

*A.Ü. Veteriner Fakültesi Besinkontrolü ve Teknolojisi Kürsüsü
Prof. Dr. Zeki Tolgay*

PORTAKAL SULARINDAKİ C VİTAMİNİ VE SAF ASKORBİK ASİT ÜZERİNE GAMMA IŞINININ ETKİSİ

Zeki Tolgay*

İrfan Tezcan**

Sabri Keskin***

The effect of gamma radiation on the ascorbic acid solution and the vitamin C content of orange juice

Summary: The effect of gamma radiation on the different concentration of ascorbic acid solution and the vitamin C content of orange juice which was extracted from oranges obtained from Ankara Market was investigated. The role of oxalic acid on the destruction of ascorbic acid solutions was also studied.

The destruction of vitamin C was found to vary between 23.2 and 47.4 % after irradiation of orange juice with gamma radiations in the range of 0.20-0.75 Mrad doses.

Experiments carried out on the different concentration of ascorbic acid solutions showed that there was a converse relation between the destruction and the concentration of ascorbic acid.

It was found out that there was not any protective effect of the amount of oxalic acid being proportional to the unit ascorbic acid in the irradiation process.

Özet: Ankara piyasasından temin edilen portakallardan hazırlanan portakal suyunda ve çeşitli konsantrasyonlardaki askorbik asit solusyonlarında gamma ışını ile ışınlamada vitamin C tahribatı, ayrıca metotta kullanılan oksalik asitin bu tahribat üzerine etkisi incelenmiştir.

Portakal sularında 0.2 Mrad ilâ 0.75 Mrad arasındaki dozlarla ışınlamada vitamin C tahribatının ortalama % 23.2 - %47.4 arasında değiştiği saptanmıştır.

Dencysel olarak çeşitli konsantrasyonlardaki askorbik asit solusyonları ile yapılan çalışmalarında ise vitamin C tahribatının, konsantrasyonla ters orantılı olduğu tesbit edilmiştir.

Oksalik asitin birim askorbik asite tekabül eden miktarının ışınlamada koruyucu yahut duyarlılığı artırıcı bir rolü olmadığı anlaşılmıştır.

*Besinkontrolü ve Teknolojisi Kürsüsü profesörü

**Aynı kürsü doçenti

*** Ankara Nükleer Araştırma Merkezi uzmanı

Giriş

Işınlama ile besin maddelerinin muhafazası tekniğinin arzu edilen sonuca ulaşabilmesi, gerekli ışınlama dozunun seçimi ve seçilen bu dozun mümkün mertebe gıdanın bileşimini bozmaması esasına dayanmaktadır (3); yani iyonizan radyasyonların, biyolojik maddelerinin bozulmasını önlemek amacıyla kullanılması halinde, işlemin biyolojik potansiyel üzerine etkisinin tahripkâr olmaması gerekir (2). Genellikle besin maddeleri indirekt olarak radyasyonun etkisi altındadır. Bu etki, ışınlama sırasında madde içinde bulunan hücre içi ve hücreler arası suyun yahut solusyonlardaki eriticinin içinde radyasyon etkisiyle meydana gelen serbest radikallerin besin maddeleri ile reaksiyona girmesi sonucu meydana çıkar. Ancak biyolojik olarak aktif olan bileşikler diğer bileşiklerden daha çok radyasyona karşı hassastırlar.

Vitaminler de aktif biyolojik maddeler olup günlük diyetimizde eksiklikleri halinde bir takım hastalık belirtilerinin meydana gelmesine sebep olurlar.

Vitaminler saf solusyon halinde radyasyona maruz bırakıldığında bileşiğin hassasiyetine, maruz kaldığı enerji miktarına ve vitaminin bulunduğu ortamın tabiatına ve fiziksel durumuna bağlı olarak belirli bir derecede tahribata uğrarlar(6).

Radyasyonun vitamin C üzerine etkisi :

Vitamin C yahut Askorbik asit solüsyon halinde tamamen radyasyona hassastır. Anderson ve Harrison (1) bir litrede 4 mgr. askorbik asit ihtiva eden bir solüsyonun 185 Kv'luk ve 5500 r'lik X ışınına maruz bırakılması halinde % 50 Vitamin C tahribatı olacağını belirtmişlerdir. Daha yoğun solusyonlarda daha az tahribat meydana gelmektedir. Meselâ, 50 Kv'luk yumuşak X ışınına maruz bırakılan ve litresinde 100 mgr askorbik asit bulunan bir solusyon 75.000 r'lik bir radyasyona maruz bırakılırsa vitamin C tahribatı yaklaşık olarak % 50 olduğu halde, litresinde 50 mgr askorbik asit bulunan solusyonda aynı dozdaki tahribat % 74'ü bulmaktadır (9). Sterilize edici dozların altında, donmuş olarak yapılan ışınlama ise koruyucu bir etki göstermektedir (12).

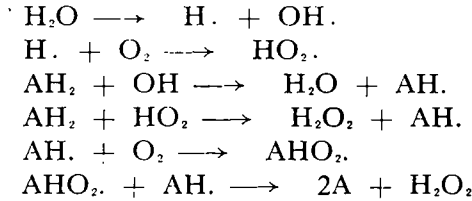
Diğer araştırmacıların deneylerinde de belirtildiği gibi (1,4, 5, 16) saf bileşikler, koruyucu doğal ajanlar ihtiva eden karışık bileşiklere nazaran radyasyona karşı daha duyarlıdırlar ve taze portakal suyu içerisinde bulunan askorbik asit, saf solusyonundan yahut da % 0.25 lik okzalik asit solusyonu içindekinden daha çok radyasyona dayanıklıdır (12).

Kondanse süt ışınlandığı zaman, saf solusyonundan 10 defa daha az radyasyona karşı duyarlıdır (6).

Askorbik asidin 1×10^6 ilâ 15×10^6 rep'lik katod ışınları ile ışınlanmasından dehydro askorbik asit hasil olmaktadır. Diketoglukonik asit, biraz Co_2 ve ultraviole ışını altında açık kurşuni, parlak yeşilimsi mavi, soluk mavi, sarı ve parlak kurşuni floresan veren maddeler görülmektedir (10). Bu pigmentler 0.37, 0.67, 0.77, 0.97 ve 1.00 lik Rf değerleri ile kromatografi kâğıdı yardımıyla ayrılmışlardır. Taze portakal suyunun 3 mev'lik katod ışınları ile ışınlanması halinde 2,3-diketoglukonik asit ışınlamadan sonra bir kaç saat içinde ortadan kaybolmaktadır (12). Bu bileşik genel olarak askorbik asitin oksidatif tahribatı esnasında meydana gelmektedir. Portakal suyunun ışınlanmasında aşağı yukarı bileşiğin yarısı dehydro askorbik aside dönüşmektedir. Mamafih, daima indirgenmiş askorbik asit tam okside olarak dehydro askorbik asite dönüşür. Her ne kadar daha sonra biyolojik olarak askorbic aside dönüşürse de, bu indirgenmiş şekil depolamaya çok az dayanıklıdır. Bunun için ışınlanmış gıdaların ışınlamadan hemen sonra yenilmeleri halinde sadece dehydro askorbik asit yönünden beslenme değerleri söz konusu olabilir.

Askorbik asidin radyasyonla tahribatı ile kimyasal tahribat arasında aşikâr bir fark vardır (10).

Askorbik asidin ışınlanması ile şekillenen renkli bileşiğin uçucu olmadığı, yaklaşık olarak 237 m/μ dalga boyu ile tesbit edilmiştir. Bu oksisiklik bir çekirdek olduğu fikrini vermektedir. Bununla beraber furfurool testi negatiftir. Formik asit ve muhtemelen formaldehit ve aset aldehit yıkım mahsulleri arasındadır. Barr ve King sulu askorbik asidin gamma indirgenmesi oksidasyonunu Fe^{**} iyonunun oksidasyonu şeklinde mütalea etmişlerdir (2). Tasarlanan reaksiyon Fe^{**} iyonunun oksidasyonunun benzeri olan, hidrojen ve hidroksil köklerinin oksidasyonu esasına dayanmaktadır. Tasarlanan sıraları bu reaksiyon aşağıda gösterilmiştir.



aşağıdaki tipte bir reaksiyon yoktur.



Materyal

Bu çalışmada, halk arasında Washington olarak bilinen Navel yahut Hamlin türü portakallar Ankara piyasasından satın alınıp, Braun marka meyve suyu çıkarma makinası ile portakal suyu yapıldıktan sonra, ışınlama denemeleri ve Vitamin C tayinleri için kullanılmıştır.

Metod

Işınlanmış ve ışınlanmamış (kontrol) numunelerde vitamin C tayini için 2,6 Dichlorophenolindophenol ile vizüel titrasyon metodu kullanılmıştır (15). Bu metod portakal, greypfrut, limon, misket limonu ve domates usarelerine tatbik edilebilir. Yalnız demir, kalay, bakır, kükürtdioksit, sülfat ve tiyosülfat ihtiva etmemeleri gerekir (15).

1- Işınlama ve absorbe edilen dozun tayini :

Bütün ışınlama işlemleri, Ankara Nükleer Araştırma Merkezinde bulunan gamma kaynağı (Kanada tipi) içinde normal laboratuvar ısısında yapıldı. Işınlanmak üzere hazırlanmış ve küçük cam tüpler içine (100X16 mm) konmuş olan portakal suları gamma kaynağının alimünyum tüpleri içine kondu. Alimünyum tüpler kaynak etrafında simetrik ve radial düzende yerleştirilerek hem kendi, hem de kaynak etrafında dönmeleri sağlandı. Böylece dozun homogen olarak absorbe edilmesi temin edildi.

Bu çalışma yapıldığı zaman kaynağın doz şiddeti 900 rad/dakika civarında idi.

Kaynağın akısı (flux) Fricke dozimetri metodundan yararlanarak tayin edildi. Bu dozimetri sisteminin esası iyonlaştırıcı radyasyonların etkisiyle Fe** nin Fe*** 'e dönüşmesi prensibine dayanmaktadır (7). Fricke dozimetri için kullanılan formül aşağıda gösterilmiştir (8).

$$\text{Rad} = \frac{\Lambda (t^\circ) \times \Sigma (25^\circ) \times 2,713 \cdot 10^4}{\Sigma (t^\circ)}$$

Formül içindeki:

$$\Sigma (25^\circ) = 2229,18 = \text{Moleküler sönüm (extinction) katsayısı}$$

$$A = \text{optik yoğunluk}$$

Her doz için 10 numune olmak ve 0.2 Mrad'dan başlamak üzere 0.050 Mrad aralıklarla 0.75 Mrad'a kadar portakal suları ışınlandı. Işınlamalara Ocak ayından başlamak üzere her ay 2 numune işlen-

mek suretiyle Mayıs ayına kadar devam edildi. Ancak satın alınan portakalların hangi ay ürünü olduğu kat'i olarak tesbit edilemedi. Radyasyon sonucu çeşitli dozlarda meydana gelen Vitamin C tahribatının ortalamaları alındı.

Ayrıca portakal sularında ışınlama sonucu meydana gelecek tahribat oranlarını saf askorbik asit solusyonlarında meydana gelen tahribat oranları ile karşılaştırmak için, çeşitli konsantrasyonda saf askorbik asit solusyonları hazırlayarak (litrede 200–500–2000 mg) çeşitli dozlarda ışınlandı ve ışınlama sonucu meydana gelen askorbik asit tahribatı tesbit edildi. Bu askorbik asit solusyonları % 0.5 lik okzalik asit solusyonları içinde hazırlandı. Ancak bu solusyonlar çeşitli konsantrasyonda oldukları için, birim askorbik asite tekabül eden, okzalik asit miktarları da değişiktir. Işınlama sırasında birim askorbik aside tekabül eden okzalik asit miktarını eşit tutmak ve bu suretle okzalik asitin ışınlama sırasında askorbik asit tahribatında bir rolü olup olmadığını saptamak için, litrede 500 mg askorbik asit % 1.25 lik ve litrede 2000 mg askorbik asit % 5 lik okzalik asitle hazırlanan solusyonlar çeşitli dozlarda ışınlanarak askorbik asit tahribatı tesbit edildi.

Bulgular

Çeşitli aylarda yapılan vitamin C tayinlerinin ortalamaları alındığında ışınlanmamış (kontrol) 100 ml portakal suyunda, ışınlama işleminden hemen önce 51.3 mg (37.5–63.3) vitamin C bulundu. Işınlamadan sonra, gamma ışını etkisiyle harap olan Vitamin C miktarları ortalama olarak 0.2 Mrad'da % 23.2 (% 20–27.2), 0.75 Mrad'da % 47.4 (40.2–57.5) olarak bulundu. 0.2 Mrad ile 0.75 Mrad arasındaki dozlarda Vitamin C tahribatı ise, ortalama % 23.2 – % 47.4 arasında değişmektedir. Işınlamadan sonra harap olan ve kalan Vitamin C miktarları 1 No.lu cedvelde görülmektedir.

Her doz için dağılımın standart hatası ile ortalamaların standart hataları hesap edildi. Uygulanan bütün dozlar için, dağılımın standart hata ortalaması % 4.9 olarak bulundu. Ortalamaların standart hataları ortalaması da ∓ 1.8 olarak bulundu. 0.2 ve 0.25 Mrad'da hem dağılımın standart hatası ve hem ortalamasının standart hatası diğer dozlardan daha küçük olarak bulundu. 0.2 Mrad'da dağılımın standart hatası % 2.61, ortalamasının standart hatası ∓ 0.92 , 0.25 Mrad'da dağılımın standart hatası % 2.98, ortalamasının standart hatası ∓ 1.05 olarak bulundu. İki doz dikkate alınmadığı takdirde dağılımın standart hatası ortalama % 5.37'ye, ortalamaların standart hatası ortalamaları ise ∓ 1.97 ye yükselmektedir. Her iki hata hesabı da % 68 lik emniyet sınırları içinde yapılmıştır.

% 0.5 lik okzalik asit solusyonu ile hazirlanan cesitli konsantrasyondaki saf askorbik asit ile yapilan ısnlamalarda ise litrede 200 mg askorbik asit ihtiva eden solusyonda 0.2 Mrad'da % 42, 0.75 Mrad'da % 88.7, litrede 500 mg askorbik asit ihtiva eden solusyonda 0.2 Mrad'da % 23.5, 0.75 Mrad'da % 58.8, litrede 2000 mg askorbik asit ihtiva eden solusyonda 0.2 Mrad'da % 6.2, 0.75 Mrad'da % 22.4 askorbik asit harap olmaktadır. Aradaki cesitli dozlardaki askorbik asitin harap olan miktarlari da bu en kucuk ve en buyuk dozda bulunan rakamlar arasinda degismekte ve Cedvel 2 toplu sonuclari gostermektedir. Dusek konsantrasyonda harap olan askorbik asit miktarı çok daha yüksek ve konsantrasyon arttikça harap olma oranının azalmakta olduğu görüldü. Litrede 500 mg askorbik asit bulunduran solusyonun konsantrasyonu 100 ml'de ortalama 51.3 mg Vitamin C bulunduran portakal sularına, konsantrasyon bakımından çok yakındır. Fakat her ikisinde ısnlama sonucu meydana gelen Vitamin C yahut saf askorbik asit tahribatı küçük dozlarda birbirine yakın olduğu halde özellikle yüksek dozlarda harap olan askorbik asit oranı, portakal sularında aynı dozlardaki harap olan Vitamin C oranından daha fazladır.

Birim askorbik asite tekabül eden okzalik asit miktarı eşit tutularak yapilan ısnlama denemelerinde ise % 0.5 lik okzalik asitle yapilan denemelerdeki sonuca yakın sonucler bulundu. Ancak, yüksek dozlarda saf askorbik asit tahribatının biraz daha az olduğu görüldü. Birim askorbik asite tekabül eden okzalik asit miktarı eşit tutularak yapilan ısnlama denemelerindeki harap olan askorbik asit oranları Cedvel 3 de görülmektedir.

Portakal sularında ısnlama sonucunda cesitli dozlarda harap olan dan sonra kalan vitamin C miktarlari bir grafik halinde gösterilecek olursa, lineer'e yakın bir eğri olduğun görülecektir. Şekil 1, ısnlama işleminden sonra 0.2 Mrad'dan 0.75 Mrad'a kadar kalan Vitamin C oranlarını göstermektedir. Ortalamaların standart hataları da grafikte gösterilmiştir.

Tartışma

Gamma ısnları ile ısnlanan portakal sularında harap olan Vitamin C miktarının doz şiddeti ile artan bir oranda meydana geldiği görülmüştür. Goldblith (6), vitaminlerin saf solusyon şeklinde radyasyona maruz bırakılmaları halinde, bileşğin hassasiyetine, maruz kaldığı enerji miktarına ve vitaminin bulunduğu ortamın tabiatına ve fiziksel durumuna bağılı olarak belirli bir derecede harap olduğunu bildirmiştir. Saravacos ve Macris (17), portakallar üzerinde yaptık-

ları ışınlama denemelerinde 0.2 Mrad'da % 95.3, 0.5 Mrad'da % 92.1 Vitamin C kaldığını, buna mukabil portakal suyu olarak ışınlama yapıldığı takdirde Vitamin C tahribatının çok yüksek olduğunu belirtmişler, ancak bunun derecesini bildirmemişlerdir. Aynı araştırmacılar bir portakal içerisinde bulunan oranlarda şeker, sitrik asit, pektin, tuzlar, amino asitleri ve Vitamin C ilâvesiyle sentetik olarak hazırlanan solusyonu ışınladıklarında 0.1 Mrad'da % 12, 0.5 Mrad'da % 38 olarak Vitamin C tahribatı olduğunu ve bu oranların portakal suyu ile portakal ışınlamasında meydana gelen Vitamin C tahribatından çok yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Bizim portakal suları ve saf askorbik asit solusyonları üzerinde yapmış olduğumuz ışınlama denemelerinde ise, portakal sularında 0.2 Mrad'da % 23.2, 0.5 Mrad'da % 36.7; çeşitli konsantrasyonlardaki askorbik asit solusyonlarında litresinde 500 mg askorbik asit bulunduran solusyonda 0.2 Mrad'da % 23.6, 0.5 Mrad'da % 43.1 tahribat görülmüştür.

Çalışmada 0.1 Mrad'daki dozu uygulamadığımız için, burada ancak 0.5 Mrad'da elde edilen sonuçları karşılaştırabileceğiz. Saravacos ve Macris (17)'in 0.5 Mrad'da ışınladıkları sentetik Vitamin C solusyonunda % 38 askorbik asit tahribatı tesbit etmelerine karşılık, biz de saf askorbik asit solusyonunda (litrede 500 mg askorbik asit) % 43.1 askorbik asit tahribatı tesbit ettik. % 38 olarak bulunan sonucun bizim bulduğumuz sonuçtan daha düşük olmasının nedeni, sentetik olarak hazırlanan solusyon içerisine katılan çeşitli maddelerin askorbik asidin radyasyona karşı duyarlılığını azaltmasından ileri gelmektedir. Nitekim Proctor ve Goldblith (9), litresinde 500 mg saf askorbik asit solusyonu ile yaptığı ışınlama denemesinde (yüksek voltaj, X ışını ile) 0.125 Mrad'da % 44 askorbik asit tahribatına karşılık aynı dozda askorbik asit - niacin karışımı solusyonla yaptığı denemede ise % 16.4 askorbik asit tahribatı tesbit etmiştir. Buradan da anlaşıldığı gibi portakal suyu içinde bulunan askorbik asit (çeşitli koruyucu diğer maddeler ihtiva etmesi nedeniyle) saf solusyonundan daha çok radyasyona dayanıklıdır. Bizim portakal suyu ve çeşitli konsantrasyondaki saf askorbik asidi solusyonlarında yaptığımız denemelerdeki sonuçlar da bunu teyit etmektedir. Meselâ portakal suyunda 0.2 Mrad'da % 23.2, 0.5 Mrad'da % 36.7, 0.75 Mrad'da % 47.4 Vitamin C tahribatına karşılık litresinde 500 mg askorbik asit bulunduran solusyonda (portakal suyundaki konsantrasyonun yaklaşık olarak aynı) 0.2 Mrad'da % 23.5, 0.4 Mrad'da % 43.3, 0.75 Mrad'da % 58.8 askorbik asit tahribatı görülmektedir.

Literatür 14 de Lonard ve Specter çeşitli araştırmacılar tarafından elde edilmiş olan sonuçlara istinaden vitamin tahribatının gıda muhafazası konusunda iyonizan ışıklardan yararlanmaya bir engel teşkil etmeyeceğini ileri sürmektedirler. Çünkü ışınlama sırasında meydana gelen serbest radikallerin yayılma hızını azaltmak için, donmuş durumda ışınlanabileceğine işaret etmişlerdir. Proctor ve O'mera da (12), askorbik asidin tahribatını azaltmak için bu usulden başarılı bir şekilde yararlanmışlardır. Aynı şekilde Proctor ve Nickerson (11), donmuş vaziyette ışınlamada, niasin gibi diğer vitaminlerde de radyasyona karşı duyarlılığın azaldığını bildirmişlerdir.

Buna benzer bir başka şekil de, oksidasyon mahsulü serbest radikallerin teşekkülünü azaltmak için inert atmosferden yararlanılmaktadır. Çünkü oksijenin bulunmayışı oksidatif serbest radikallerin teşekkülüne mani olmaktadır. Meselâ Tappel, Knapp ve Urs (13), tokoferolün bu şekilde korunabileceğini bildirmişlerdir.

Radyasyonun arzu edilmeyen etkilerinin azaltılması konusunda elde edilen bulgulardan her birisi, bütün gıdalara uygulanamıyabilir. Münferiden veya müştereken bir çok gıdalarda bu bulgulardan etkili bir şekilde yararlanılabilir.

Radyasyon etkisiyle askorbik asit tahribatının, solusyonun konsantrasyonu ile ilgili olduğu anlaşılmıştır. Özellikle yüksek dozlarda bu, gözle görünür bir şekildedir. Meselâ, 0.75 Mrad dozla ışınlanan çeşitli konsantrasyondaki solusyonlardan litresinde 200 mgr askorbik asit bulunan solusyonda harap olan askorbik asit miktarı % 88.7, litre resinde 500 mg askorbik asit bulunan solusyonda % 58.8 ve litresinde 2000 mg askorbik asit bulunan solusyonda ise % 22.4 olarak görülmektedir. Böylece tahribatın daha yoğun solusyonlarda daha az olduğu anlaşılmaktadır. Proctor ve Goldblith (9), de yumuşak X ışınına maruz bırakılan ve litresinde 100 mg askorbik asit bulunan bir solusyonu 0.075 Mrad'lık bir dozla ışınladıklarında Vitamin C tahribatının yaklaşık olarak % 50 olmasına karşılık, litresinde 50 mg askorbik asit bulunan solusyonda aynı dozdaki tahribatın % 74 olduğunu tesbit etmişlerdir. Bizim çeşitli konsantrasyondaki askorbik asit solusyonları ile yaptığımız denemelerden elde ettiğimiz toplu sonuçlar (Cedvel 2 ve 3) askorbik asit konsantrasyonunun vitamin C tahribatındaki rolünü açık olarak göstermektedir.

Literatür

- 1- **Anderson, R.S. and Harrison, B.** (1943): *The quantitative effect of X-rays on ascorbic acid in simple solution and in mixtures of naturally occurring compounds*, J. Gen. Physiol., 27.69.

- 2- **Barr, N.F. and King, C.G.** (1954): Rpt. No. NYO-3320, U.S. Atomic Energy Commission Con. No AT (30-1)-1186 Sept.
- 3- **Bolly, L., De Proost, M., Schietecatte, W.** (1967): *La conservation des denrees alimentaires par les radiations ionisantes*. Extrait du Bull. INACOL, 18, 379-391.
- 4- **Dale, W.M.** (1940): *The effect of X-rays on enzymes*. Biochem. J. 34 (1367).
- 5- **Forsberg, A.** (1947): *Mechanism of the action of X-rays on enzymes in water-solution*. Nature 159, 308.
- 6- **Goldblith, S.A.** (1955): *Preservation of food by ionizing radiation*. J. Am. Dietet. Assoc. 31, 243.
- 7- **Hine, G.J. and Brownel, G.L.** (1956): *Radiation dosimetry*. chapter 8, Chemical and colorimetric indicators, Academic Press Inc. New York.
- 8- **Keskin, S.** (1974): *Işınlama ile sosislerin korunma sürelerinin uzatılması*. Ankara Nükleer Araştırma Merkezi.
- 9- **Proctor, B.E. and Goldblith, S.A.** (1949): *Effect of soft X-rays on vitamins (niacin, riboflavin and ascorbic acid)*, Nucleonics 4 (3), 56.
- 10- **Proctor, B.E., Lockhard, E.E. and Goldblith, S.A.** (1955): Rpt. U.S. Arm Quartermaster Corps. Con. No. DA, 44-109, QM-1749, Apr. 1, 1954- Aug. 31, 1955.
- 11- **Proctor, B.E. and Nickerson, J.T.R.** (1955): *Termination. Rpt.* U.S. Arm Quartermaster Corps. Con. No. DA 44-109-QM-1746, Apr. 1, 1954-Aug. 31. 1955.
- 12- **Proctor, B.E. and O'Meara, J.P.** (1951): *Effect of high voltage cathode rays on ascorbic acid, Invitro and in situ experiments*, Ind. Eng. Chem. 43, 718.
- 13- **Tappel, A.L., Knapp, F.W. and URS, K.** (1955): Prof. Rpt. U.S. Army Quartermaster Corps Con. No. DA 19-129-QM-256, July 1-Aug. 31.
- 14- **The United States Army Quartermaster Corps** (1957): *Radiation of food*. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- 15- **Tolgay, Z. ve Tetik, İ.** (1964): *Muhtasar gıda kontrolü ve analizleri Klavuzu*. Ege Ankara.
- 16- **Tytell, A.A. and Kreten, H.** (1941): *Effect of soft X-rays on urease and catalase*, Proc. Soc. Exptl. Biol. Med. 4, 521.

17- **Saravacos, G. and Macris, E.** (1963): *Radiation preservation of grapes and some other Greek fruits.* Food Irradiation Quarterly Intern, News letter, 4, 1-2.

Yazı "Dergi yazı kuruluna" 16.9.1975 günü gelmiştir.

CEDVEL 1: Portakal sularında ışınlama işleminden sonra çeşitli dozlardaki Vitamin C tahribatı oranı ile, kalan Vitamin C oranı ortalamaları

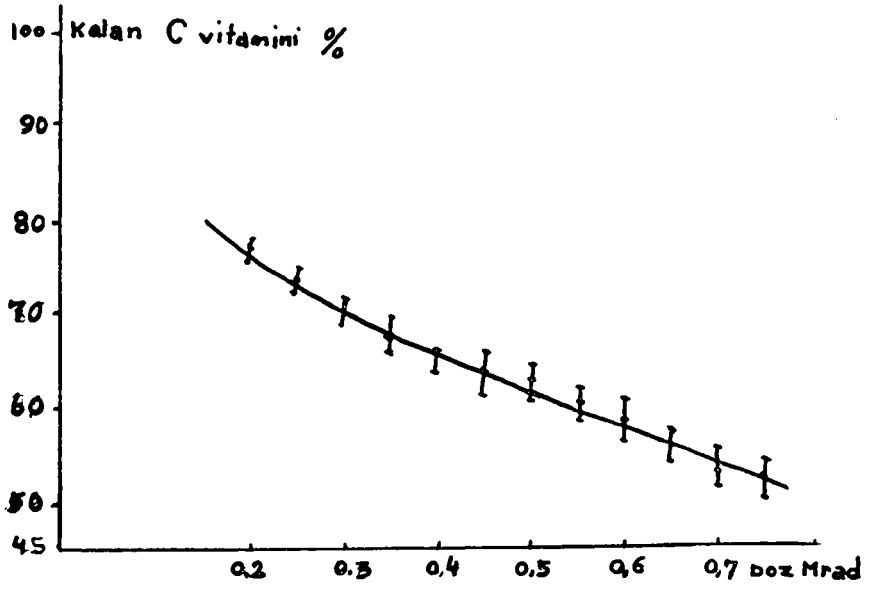
DOZ Mrad	100 ml portakal suyunda ortalama C vitamini mg	Ortalama harap olan C vitamini %	ortalama kalan C vitamini %	ortalamanın standart hatası
Kontrol	51.3	—	100.0	± 2.57
0.2 Mrad	39.4	23.2	76.8	± 0.92
0.25 "	37.9	26.1	73.9	± 1.05
0.30 "	36.1	29.6	70.4	± 1.44
0.35 "	34.8	32.2	67.8	± 1.73
0.40 "	33.9	33.9	66.1	± 2.23
0.45 "	32.7	36.2	63.8	± 2.60
0.50 "	32.5	36.7	63.3	± 1.65
0.55 "	30.9	39.7	60.3	± 1.52
0.60 "	30.2	41.2	58.8	± 2.23
0.65 "	28.6	44.3	55.7	± 1.85
0.70 "	27.4	46.5	53.5	± 2.09
0.75 "	27.0	47.4	52.6	± 2.15

CEDVEL 2: Çeşitli konsantrasyondaki askorbik asit solusyonlarında ışınlamadan sonra harap olan ve kalan askorbik asit miktarları yüzde olarak gösterilmiştir.

Doz Mrad	K O N S E N T R A S Y O N								
	Litrede 200 mgr askorbik asit, % 0.5 oksalik asitle			Litrede 500 mgr askorbik asit, % 0.5 oksalik asitle			Litrede 2000 mgr askorbik asit, % 0.5 oksalik asitle		
	100 ml solus- yonda askor- bik asit mgr	Harap olan %	Kalan %	100 ml solus- yonda askor- bik asit mgr	Harap olan %	Kalan %	100 ml solus- yonda askor- bik asit mgr	Harap olan %	Kalan %
Kontrol	20.91	-	100.0	51.0	-	100.0	210.0	-	100.0
0.2	12.12	42.0	58.0	39.0	23.5	76.5	197.0	6.2	93.8
0.25	9.15	56.2	43.8	37.0	27.4	72.6	195.0	7.0	93.0
0.3	8.62	58.7	41.3	34.0	33.3	66.7	192.0	8.6	91.4
0.35	7.45	64.3	35.7	33.0	35.2	64.8	190.0	9.5	90.5
0.4	6.79	67.5	32.5	34.0	33.3	66.7	183.0	12.8	87.2
0.45	6.27	70.0	30.0	31.0	39.2	60.8	179.0	14.8	85.2
0.50	5.09	75.6	24.4	29.0	43.1	56.9	176.0	16.2	83.8
0.55	4.31	78.9	21.1	26.0	49.0	51.0	174.0	17.1	82.9
0.6	3.40	83.2	16.8	25.0	50.9	49.1	171.0	18.6	81.4
0.65	3.00	85.6	14.4	23.0	54.9	45.1	167.0	20.5	79.5
0.7	2.35	88.7	11.3	22.0	56.8	43.2	166.0	21.0	79.0
0.75	2.35	88.7	11.3	21.0	58.8	41.2	163.0	22.4	77.6

CEDVEL 3: Birim askorbik asite tekabül eden oksalik asit miktarları eşit olan çeşitli konsantrasyondaki solusyonlarda askorbik asitin harap olan ve Kalan miktarlarını göstermektedir.

Doz Mrad	K O N S E N T R A S Y O N								
	litrede 200 mgr askorbik asit, % 0.5 oksalik asitle			Litrede 500 mgr askorbik asit, % 1.25 oksalik asitle			Litrede 2000 mgr askorbik asit, % 5 oksalik asitle		
	100 ml solusyonda askorbik asit mgr	Harap olan %	Kalan %	100 ml solusyonda askorbik asit mgr	Harap olan %	Kalan %	100 ml solusyonda askorbik asit mgr	Harap olan %	Kalan %
Kontrol	20.91	-	100.0	46	-	100.0	200.0	-	100.0
0.2	12.12	42.0	58.0	38	17.4	82.6	180.0	10.0	90.0
0.25	9.15	56.2	43.8						
0.3	8.62	58.7	41.3						
0.35	7.45	64.3	35.7						
0.4	6.79	67.5	32.5	32	30.4	69.6	180.	10.0	90.0
0.45	6.27	70.0	30.0						
0.5	5.09	75.6	24.4						
0.55	4.31	78.9	21.1						
0.6	3.40	83.2	16.8	26	43.5	56.5	170	15.0	85.0
0.65	3.00	85.6	14.4						
0.7	2.35	88.7	11.3						
0.75	2.35	88.7	11.3						
0.8				23	50.0	50.0	170	15.0	85.0
1.0				20	56.5	43.5	170	15.0	85.0



Şekil: 1- Işınlama işleminde sonra portakal sularında kalan C vitamini miktarlarını göstermektedir.