^a
7	72±(1,440) ^a	6,983±(0,023) ^b

**P<0.01 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir.

Isırgan Yapraklarının Soğuk Odada (CR) Depolama Sırasındaki Bazı Kalite Parametreleri

Soğutma suyu sıcaklıkları 1, 2, 3, 4 ve 7°C olan suyla ön soğutulmuş ısırgan yaprakları ile hiç ön soğutma yapılmamış (kontrol) ısırgan yaprakları havayla soğutmanın sağlandığı bir soğuk bölmeye konulmuşlardır. Soğuk odada renk (L,a,b), % ağırlık kaybı ve 1-10 skalasına göre genel görünüm değerleri 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerde ölçülmüştür (Vigneault ve ark. 2000; 2007). Bu ölçümlere ilişkin veriler Çizelge 4'de istatistiksel farkları ile birlikte verilmiştir.

Ön soğutma yapılmadan soğuk odaya konulan materyallerin 1. gündeki ağırlık kaybı değeri% 0 olarak kabul edilmiştir. Suyla ön soğutma sisteminde soğutma sırasında materyaller su aldıkları için 1. gündeki ağırlık kaybı değerleri soğutma suyu sıcaklığındaki artışla paralel olarak ağırlık artışı şeklinde kendini göstermiştir. Çizelge 4'de 1. Gündeki negatif işaretli (-) değerler bu ağırlık artışını göstermektedir. Birer hafta arayla alınan ölçümlerin hepsinde ağırlık kaybının en az olduğu soğutma suyu sıcaklığı 4°C olarak saptanmış bunu sırasıyla 3°C, 2°C, 7°C ve 1°C soğutma suyu sıcaklıkları ile yapılan ön soğutma yöntemleri izlemiştir. Ön soğutma yapılmadan soğuk odada depolanan ısırgan yapraklarındaki ağırlık artışı ise suyla ön soğutulmuş ısırgan yapraklarına oranla daha fazla olarak belirlenmiştir. Depolama süresinin sonu olan 28. gündeki en yüksek ağırlık kaybı %55.84değeri ile ön soğutma yapılmamış materyallerde saptanmıştır. Bunu sırasıyla %32.82 değeri ile 1°C, %32.47 değeri ile 7°C,%31.59 değeri ile 2°C, %30.51 değeri ile 3°C ve %28.11 değeri ile 4°C soğutma suyu sıcaklığındaki ön soğutma yöntemleri izlemiştir. Benzer sonuçlar Vigneault ve ark., 2000 tarafından da elde edilmiştir.

Çizelge 4. Çeşitli su sıcaklıkları ile soğutulmuş ısırganların +4°C sıcaklığındaki soğuk depoda 28 gün boyunca bekletilmeleri sırasındaki kalite parametreleri

Depolama süresi (gün)	Yöntem	L**	a**	b**	Ağırlık Kaybı (%)**	Genel Görünüm (1-10)**
1	Kontrol	27,64±(0,33) ^{bc}	-6,86±(0,18) ^a	9,67±(0,15) ^a	0,00±(0,00) ^b	10,00±(0,00) ^a
	1°C	23,87±(0,31) ^{cd}	-5,92±(0,15) ^{cdef}	8,35±(0,14) ^{cde}	-6,53±(0,07) ^a	8,67±(0,33) ^{bcd}
	2°C	24,60±(0,46) ^{bc}	-6,10±(0,20) ^{bcd}	8,62±(0,16) ^c	-6,73±(0,06) ^a	9,00±(0,00) ^{abc}
	3°C	25,11±(0,44) ^b	-6,23±(0,01) ^{bc}	8,81±(0,13) ^{bc}	-6,83±(0,06) ^a	9,00±(0,00) ^{abc}
	4°C	26,31±(0,25) ^a	-6,53±(0,18) ^{ab}	9,24±(0,13) ^{ab}	-6,83±(0,04) ^a	9,67±(0,33) ^{ab}
	7°C	24,36±(0,29) ^{bc}	-6,06±(0,17) ^{cd}	8,57±(0,27) ^{cd}	-6,98±(0,02) ^a	8,67±(0,33) ^{bcd}
7	Kontrol	21,86±(0,52) ^{ghi}	-5,42±(0,16) ^{gh}	7,64±(0,18) ^{gh}	5,25±(0,54) ^c	6,33±(0,33) ^{ghi}
	1°C	21,89±(0,22) ^{fghi}	-5,43±(0,15) ^{gh}	7,66±(0,11) ^{fgh}	4,13±(0,08) ^c	7,33±(0,33) ^{efg}
	2°C	22,09±(0,18) ^{efgh}	-5,48±(0,11) ^{efgh}	7,74±(0,08) ^{fgh}	4,01±(0,08) ^c	7,67±(0,33) ^{def}
	3°C	23,15±(0,15) ^{de}	-5,75±(0,12) ^{defg}	8,13±(0,09) ^{def}	3,82±(0,19) ^c	8,00±(0,00) ^{cde}
	4°C	24,33±(0,34) ^{bc}	-6,04±(0,17) ^{cd}	8,54±(0,11) ^{cd}	3,75±(0,08) ^c	8,67±(0,33) ^{bcd}
	7°C	22,02±(0,04) ^{fg}	-5,47±(0,09) ^{fgh}	7,75±(0,16) ^{fgh}	4,31±(0,28) ^c	7,33±(0,33) ^{efg}
14	Kontrol	19,43±(0,23) ^j	-4,82±(0,07) ^{jk}	6,80±(0,06) ^{jk}	13,88±(0,23) ^e	4,67±(0,33) ^{jk}
	1°C	20,84±(0,17) ⁱ	-5,17±(0,13) ^{hij}	7,29±(0,09) ^{hi}	10,83±(0,20) ^d	5,67±(0,33) ^{hij}
	2°C	21,37±(0,12) ^{ghi}	-5,30±(0,12) ^{ghi}	7,49±(0,06) ^h	10,72±(0,33) ^d	6,67±(0,33) ^{fgh}
	3°C	22,94±(0,22) ^{def}	-5,69±(0,11) ^{defg}	8,05±(0,06) ^{efg}	10,66±(0,15) ^d	7,33±(0,33) ^{efg}
	4°C	23,89±(0,15) ^{cd}	-5,93±(0,12) ^{cde}	8,39±(0,10) ^{cde}	10,33±(0,15) ^d	7,67±(0,33) ^{def}
	7°C	20,89±(0,26) ⁱ	-5,19±(0,10) ^{hij}	7,35±(0,23) ^{hi}	10,97±(0,06) ^d	5,33±(0,33) ^{ijk}
21	Kontrol	16,48±(0,30) ^l	-4,09±(0,13) ^{lm}	5,76±(0,12) ^l	33,01±(0,53) ^j	3,33±(0,33) ^{lm}
	1°C	18,22±(0,13) ^k	-4,52±(0,09) ^{kl}	6,38±(0,04) ^k	24,73±(1,16) ^g	4,33±(0,33) ^{kl}
	2°C	19,62±(0,24) ^j	-4,86±(0,04) ^{ijk}	6,88±(0,07) ^{ij}	22,76±(1,25) ^g	4,67±(0,33) ^{jk}
	3°C	20,91±(0,19) ^{hi}	-5,19±(0,09) ^{hij}	7,34±(0,04) ^{hi}	19,50±(0,12) ^f	6,00±(0,00) ^{hi}
	4°C	21,97±(0,26) ^{fgh}	-5,46±(0,12) ^{gh}	7,72±(0,13) ^{fgh}	17,69±(0,93) ^f	6,67±(0,33) ^{fgh}
	7°C	18,30±(0,16) ^k	-4,55±(0,03) ^k	6,44±(0,10) ^{jk}	24,55±(1,43) ^g	4,33±(0,33) ^{kl}
28	Kontrol	12,56±(0,06) ^m	-3,12±(0,05) ⁿ	4,39±(0,02) ^m	55,84±(1,37) ^k	1,67±(0,33) ⁿ
	1°C	15,58±(0,38) ^l	-3,86±(0,06) ^m	5,45±(0,11) ^l	32,82±(0,98) ^{ij}	3,00±(0,00) ^m
	2°C	16,33±(0,31) ^l	-4,05±(0,02) ^m	5,72±(0,10) ^l	31,59±(0,50) ^{ij}	3,33±(0,33) ^m
	3°C	18,89±(0,58) ^{jk}	-4,69±(0,21) ^k	6,63±(0,22) ^{jk}	30,51±(0,45) ⁱ	4,33±(0,33) ^{kl}
	4°C	19,65±(0,32) ^j	-4,88±(0,09) ^{ijk}	6,90±(0,13) ^{ij}	28,11±(1,08) ^h	4,67±(0,33) ^{jk}
	7°C	12,65±(0,12) ^m	-3,14±(0,03) ⁿ	4,45±(0,06) ^m	32,47±(1,11) ^{ij}	3,00±(0,00) ^m

** P<0.01 olasılık düzeyinde istatistik olarak önemlidir.

Uygulanan tüm yöntemler için genel görünüm derecesi 0. günde "10" olarak kabul edilmiş ve bu değer kontrol değeri olarak alınmıştır. Depolama öncesi sonuçlar (1.gün) incelendiğinde suyla ön soğutulmuş tüm yöntemlerin genel görünüm değerleri 8.67-9.67 arasında değişmiştir ve numuneler "çok iyi" olarak derecelendirilmişlerdir. Depolama süresi uzadıkça genel görünüm düzeylerinde %1 önem düzeyinde belirgin bir azalma saptanmıştır. Toplam 4 haftadan oluşan depolama süresinin her bir haftasında yapılan genel görünüm derecelendirmesinde en iyi yöntem 4°C soğutma suyu sıcaklığı ile yapılan ön soğutma yöntemi olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 3°C, 2°C, 1°C, 7°C ve kontrol değeri takip etmiştir. Depolama süresinin sonu olan 28.gündeki genel görünüm değeri kontrol koşullarında 1.67 değeri ile "kullanılmaz" olarak belirlenirken; 1°C, 7°C, 2°C ve 3°C soğutma suyu sıcaklığıyla yapılan ön soğutulmuş materyallerde sırasıyla 3.00, 3.00, 3.33 ve 4.33 değerleri

ile "satılmaz" ve 4°C soğutma suyu sıcaklığıyla yapılan ön soğutulmuş ısırganlarda ise 4.67 değeri ile "kısmen-satılabilir" olarak tespit edilmiştir.

Taze ısırgan yapraklarının renk değerleri 1. günde kontrol değeri olarak verilmiştir. Dört haftadan oluşan depolama süresinin her haftasında tüm yöntemlerin L, a, b renk değerlerine bakılmıştır. Depolama süresinin sonu olan 28. günde rengin yeşilliğini veren negatif indisi "a" değerleri ve parkalık değerini veren "L" değerlerine göre rengin en çok korunduğu yöntem 4°C'lik su sıcaklığı ile yapılan ön soğutma yöntemidir. Bu yöntemi sırasıyla 3°C, 2°C, 1°C, 7°C ve kontrol değerleri takip etmiştir. Buna göre 4°C soğutma suyu ile soğutulmuş soğuk odada muhafaza edilmiş ısırgan yapraklarındaki 28.gün sonundaki yeşillik değeri (a) kontrol şartlarındaki ısırgan yapraklarında elde edilen yeşillik değerine göre %56 oranında daha fazla korunmuştur.

SONUÇ

Çalışmada ısırgan yaprakları 1°C, 2°C, 3°C, 4°C, ve 7°C soğutma suyu sıcaklıklarında suyla ön soğutulmuşlardır. Soğutma sıcaklığı arttıkça soğutma süresinde, enerji tüketiminde ve ağırlık kazanımında %1 önem düzeyinde artma meydana gelmiştir. Soğutma deneylerinden elde edilen veriler soğutma modeli aracılığıyla modellenmiş ve tahmin verileri elde edilmiştir. Buna göre tahmin verilerinin deneysel verilere en yakın olduğu ön soğutma yöntemi 4°C'lik su sıcaklığındaki ön soğutma yöntemi olarak belirlenmiştir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Alibas, I. 2007. Energy Consumption and Colour Characteristics of Nettle Leaves During Microwave, Vacuum and Convective Drying. *Biosystems Engineering* 96(4):495-502.
- Alibaş, İ., R. Okursoy, 2009. İspanağın Havayla, Vakumla ve Suyla Ön Soğutulmasındaki Kalite ve İşletim Parametrelerinin Belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 5(2):149-160.
- Alibas, I. 2010. Determination of Drying Parameters, Ascorbic Acid Contents and Color Characteristics of Nettle Leaves during Microwave-, Air- and Combined Microwave-Air Drying. *Journal of Food Process Engineering* 33(2):213-233.
- Alibaş, İ., R. Okursoy, 2012. Baklanın Vakum, Su ve Havayla Soğutulması Sırasındaki Bazı İşletim Parametreleri ve Depolanması Sırasındaki Kalite Parametrelerinin Belirlenmesine Yönelik Karşılaştırmalı Bir Çalışma. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(2): 185-197.
- Allardice, P. 1993. *A-Z of Companion Planting*, Cassell Publishers Ltd., London, U.K.
- Brosnan, T., D.W. Sun, 2003. Influence of Modulated Vacuum Cooling on the Cooling Rate, Mass Loss and Vase Life of Cut Lily Flowers. *Biosystems Engineering* 86(1):45-49.
- Chevallier, A. 1996. *The Encyclopedia of Medicinal Plants*, Dorling Kindersley, London, U.K.
- DeEll, J.R., C. Vigneault, S.Lemerre, 2000. Water Temperature for Hydrocooling Field Cucumbers in Relation to Chilling Injury during Storage. *Postharvest Biol. Technol.* 18 (1): 27-32.
- Dinçer, İ., 1993. Çeşitli Gıdaların Soğutulmasında Etkin İşletim Parametrelerinin Belirlenmesi. *Doktora Tezi* (yayınlanmamış), İTÜ Fen Bil. Enst., s.141.
- Dincer, I., 1995. Air Flow Precooling of Individual Grapes. *Journal of Food Engineering* 6(2):243-249.
- Facciola, S. and Cornucopia, A. 1990. *Source Book of Edible Plants*, Kampong Publications, Vista, CA.
- He, S.Y., G.P. Feng, H.S. Yang, Y. Wu, Y.F. Li, 2004. Effects of Pressure Reduction Rate on Quality and Ultrastructure of Iceberg Lettuce after Vacuum Cooling and Storage. *Postharvest Biology and Technology* 33:263-273.
- Kays, J.S. (Ed.), 1997. *Postharvest Physiology of Perishable Plant Products*. Eaton Press, Athens, Georgia, p. 532.
- Martínez-Para, M.C. M.E. Martínez-Para, 1980. La Ortiga en la Alimentación (III). *Ascorbic acid. An. Bromatol.* 32: 295-298.
- Martínez-Para, M.C., F. Fidanza, M.E. Torija-Isasa, 1980a. La Ortiga en la Alimentación (IV). *Fibraalimentaria. An. Bromatol.* 32: 109-118.
- Martínez-Para, M.C., F. Fidanza, M.E. Torija-Isasa, 1980b. La Ortiga en la Alimentación (V). *Estudio de la proteína. An. Bromatol.* 32: 309-314.
- Özer, M.H., F. Masatçı, 2000. Domatesin Kontrollü Atmosferde (KA) Muhafazası Üzerine Bir Araştırma. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 14:45-57.
- Özer, M.H., 2002. Jonagold Elma Çeşidinin Kontrollü Atmosferde Muhafazası. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (2):189-202.
- Rennie, T.J., C. Vigneault, G.S.V. Raghavan, J.R. DeEll, 2001. Effects of Pressure Reduction Rate on Vacuum Cooled Lettuce Quality during Storage. *Canadian Biosystems Engineering* 43(3):39-43.
- Sun, D.W., L. Wang, 2004. Experimental Investigation of Performance of Vacuum Cooling for Commercial Large Cooked Meat Joints. *Journal of Food Engineering* 61(4): 527-532.
- Tao, F., M. Zhang, Y. Hangqing, S. Jincai, 2006. Effects of Different Storage Conditions on Chemical and Physical Properties of White Mushrooms After Vacuum Cooling. *Journal of Food Engineering* 77:545-549.
- Teruel, B., L. Cortez, L.N. Fo, 2001. A Comparative Study of the Cooling of Oranges Using Three Cooling Systems. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 5(3):481-486.
- Toldy, A., K. Stadler, M. Sasvári, J. Jakus, K.J. Jung, H.Y. Chung, I. Berkes, C. Nyakas, Z. Radák, Z. 2005. The Effect of Exercise and Nettle Supplementation on Oxidative Stress Markers in The Rat Brain. *Brain Res. Bull.* 65: 487-493.
- Vigneault, C., J.A. Bartz, S.A. Sargent, 2000. Postharvest Decay Risk Associated with Hydrocooling Tomatoes. *Plant Dis.* 84 (12): 1314-1318.
- Vigneault, C., B. Goyette, Y. Garipey, P. Cortbaoui, M.T. Charles, V.G.S. Raghavan, 2007. Effect of Ear Orientations on Hydrocooling Performance and Quality of Sweet Corn. *Postharvest Biology and Technology* 43 : 351-357.
- Wang, L., D.W. Sun, 2001. Rapid Cooling of Porous and Moisture Foods by Using Vacuum Cooling Technology. *Trends in Food Science & Technology* 12 (5-6):174-184.
- Weiss, R.F. 1988. *Herbal Medicine*, Beaconsfield Publishers, London, U.K.

