

BROKOLİNİN MODİFİYE ATMOSFERDE DEPOLANMASI

Yrd. Doç. Dr. Ali Batu

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 60240,
Tokat

Özet: Bu araştırmada yeni hasat edilmiş brokoli, ambalajlama malzemesi olarak da 20 (A), 25 (B) ve 30 (C) mikron (μ) kalınlıklarında maksifreş, 30 μ polietilen ve 10 μ PVC filmler kullanılarak ambalajlanmıştır. Farklı filmlerin kullanımıyla elde edilen brokoli ambalajlarının, ambalaj içi CO₂ konsantrasyonları arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır. Maksifreş A ve PVC filmleri ile ambalajlananların ambalaj içi O₂ konsantrasyonları % 18 gibi yüksek değerde oluşurken, Maksifreş B, C ve polietilen ile ambalajlanan ambalaj içi O₂ konsantrasyonları ise yaklaşık % 12 civarında gerçekleşmiştir. Renk değişimleri, ağırlık kayıpları ve bozulma miktarları dikkate alındığında her iki depolama sıcaklığında, kontrol olarak açıkta ve PVC ile ambalajlanarak depolanan brokolilerin kullanılamaz halde oldukları belirlenmiştir. Özellikle 30 μ kalınlığındaki maksifreş ve polietilen ile ambalajlanan brokolilerin yine yukardaki kalite kriterleri dikkate alındığında 20°C de 6 gün veya 0°C 32 gün depolama sonunda en az % 83'ünün pazarlanabilir durumda oldukları saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: modifiye atmosfer, brokoli, solunum, renk, sertlik, ağırlık kaybı, çürüme.

MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING OF BROCCOLI

Summary: In this study, freshly harvested broccolies were sealed within the 20(A), 25(B) and 30(C) micron (μ) thick maksifresh, additionally within the 30 μ polyethylene and 10 μ PVC films were stored at 20°C and 0°C. The CO₂ concentrations were produced in the packages were not significantly different. The O₂ concentration in the packages used by maksifresh A and PVC films occurred around 18 % that was nearly the normal air. But at both 0°C and 20°C it was nearly 12 % in the packages prepared using by a maksifresh B, C and polyethylene films. In the consideration of quality

criteria of the fruit such as colour, weight loss and the amount of decayed fruits, it was observed that the broccolies stored as a control and with PVC films were not usefull as a food. It was found that at least 83 % of broccolies can be marketable at the end of the 6 days storage at 20°C or at 0°C for 32 days within the 30 µ maksifresh or poliethylene.

Giriş:

Taze ürünlerin solunumu hasattan sonra da devam etmektedir. Böylece taze ürün O₂ tüketerek, CO₂, su buharı ve ısı enerjisi üretimine devam etmektedir. Bu ise ürünün hasat sonrası kalitesinin korunması bakımından istenmez. Solunum hızı çok fazla olan brokolinin 1 kg'nın 10°C de 100 mg.saat⁻¹'dan daha fazla CO₂ ürettiği belirtilmektedir (1). Son yıllarda taze meyve ve sebzelerin, özellikle kullanıma hazır ürünlerin esnek plastik maddeler ile ambalajlanarak soğuk ortamlarda depolanması çok yaygın hale gelmiştir. Ambalajlamanın esas amacı ürünlerin fiziksel, fizyolojik ve patolojik bozulmalardan mümkün olduğunca korunmalarını sağlamaktır. Gelişmiş ülkelerde, çabuk bozulan taze ürünlerin modifiye atmosferde ambalajlama yöntemiyle muhafaza edilerek tüketiciye sunulması tercih edilir hale gelmiştir (2). Ürünün uygun yarı geçirgen bir plastik film ile ambalajlanmasıyla başlangıçtaki ambalaj içi O₂ (% 20.95) ve CO₂ (% 0.03) nicelikleri değişmektedir. Böylece belirli bir süre sonra ambalaj içerisinde uygun bir atmosfer kendiliğinden oluşup, ambalaj içi gaz dengesi sağlanmış olmaktadır. Buna ise modifiye atmosfer denmektedir (3, 4). MAP'in en önemli faydalarından birisi taze ürünlerin mikrobiyolojik ve biyokimyasal bozulmalarını önlemesidir. MAP tekniği ile meyve ve sebzeler gibi canlı ürünlerin solunum hızlarının yavaşlaması sonucunda, meyve etinin yumuşaması geciktirilmektedir. Ayrıca taze ürünlerin olgunlaşması geciktirilerek rengin korunması sağlanır ve mikrobiyal çürümelere karşı direnç artmış olur. Böylece üründe oluşan ağırlık kaybı ve buruşma da önemli derecede önlenmektedir (5). Hasat sonrası bozulmalar ve ekonomik önemi dikkate alındığı zaman brokolinin MAP sistemiyle depolanması sonucunda olumlu sonuçların alınabilmesi ve ayrıca brokolinin 0°C de % 90-95 oransal nem ortamında 1-3 hafta arasında depolanabileceği belirtilmektedir (6).

Bu çalışmada, ambalajlama malzemesi olarak özel mineral maddeler ile kaplanmış olan farklı kalınlıktaki maksifreş filmler kullanılarak, bu filmin brokoli depolanması üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca taze ürünlerin

ambalajlanarak depolanmasında yaygın olarak kullanılan polietilen ve polivinil klorit de kullanılarak maksifreş ile karşılaştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal:

Bu denemede yeşil olumda hasat edilmiş ‘‘Maraton’’ çeşidi taze brokoliler Bedford (İngiltere) toptancı halinden sağlanarak bu deney Cranfield Üniversitesi, Silsoe College’in laboratuvarında hasattan hemen sonra, 3-5 saat içinde kurulmuştur. Brokoli 24X34 cm boyutlarında ve 1.5 cm derinliğinde polietilen tepsiler üzerine konarak uygun plastik filmler ile hava sızdırmaz bir şekilde ambalajlanmıştır. Her ambalaja, 100 g’lık 5’er parça yaklaşık 500±25 g brokoli konularak ambalajlarda eşit miktarda brokoli olması sağlanmıştır. Deney, oransal nemin miktarı ambalaj içinde yaklaşık % 90-98, ambalaj dışında ise % 80 ± 3 (depolama ortamı) olan ortamda gerçekleştirilmiştir. Brokolinin ambalajlanarak hasat sonrası raf ömrünün uzatılabilmesi için 5 ayrı özelliğe sahip olan farklı plastik filmler kullanılmıştır (Çizelge 1). Maksifreş ambalajlama plastikleri; yüzey alanı etilen emilimine uygun özel bir mineral madde karışımı ile kaplanmış olarak üretilen düşük yoğunluktaki bir plastiktir. Üretici firmalarca bu plastiklerin gaz geçirgenlik oranları ile etilen emme özelliklerinin özellikle etilen üreten taze ürünlerin ambalajlanması için çok elverişli oldukları belirtilmiştir.

Çizelge 1. Ambalajlamada kullanılan plastik filmlerin bazı özellikleri

	Ağırlık (g/m ²)	Kalınlık (mikron)	OGO*	SBGO**
Maksifreş A	15.87	20	13400	25.5
Maksifreş B	20.55	25	8900	19.6
Maksifreş C	32.25	30	8500	17.6
Polietilen	23.72	30	7800	40.4
PVC	11.99	10	11300	45.2

* = 23°C de oksijen geçirme oranı (cc/m²/gün), ** = 28°C de su buharı geçirgenlik oranı (g/m²/gün)

Brokoliler 10 m³ hacme sahip özel soğuk hava depolarında 0°C ve 20°C’de olmak üzere iki farklı sıcaklıkta depolanmıştır (6). Bu deneyde kullanılan brokolilerin yaprakları çiçekten ayrılmıştır. Depolama süresi göz ile görülebilen ilk bozulmanın oluşması için geçen süreye göre belirlenmiştir. Bu süre 20°C de 6 gün ve 0°C de ise 32 gün olarak gözlemlenmiştir. Bu ürünler 6 veya 32 gün depolandıktan sonra gözlemsel olarak

belirlenen skala renk değerleri, enstrümental sertlik değerleri ve ağırlık kayıplarında oluşan değişmeler, pazarlanabilme değerleri ile bozulma miktarlarındaki değişmeler saptanmıştır. Ayrıca depolama süresince ambalaj içinde oluşan denge O₂ ve CO₂ konsantrasyonları da belirlenmiştir (7).

Analiz Yöntemleri

Ağırlık kaybı, ürünün depolanmadan önceki (A) ve sonraki (B) ağırlık farkı yardımıyla $(A-B)/A$ yüzde (%) olarak hesaplanarak bulunmuştur. Ürünün başlangıç ve depolama sonrası sertlikleri 1122 model Evrensel Instron aleti ile brokolinin sap kısımlarında oluşan non-distraktif deformasyon değerleri olarak belirlenmiştir. Instron'a 20 N'luk sabit bir ağırlık yüklenip delgi ucu olarak da 6 mm çapında bir uç takılarak, delgi ucu yaklaşım hızı 50 mm.dak⁻¹'ye ayarlanmıştır. Bu sürede kart üzerinde oluşan deformasyon değeri milimetre olarak okunmuştur (7). Renk skala değeri: Brokoli çiçeklerinin rengi 1 den 7'ye kadar verilen değerlere göre belirlenmiştir. 1: koyu sarı, 2: sarı, 3: Yeşil lekeli sarı, 4: Yeşilimsi sarı, 5: Sarı lekeli yeşil, 6: Yeşil ve 7: Koyu yeşil.

Gaz analizleri, depolama süresi sonunda her bir ambalajdan ayrı ayrı alınan 10 ml gaz örneklerinin gaz kromatografisine enjekte edilmesi sonucunda belirlenmiştir. Gaz ölçümlerinde "Carlo Erba Instrument" firmasınınca üretilmiş GC 800 series model gaz kromatografisine bağlanmış olan "hot wire" dedektörü yardımıyla bu ölçümler gerçekleştirilmiştir. Burada taşıyıcı gaz (argon)'ın akış hızı dakikada 40 ml, dedektör ve fırın sıcaklıkları sırası ile 120°C ve 70°C dir (7).

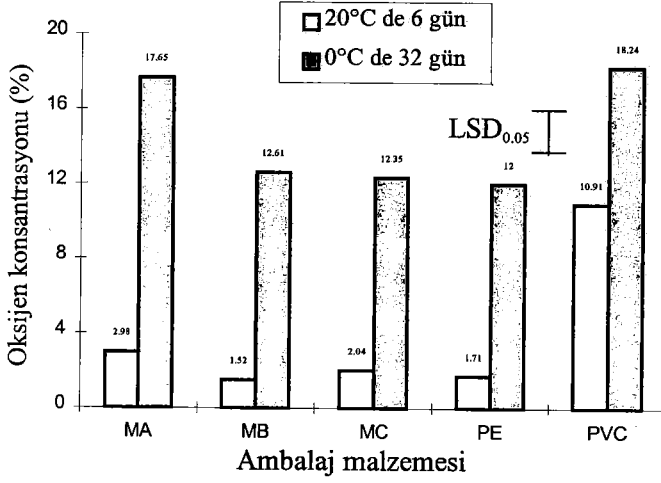
Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İstatistiksel analizler, varyans analizi sonucunda t-testi uygulanarak muamelelerin ortalama sonuçlarının karşılaştırılması suretiyle LSD testi yapılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar % 5 önem derecesine göre değerlendirilmiştir (8).

Sonuçlar ve Tatışma

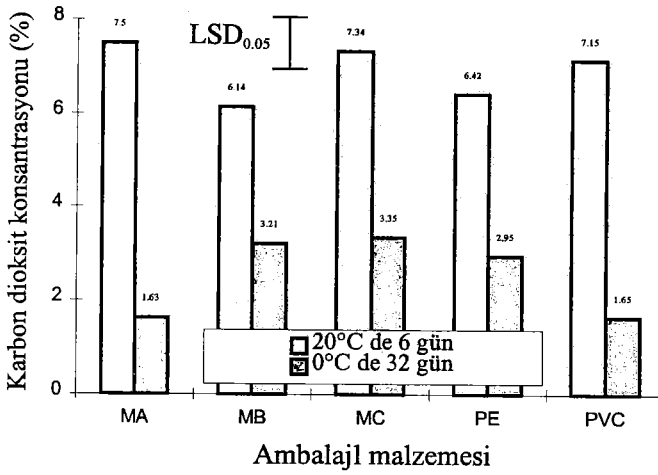
Ambalaj içi O₂ ve CO₂ bileşimi

Doğru bir ambalajlamanın gerçekleştirilebilmesi için taze ürünlerin ambalajlanmasında kullanılan filmlerin geçirgenlik oranları oldukça önemlidir. Filmin O₂ ve CO₂ geçirgenlik oranı, ürünün O₂ tüketim ve CO₂ üretim oranına denk olmasıyla, ambalaj içinde olması istenen "dengelenmiş modifiye ortam (DMO)", kendinden

sağlanabilmektedir (9). Dolayısıyla bu DMO ürünün sağlıklı bir şekilde depolanabilmesini sağlayabilecektir.



Şekil 1. 20°C de 6 gün ve 0°C de 32 gün depolamanın sonunda ambalaj içi oksijen konsantrasyonları (%).



Şekil 2. 20°C de 6 gün ve 0°C de 32 gün depolamanın sonunda ambalaj içi karbondioksit konsantrasyonları (%).

Ambalajlamanın ilk 3-4 gününde ambalaj içi O₂ konsantrasyonu azalıp CO₂ konsantrasyonu da artarak ürünün solunum hızı ile ambalaj malzemesinin gaz geçirgenlikleri arasında bir denge oluşmaktadır. Depolama süresince ambalaj içindeki bu denge gaz konsantrasyonları çok az miktarda değişim göstermekle beraber büyük oranda korunabilmektedir (10). Ambalaj içinde O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarının dengelenmesinde önemli bir faktör de sıcaklıktır. Sıcaklığın düşmesiyle hem tüketilen O₂ miktarı hem de üretilen CO₂ miktarı azalmıştır (Şekil 1 ve 2). Ambalajlama filmlerinden PVC hariç diğerlerinin içinde bulunan O₂ miktarı 20°C de % 1.5-3.0 arasında olup (\cong % 19-20.5'i tüketilmiştir) PVC kullanılan ambalajlarda ise % 10.91 (\cong 10.08'i tüketilmiştir) olarak gerçekleşmektedir. Bu duruma, PVC ve MA filminin O₂ geçirgenliğinin diğerlerinden kısmen daha yüksek olmasının neden olabileceği düşünülmektedir (Çizelge 1). 0°C de maksifreş A ile PVC içinde bulunan O₂ miktarı normal atmosfere oldukça yakın olup % 18 (\cong % 3'ü tüketilmiştir) civarında gerçekleşmiştir. Ambalaj içi O₂ konsantrasyonu Maksifreş B ve C ile polietilen içinde % 12 (\cong % 9'u kullanılmıştır) civarında gerçekleşmiştir (Şekil 1). 0°C deki ambalajların içersinde üretilen CO₂ miktarı % 1.63 ile 3.35 arasında değişirken 20°C de ise % 6.14 ile % 7.50 arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 2). Yapılan bir araştırmada 18 mikron PVC ile ambalajlanan brokolinin ambalaj içinde dengelenerek oluşan CO₂ konsantrasyonunun 5°C de 6-8 gün içinde % 5-6'ya çıktığı ve O₂ konsantrasyonunun da % 1'e indiği belirlenmiştir (11).

Gözlemsel Olarak Yapılan Renk Değerlendirmesi

Brokolinin gözlemsel olarak renk değerlendirmesinin yapılabilmesi için 1'den (kirli sarı) 7'ye (koyu yeşil) kadar değerleri içeren renk skalası kullanılmıştır. Bu skalaya göre 20°C de 6 gün, kontrol olarak depolanan brokolinin büyük bir kısmının doğal renklerinin bozulduğu ve % 17'sinin sarı lekeli yeşil olup, diğerlerinin ise kirli sarıdan, sarıya doğru değiştiği ve kabul edilemez bir renge sahip oldukları belirlenmiştir. Maksifreş A ile ambalajlanan brokolinin renkleri dikkate alındığında % 33'nün kullanılabilir bir renkte olmakla birlikte % 50'sinde ise sarı lekelerin oluştuğu ve % 17'sinin de hiç kullanılamaz halde olduğu belirlenmiştir. Maksifreş B ile ambalajlananların % 67'sinin, Maksifreş C ve polietilen ile ambalajlananların ise % 83'nün renklerinin istenen yeşil renkte oldukları diğerlerinin ise kısmen sarı lekeli oldukları belirlenmiştir.

0°C de 32 gün kontrol olarak depolananların % 17, PVC ile ambalajlananların ise % 33'nün renk değerlerinin istenen özellikte oldukları diğerlerinin ise lekeli sarı veya daha kötü bir renkte oldukları belirlenmiştir. Maksifreş A ve B ile ambalajlananların % 67, Maksifreş C ve polietilen ile ambalajlananların ise % 83'nün renklerinin arzu edilen renk niceliklerinde oldukları ve diğerlerinin ise sarı lekeli veya daha istenmeyen koyu renklerde oldukları belirlenmiştir. Bu duruma ortamın CO₂, O₂, etilen, nisbi nem ve solunumdan kaynaklanan ısı enerjisinin çok etkili olduğu fakat bunların yanında bilinmeyen bir çok faktörlerinde etkili olabileceği belirtilmektedir (12). Bu araştırmada brokolinin depolanması üzerine sadece ortamın CO₂ ve O₂'den kaynaklanan etkileri belirlenebilmiştir. Aynı sıcaklıkta depolanan farklı ambalajların ambalaj içi dengelenmiş CO₂ konsantrasyonları arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır. MA ve PVC filmleri kullanımı ile oluşan ambalajların O₂ konsantrasyonları diğerlerinden önemli derecede daha yüksektir. Renk oluşumu üzerine O₂'in etkisi de uzun yıllardan beri bilinmektedir.

Çizelge 2. 20°C de 6 gün ve 0°C 32 gün depolamanın sonunda oluşan gözlemsel renk değişimleri

		Gözlemsel Renk Değerleri						
Depolama	Plastikler	7	6	5	4	3	2	1
20°C de 6 gün	Kontrol	.....	.....	16.7	50.0	16.7	16.6	.....
	Maksifreş A	16.7	16.7	50.0	16.6	.....	.....	.....
	Maksifreş B	33.3	33.3	16.7	16.7	.....	.....	.....
	Maksifreş C	66.6	16.7	16.7	.....	.....	.....	.....
	Polietilen	50.0	33.3	16.7	.....	.....	.....	.....
	PVC	.....	.....	16.7	16.7	50.0	16.6	.....
0°C de 32 gün	Kontrol	.....	16.7	33.3	33.3	16.7	.....	.....
	Maksifreş A	16.7	50.0	16.6	16.7	.....	.....	.....
	Maksifreş B	33.3	33.3	16.7	16.7	.....	.....	.....
	Maksifreş C	66.6	16.7	16.7	.....	.....	.....	.....
	Polietilen	66.6	16.7	16.7	.....	.....	.....	.....
	PVC	.....	16.7	33.3	33.3	.....	.....	.....

Ortamın CO₂ konsantrasyonunun % 5-10 gibi artması ve O₂ konsantrasyonunun % 1-2 gibi düşük seviyelere indirilmesinin renkte oluşan sarılaşmanın önlenmesi üzerine oldukça etkili olduğu ve renkteki sarılaşmanın, ortamın CO₂ konsantrasyonunun 5°C veya 7.5°C'de % 10'a kadar çıkmasıyla önlendiği, fakat CO₂ konsantrasyonunun % 11-

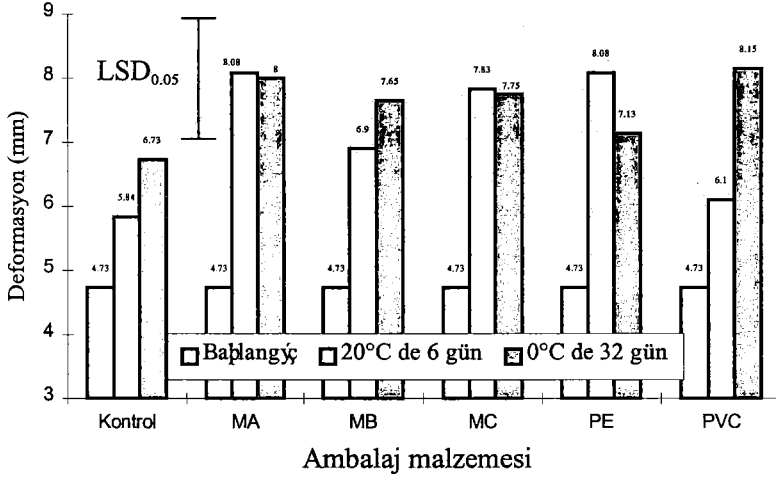
15 olması durumunda brokolilerin tad ve kokularında bozulmaların olduğu belirtilmiştir (5).

Yeşil rengi oluşturan klorofilin korunması bakımından ortamın CO₂ konsantrasyonunun artmasının O₂ konsantrasyonunun azalmasından daha önemli olduğu belirtilmiştir (12). Ancak klorofilin parçalanma hızının yavaşlatılması üzerine artan CO₂ ve azalan O₂ daha etkili olmaktadır (11). Brokolinin normal atmosfer koşullarında 7°C de 7 gün depolanması sonucunda açık yeşil renkte olup çok az yumuşamış oldukları, 14 gün depolama sonunda ise kısmen sarı lekelerin olduğu fakat hiç bir çürüme veya bozulmanın olmadığı belirtilmiştir (13). Aynı araştırmacılarca kontrollü atmosfer (KA)'de tutulan brokoli örneklerinin renklerinin açık yeşil olduğu ve sertliklerinde ise kısmi bir yumuşamanın olduğu ve hiç bir çürüme belirtisinin olmadığı belirtilmiştir.

Sertlik

20°C de PVC ile ambalajlanan brokolilerde oluşan deformasyon değerleri hariç ambalajlanarak depolanan diğer brokolilerin deformasyon değerleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır. PVC ile ambalajlanarak 20°C de ve kontrol olarak açık ortamda depolanan brokolilerde oluşan deformasyon değerlerinin diğerlerinden önemli derecede (P=0.05) daha düşük oldukları belirlenmiştir. Bu duruma ise fazla su kaybından dolayı oluşan kuruma neden olmuştur.

Çünkü bu iki farklı film ile ambalajlanan brokoliler 20°C de diğer muamelelerden önemli derecede (P=0.05) daha fazla ağırlık kaybına uğramıştır. 0°C de depolanan örnekler arasında deformasyon bakımından önemli bir farklılık oluşmamasına karşın, Maksifreş B, C ve polietilen ile ambalajlanan ürünlerin deformasyon değerlerinin diğerlerinden kısmen daha düşük olduğu belirlenmiştir. Buna brokolinin tutulduğu ortamın O₂ konsantrasyonunun düşük olması neden olmuş olabilir. Ancak düşük O₂ konsantrasyonunun hücre zarları üzerine etkisi tam olarak bilinmemekle birlikte, dolaylı olarak düşük O₂ ortamında meyve etinde oluşan yumuşama önlenmektedir (14). Fazla su kaybı bazı ürünlerde aşırı yumuşama oluşturabilmekte fakat brokoli gibi selülozik özellikleri fazla olan ürünlerin tekstürel yapısında sertleşmeye neden olabilmektedir (15). Bu çalışmada fazla ağırlık kaybına sahip ürünlerin deformasyon değerleri diğerlerinden daha düşük yani meyve dokuları daha sert olmuştur.

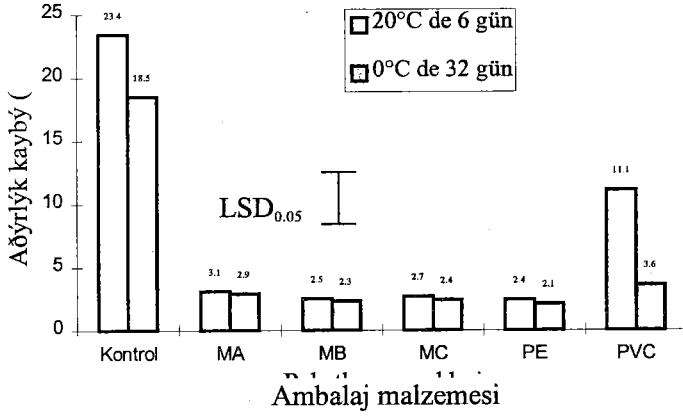


Şekil 3. 20°C de 6 gün ve 0°C 32 gün depolamanın sonunda farklı ambalajlama malzemesii ile ambalajlanan brokolilerin sertlik değerlerinde oluşan değişmeler

Ağırlık Kaybı

Brokolinin depolanması sırasında, kontrol olarak açıkta ve PVC içinde ambalajlanarak depolanlar hariç, 20°C de 6 gün ve 0°C de 32 gün depolanan örnekler arasında oluşan ağırlık kaybında, depolama sıcaklığının önemli olmadığı belirlenmiştir. Kontrol olarak ve PVC ile ambalajlanarak 20°C de depolananlarda oluşan ağırlık kaybının, 0°C'de depolananlarınkinden önemli derecede ($P=0.05$) daha fazla oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, 20°C de PVC ile ambalajlananlar hariç, farklı filmler ile ambalajlanan diğer brokolilerde oluşan ağırlık kayıpları arasında önemli bir farklılık oluşmamış ve bu kayıplar % 5'den daha az bulunmuştu (Şekil 4). PVC ile ambalajlanarak 20°C de 6 gün depolanan brokolilerde oluşan ağırlık kaybı % 10.1 olarak diğerlerinden önemli derecede fazla gerçekleşmiştir. Kontrol olarak açık ortamda hem 20°C de 6 gün hem de 0°C de 32 gün depolananlarda oluşan ağırlık kayıpları ambalajlanarak depolananlardan yaklaşık 7-10 kat daha fazla olmuştur. Taze ürünlerin bir çoğunda oluşan ağırlık kaybının % 5'in üzerinde olması durumunda o ürünlerin pazarlanamayacak düzeyde yumuşamasına, ve önemli derecede sertlik kaybına ve hatta meyvenin kurummasına neden olabilecekleri belirtilmiştir (16). Depolama süresince oluşan ağırlık kaybı genellikle ürünlerde oluşan su kayıplarından kaynaklanmaktadır (17). Bunun için üründe oluşabilecek su kaybı açık ortamda ve yüksek sıcaklıklarda daha fazla

olmaktadır. Ayrıca yüksek sıcaklıkta plastiklerin su geçirgenlik oranları da artmaktadır (9). Bunun için kontrol olarak açıkta ve 20°C de PVC ile ambalajlanan brokolilerde istenmeyen oranda ağırlık kayıpları oluşmuştur. 0°C de % 5'den daha az ağırlık kaybına sahip ambalajların içinde ambalaj yüzeylerinde göz ile görülebilir nicelikte su zerreciklerinin olduğu gözlenmiştir. Bu durum düşük geçirgenliğe sahip ambalaj malzemelerinin solunum sonucunda oluşan su buharının ambalaj içinde tutularak dışarı çıkışlarına izin verilmeyerek ambalaj içinde yoğuşmasından dolayı oluşmuştur. Bu ise ambalaj içindeki ürünlerde daha az ağırlık kaybına neden olmuştur.



Şekil 4. 20°C de 6 gün ve 0°C 32 gün depolamanın sonunda farklı ambalajlama malzemeleri ile ambalajlanan brokolilerin ağırlık kayıplarında oluşan değişimler

Çürüme ve Koku Oluşumu

Depolama süresinin sonuna doğru bazı ambalajların içinde "Botrytis cinerea" tarafından oluşturulan gri küfün olduğu gözlenmiştir. 20°C de 6 gün açıkta ve PVC ile ambalajlanarak depolanan örneklerin % 30'u küflenerek bozulmuştur. Maksifreş C ve polietilen içinde ambalajlanan brokolilerde 5 parçadan birer parçasının belirli kısımlarında küflenme gözlenmiştir. 0°C de 32 gün depolanan brokolilerde açıkta ve PVC ile ambalajlanarak depolananların % 50'ye yakını küflenerek çürümüşlerdir (13). KA'de depolanan brokolilerde çürümenin önemli derecede önlenildiği ve fungal gelişiminin önlenmesi için % 10 CO₂'in yeterli olduğu ve ayrıca brokolinin modifiye

atmosfer koşullarında polietilen ile ambalajlanarak 5°C de 3 hafta daha uzun süre depolanabileceği belirtilmiştir (5).

Ambalajın açılmasından hemen kısa bir süre sonra uçucu gazlar ortamdaki uzaklaşmış olabileceğinden, brokolilerden renginin kısmen sararmış ve dokusunda yumuşamış olanlarda bile küf kokusu hissedilmemiştir. Sadece 20°C de 6 gün PVC ve maksifreş A filmleri ile ambalajlanan ürünlerde kısmen bir küf kokusu hissedilmiştir. 0°C de 32 gün depolanan ürünlerde istenmeyen böyle bir kokuya rastlanmamıştır. Bu istenmeyen kokuların lipit oksidasyonu sonucu oluşan yumuşak ekşimelerden dolayı oluşabileceği belirtilmektedir. Ayrıca % 8.5 CO₂ + % 2.5 O₂ ortamında depolanan ürünlerde fosfolipidlerden oluşan parçalanmaların önlediği belirtilmiştir (14). Diğer bir çalışmada 5°C de 50 mikron kalınlığındaki polietilen ile 5 gün depolanan brokolide de benzeri sonuçların alındığı belirtilmektedir (12).

Pazarlanabilirlik

Brokolinin pazarlanabilirliği görünüş, koku ve bozulma oranına göre 1 den 5'e kadar verilen puan skalasına göre belirlenmiştir. (5: çok güzel, 4: güzel, 3: satılabilir kalitede, 2: zayıf satılabilir ve 1: kötü, satılamaz). Bu değerlendirme seçilen 10 ayrı kişi tarafından yapılmıştır. Bu panelistlere farklı zamanlarda aynı örnekler gösterilerek yukarıda belirtilen puanlama sistemine göre örneklerin değerlendirilmesi istenmiştir. Buradan çıkan sonuca göre 20°C de 6 gün açıkta ve PVC içinde depolanan ürünlerin kullanılamaz ve sırasıyla maksifreş A içinde depolananların % 50'sinin maksifreş B ile ambalajlananların % 75'sinin, maksifreş C ve polietilen içinde ambalajlananların ise % 90-95'nin rahatlıkla pazarlanabilir halde oldukları belirlenmiştir. 0°C 32 gün açıkta ve PVC ile ambalajlanarak depolananların ise % 45'inin, maksifreş A ve B ile ambalajlananların % 75'inin ve maksifreş C ve polietilen ile ambalajlanarak depolananların ise % 90-95'inin pazarlanabilir halde oldukları belirlenmiştir.

Sonuç olarak, brokolinin modifiye atmosferde ambalajlananların depolama ve raf ömrü uzatılmıştır. Fakat bu konuda Maksifreş A ve PVC filmlerinden iyi sonuç alınmazken brokolinin rengi, ağırlık kaybı, bozulma ve pazarlanabilirlik kriterleri dikkate alındığında 30 mikron kalınlığındaki Maksifreş C ve polietilen filmleri ile ambalajlanan brokolilerin 20°C de 6 gün ve 0°C de 32 gün en az kayıpla depolanabildiği saptanmıştır. Fakat taze brokolide hiç renk bozulması ve mikrobiyal çürüme olmaksızın

20°C de en az 4-5 gün 0°C de ise 25 gün sağlıklı bir şekilde depolanabilmesinin mümkün olduğu belirlenmiştir.

Kaynaklar

- 1-Weichmann, J. Low Oxygen Effects. In J. Weichman (Ed). Postharvest Physiology of Vegetables. Chapter 10. p:231-237. Markel Dekker Inc. New York 1989.
- 2-Kader,A.A.,D.Zagory and E.L.Kerbel. Modified Atmosphere Packaging of Fruit andVegetables. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition 28(1):1-30.
- 3-Smith,S.M.,J.D.Geason,K.M.Browne,P.M.Genge & H.P.Everson. Modified Atmosphere Retail Packaging of Discovey Apples. J.Sci.Food Agric. 40 ,179-187. 1987.
- 4-Riquelme, F., M.T. Pretel, G. Martinez, M. Serrano, A. Amoros ve F. Romajoro. Packaging of Fruits and Vegetables: Recent Results. Chapter 8. p:141-158. In (Ed) M.Mathlouthi. Food Packaging and Preservation. Blackie Academic and Professional. London. 1994.
- 5-Aharoni, N., Hadas, S. and Galon, R. Modified Atmospheres to Delay Senescence and Decay of Broccoli. In Controlled Atmosphere For Storage And Transport of Perishable Agricultural Commodities. pp:169-177. July, 23-26 Raleigh, North Carolina. 1985.
- 6-Anonymous,. Guide to Food Transport: Fruit and Vegetable. Mercantila Publishers as Layout and artwork: Sylvester-Havid A/S, Copenhagen. Danmark. 1989.
- 7-Batu, A. Controlled and Modified Atmosphere Storage of Tomatoes. PhD. Thesis. Cranfield University. Silsoe College, Silsoe, MK45 4DT, Beds, England. 1995.
- 8-Steal, R.G.D. ve J.H. Torrie. Principle and procedures of Statistics. A Biometrical Approach. Second Edition. McGraw Hill Book Company. 1987.
- 9-Day, B.P.F., Fruit and Vegetables. Prenciples and Aplication of Modified Atmosphere Packaging of Food. (Ed) R.T. Parry. Chapter 6. pp:114-133. De Blackie. Academic and Professional. UK. 1993.

- 10-Batu, A. and A.K. Thompson. 1994. The Effects of Harvest Maturity, Temperature and Thickness of Modified Atmosphere Packaging Films on the Storage Life of Tomatoes. *Proceedings of the International Symposium on New Application of Refrigeration to Fruit and Vegetables Processing*. pp: 305-315. June 8-10, 1994. Istanbul, Turkey. Organised by TUBITAK Marmara Research Centre. 1988.
- 11-Lebermann, K. W., A. J. Nelson and M. P. Steinberg. Postharvest Changes of Broccoli Stored in Modified Atmospheres. I: Respiration of Shoots and Colour of Flower heads. *Food Technology*, 22, 487-490. 1968a.
- 12-Ballantyne, A., R. Sark and D. Selman. Modified Atmosphere Storage of Broccoli Florets. *International Journal of Food Science and Technology*. 23, 253-260.
- 13-Hudson, D. E. and Lachance, P. A. The Effects of Controlled Atmosphere on Deterioration of Broccoli. In *Controlled Atmosphere For Storage And Transport of Perishable Agricultural Commodities*. pp:160-168. July, 23-26 Raleigh, North Carolina. 1985.
- 14-Makhlouf, J., Willemot, C, Counture, R. Arul, J. and Castaigne, F. Effect of Low Temperature and Controlled Atmosphere Storage on the Membrane Lipid Composition of Broccoli Flower Bunds. *Scientia Horticulturae*, 42,9-19. 1990.
- 15-Lebermann, K. W., A. J. Nelson and M. P. Steinberg. Postharvest Changes of Broccoli Stored in Modified Atmospheres. II: Acidity and Its Influence on Texture and Chlorophyll Retention of the Stalks. *Food Technology*, 22, 490-494. 1968b.
- 16-Wills, R.B.H., W.B. McGlasson, D. Graham, T.H. Lee and E.G. Hall. Postharvest and Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. In *Physiology and Biochemistry of fruit and Vegetable*. Chapter 3. pp:17-38. Blackwell Scientific Publication Ltd. 1989.
- 17-Floros, J.D., M.S. Chinnan and H.Y. Wetzstein. Extending The Shelf Life of Tomatoes by Individually Seal Packaging. For Presentation at the International Winter Meeting Of American Society of Agricultural Engineers. Hyatt Regency, Chicaco, IL. USA.