

BAZI TAZE SEBZELER VE ÇİĞ TAVUK ETİNDE YÜZEY DEKONTAMİNASYONU UYGULAMALARININ İNCELENMESİ*

EVALUATION OF SURFACE DECONTAMINATION APPLICATIONS OF SOME FRESH CUT VEGETABLES AND RAW POULTRY MEAT

Aslı AKSOY

Yıldız Teknik Üniversitesi

E-mail: aksoyas@gmail.com

Prof. Dr. Necla ARAN

İstanbul Teknik Üniversitesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZET
<p>Anahtar Kelimeler: dekontaminasyon, dezenfektan, patojen, tavuk, marul.</p> <p>DOI: 10.26809/joa.2018548661</p>	<p>Bu çalışmada, marul ve çiğ tavuk etine farklı çözeltiler daldırma yöntemiyle uygulanarak dört farklı yüzey dekontaminasyonu gerçekleştirildi, etkileri incelendi. Bu amaçla marulda trisodyum fosfat, asetik asit, sodyum asetat, sodyum hipoklorit (NaOCl), hidrojen peroksit (H₂O₂), üzüm sirkesi, elma sirkesi ile dekontaminasyon gerçekleştirildi. Uygulama sonrası mezofilik aerobik bakteri (MAB) sayımı yapıldı. En güçlü dezenfektanın %5'lik H₂O₂ olduğu belirlendi. Tavuk eti için asetik asit, laktik asit, sodyum asetat, sodyum laktat, EDTA, NaOCl, TSP, H₂O₂ kullanıldı. Uygulama sonrası MAB ve koliform bakteri sayımı yapıldı. En güçlü dezenfektanın MAB için %1 ve %2,5'lik H₂O₂, koliform bakteri için ise %2,5'lik H₂O₂ olduğu görüldü. Marulun AES ve NaOCl ile dekontaminasyonu sonrası, bu çözeltilerin MAB için dezenfektan etkilerinde istatistiksel olarak bir fark bulunmadı. Aynı çözeltiler tavuk eti için kullanıldığında MAB ve koliform bakteriler için en güçlü dezenfektanın 30 ppm'lik AES olduğu belirlendi. Gıda güvenliğinin sağlanabilmesi ve gıdalardaki mikroorganizma yükünün azaltulabilmesi için uygun dezenfektanın uygun konsantrasyonda kullanılması önemlidir.</p>

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Keywords: decontamination, disinfectant, pathogen, chicken, lettuce.</p> <p>DOI: 10.26809/joa.2018548661</p>	<p>In this study four surface decontaminations were carried out on lettuce and raw chicken meat using dipping method with applying different solutions, disinfection effects of the solutions were investigated. For this purpose surface decontamination was carried out with trisodium phosphate (TSP), acetic acid, sodium acetate, sodium hypochloride (NaOCl), hydrogen peroxide (H₂O₂) and vinegar (apple and grape). Mesophilic aerobic bacteria (MAB) were counted after treatments. H₂O₂ 5% was detected as the best disinfectant. Acetic acid, lactic acid, sodium acetate, sodium lactate, EDTA, NaOCl, TSP and H₂O₂ were used for chicken meat. Mesophilic aerobic bacteria (MAB) and coliform bacteria were counted after treatments. It is showed that the best disinfectants were H₂O₂ 1% and 2,5% for MAB and H₂O₂ 2,5% for coliform bacteria. After the decontamination with AEW and NaOCl, no differentiation was detected statistically between the solutions for disinfectant effects for MAB on lettuce, but for coliforms, AEW (30 ppm) showed the best inhibitory effect. For providing food safety and reducing amount of microorganisms in foods it is important to use suitable disinfectants at suitable concentrations.</p>

*Bu çalışma 13-15 Aralık 2018 tarihlerinde Çanakkale/TÜRKİYE'de gerçekleşen "2. Uluslararası Rating Academy Kongresi: Farkındalık" temalı kongrede sunulmuş aynı isimli bildirinin gözden geçirilmiş halidir.

1. GİRİŞ

Taze olarak tüketilen bazı sebzeler ile et ve et ürünleri gibi gıdaların içerdiği mikroorganizmalar genellikle yüzeyde yoğun bir şekilde bulunmaktadır. Uygun olmayan şartlarda bu mikroorganizmaların sayısı artabilir veya ürüne çeşitli yollarla diğer mikroorganizmalar kontamine olabilir. Bu durum hem ürün güvenliğini hem de raf ömrünü etkilemektedir. Uygulanabilecek çeşitli yüzey dekontaminasyon yöntemleri ile mikroorganizma gelişimi engellenebilmekte ve sayıları azaltılabilmektedir. Günümüzde dekontaminasyon amaçlı olarak kimyasallarla muamele (dezenfektan çözeltilerle yıkama), dondurma, dehidrasyon, yüksek basınç, ışınlama, ultrasonik enerji, UV radyasyon veya ısı işlem yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında kimyasal çözeltilerle muamele yaygın olarak kullanılan metotlar arasında yer almaktadır (Brackett, 1992; Robinson ve diğ., 2000; Koseki ve diğ., 2001; Capita ve diğ., 2002).

Taze sebzelerden marul, tarlada yetiştirilme aşamasından başlayarak çeşitli yollarla kontamine olmaktadır. Toprağa yakın yetişen bir sebze olduğu için kullanılan gübre çeşidinden, böceklere kadar çeşitli tehlikelere maruz kalmakta; üretiminden tüketim aşamasına kadar çeşitli patojen bakteriler, virüs ve parazitler açısından risk taşımaktadır. Ayrıca su aktivitesi yüksek ve dokusu hassas olduğu için çabuk zarar görmekte ve bu da mikroorganizma gelişimini teşvik etmektedir. Ürün güvenliği açısından tarlada yetiştirme aşamasından başlayarak hayvansal gübre kullanılmaması, haşere mücadelesinin yapılması, uygun nitelikte sulama sularının kullanılması gibi önlemler alınmalıdır. Ayrıca marul gibi taze sebzelerin yıkanması basamağı HACCP sistemi içerisinde kritik kontrol noktası (KKN) olarak değerlendirilebilmektedir. Tüketim öncesi taze sebzelerin yıkanması amacıyla çeşitli dezenfektan çözeltilerle gerçekleştirilen (özellikle çalkalamalı yıkama) değişik yöntemler kullanılmaktadır (ICMSF, 1988; Beuchat, 1996; Soriano ve diğ., 2000).

Tavuk eti bozulmaya karşı hassas bir ürün olduğu kadar patojen mikroorganizmalar (*Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* ve *Yersinia enterocolitica* gibi) açısından da riskli bir gıda grubudur. Marul üretiminde olduğu gibi, çiğ tavuk etinin çeşitli aşamalarla üretiminde de tavuk etinin yıkanması basamağı kritik kontrol noktası olarak düşünülebilmektedir (Cutter ve Siragusa, 1994; ICMSF, 1988; Capita, 2002).

Çeşitli dezenfektan çözeltilerle yıkama gıdalarda dekontaminasyonu sağlamak amacıyla uzun yıllardır uygulanmaktadır. Bu şekildeki dekontaminasyon gıda yüzeyine belli konsantrasyondaki dezenfektan çözeltinin belli bir miktarda sprey şeklinde uygulanması ile veya gıda maddesinin belli sürelerde belli konsantrasyondaki dezenfektan çözelti içerisine daldırılması ile gerçekleştirilebilmektedir (Brackett, 1992).

Gıdalarda yüzey dekontaminasyonu için genellikle laktik asit (%2-10), peroksiasetik asit (200 ppm) ve asetik asit (%2) gibi bazı organik asitler; bromür (200 ppm) ve iyodür (10-100 ppm) gibi halojenler; hidrojen peroksit (H₂O₂, %5) gibi oksidatif özellikteki maddeler; 'quaternary' amonyum bileşikler, trisodyum fosfat (TSP, %8-12) gibi alkali özellikteki dezenfektanlar, EDTA (etilendiamin tetraasetik asit; 10-20mM) gibi bağlayıcı maddelerin yanısıra bazı enzimler ve bakteriosinler gibi maddeler ile hipoklorit (OCI⁻, 100-200 ppm), klordioksit (200 ppm) ve asidik elektrolize su (AES) gibi klorlu bileşikler kullanılmaktadır (Zhang ve Farber, 1996; Beuchat ve ark.1996; Sapers ve Simmons, 1998; Cherry, 1999; Escudero ve diğ., 1999; Soriano ve diğ., 2000). Kimyasal çözeltilerle gerçekleştirilen dekontaminasyonun başarısı bazı faktörlere bağlıdır. Bunlar dezenfektan çözeltisinin sıcaklığı ve pH'ı, kullanılan dezenfektan cinsi ve konsantrasyonu, dezenfeksiyon süresi, ürünün yapısı ve doğal mikroflorasıdır (Temiz, 2000).

Bu çözeltilerden en fazla dikkat çekenlerden biri, klorlu bir bileşik olan asidik elektrolize sudur. Klorlu bileşikler içerdikleri serbest klor sayesinde dezenfektan özellik gösterirler. Serbest klor suda üç formda bulunabilir: (i) elementel klor (Cl_2), (ii) hipokloröz asit ($HOCl$), (iii) hipoklorit iyonu (OCl^-). Asidik elektrolize su, bu serbest klor türlerinden $HOCl$ 'i içerir (Block ve Febiger, 1991).

Serbest klor çeşitlerinin inhibisyon etkisi şu şekilde açıklanabilir: Elementel klor bakterilerin hücre zarındaki proteinlerini bağlamak suretiyle organizmayı tahrip eden N-kloro bileşiklerini oluşturarak, hücre içi bileşiklerinin hücre membranından dışarıya difüzyonunu sağlayarak ve hücre zarını tahrip ederek inaktivasyonu sağlamaktadır. Başka bir şekilde klor, bakterilerin sahip oldukları enzimlerin $-SH$ (sülfidril) gruplarını yükseltgeyerek oksidatif etki göstermekte ve gerçekleşen reaksiyon tersinir olmadığı için mikroorganizmayı tahribata uğratmaktadır (Block ve Febiger, 1991; Külekçi 2005). $HOCl$, yüksek oksidoredüksiyon potansiyeline sahiptir ve oluşturduğu $\cdot OH$ radikalının yükseltgenmesiyle mikroorganizmalar üzerinde inhibisyon etkisi göstermektedir (Koseki ve ark., 2001). Hipokloridler (OCl^-) ise, mikroorganizmaların sitoplazmasındaki bileşiklerle toksik N-kloro bileşikleri oluşturarak mikroorganizmada tahribata neden olur (Külekçi, 2005).

Serbest klor içerdiği için dezenfektan özellik gösteren asidik elektrolize su ile ilgili çalışma sayısının fazla olmasının nedeni, kullanım kolaylığı, toksik olmaması, temizleme süresinin kısa olması, ekonomik, güvenli ve çevre dostu olması gibi bazı avantajlara sahip olmasıdır (Aksoy, 2003; Poçan, 2012; Aksoy ve Aran, 2018; Turantaş ve ark., 2018).

Asidik elektrolize su (AES), seyreltik sodyum klorür çözeltisinin, anot ve katodun bir membranla ayrıldığı bir elektroliz cihazında elektrolizi sonucu elde edilmektedir. "Okside su" olarak ta bilinen AES, elektroliz ünitesinin anot kısmında üretilmektedir ve 2,7 veya daha düşük pH, 1000mV'tan daha yüksek ORP değerleri ve 10-100 ppm aralığında serbest klor konsantrasyonuna sahiptir (Kim ve diğ., 2000a; Kim ve diğ., 2000b; Morita ve diğ., 2000; Oomori ve diğ., 2000; Kim ve diğ., 2001; Koseki ve diğ., 2001; Al-Haq ve diğ., 2002; Kiura ve diğ., 2002; Len ve diğ., 2002; Sharma ve Demirci, 2002; Buck ve diğ., 2003). Düşük pH değerlerinde içerdiği dezenfektan özelliğe sahip $HOCl$ oldukça zayıf bir asittir ve daha az aktif olan OCl^- 'ye kolayca hidrolize olmaz (Koseki ve diğ., 2001; Koseki ve diğ., 2002). Elektroliz ünitesinin katod kısmında ise 7 veya daha büyük pH ile 1000mV'tan daha düşük ORP değerlerine sahiptir alkali su üretilmektedir (Rahman, 2016).

Yapılan çeşitli çalışmalar sonucu AES'yun antimikrobiyal ve antiviral etkisi saptanmıştır. Ayrıca, ısı ile steril edilemeyen gıdaların sterilizasyonu için tercih edilmektedir. Günümüzde özellikle taze sebze ve meyvelerde dezenfeksiyon amaçlı uygulanmasının yanı sıra, gıda ile temas eden yüzeylerin temizliğinde de kullanılmaktadır. Örneğin elektrolize asidik suyun paslanmaz çelik üzerinde *Listeria monocytogenes* biofilmi oluşumunu engellediği kanıtlanmıştır (Jung ve diğ., 1996; Koseki ve diğ., 2001; Park ve diğ., 2002a).

Asidik elektrolize suyun inhibisyon gücünü etkileyen faktörler pH, ORP değeri, serbest klor konsantrasyonu (available chlorine concentration, ACC), suyun sertliği, sıcaklık, tuz konsantrasyonu, suyun ve elektrolitin akış hızı, kullanılan elektrolitin tipi, elektroliz süresi, depolama koşulları, ürünlerdeki kirlilik ve organik maddeler ve ürüne uygulama şekli (sprey ya da daldırma gibi) olarak belirtilebilir (Millioğlu, 2006, Poçan, 2012; Rahman ve diğ., 2016; Athayde ve diğ., 2018).

Bu çalışmada marulda ve çiğ tavuk etinde, çeşitli çözeltilerle yüzey dekontaminasyonu gerçekleştirilmiş ve çözeltilerin dezenfeksiyon etkileri incelenmiştir.

2. MATERYAL-METOT

2.1. Gıda Örneklerinin Hazırlanması

Denemelerde kullanılan marul ve tavuk eti örnekleri İstanbul’da bir marketten temin edilmiş, soğukta muhafaza edilerek (<5 °C) 24 saat içinde analize alınmıştır. Örneklerin yüzey alanını eşitlemek amacıyla, marul yaprakları yaklaşık 2,7 cm çapında; tavuk göğüs eti örnekleri ise yaklaşık 5x5 cm boyutunda ve 0,5 cm kalınlığında parçalara ayrılmıştır. Tavuk eti parçaları 35 °C’de 6 saat inkubatörde bekletildikten sonra, mikroorganizma yüklerinin eşitlenmesi amacıyla 1:1 oranında damıtık su ile 15 dakika boyunca 2-3 kez karıştırılarak steril “stomacher” torbaları içinde bekletilmiş, suları süzildükten sonra analize alınmıştır.

2.2. Dezenfektanların Hazırlanması

Yüzey dekontaminasyonunda kullanılan dezenfektan maddeler ve hazırlanan konsantrasyonları Tablo 2.1.’de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Yüzey dekontaminasyonunda kullanılan dezenfektan maddeler ve hazırlanan konsantrasyonları

Dezenfektan madde	Hazırlanan konsantrasyonu
Asetik asit (glacial, % 100), (Riedel-de Haen, Seelze)	% 1 ve % 2 (v/v)
Laktik asit (%90), (Merck, Darmstadt, Almanya)	% 2 (v/v)
Sodyum asetat (anhydrous), (Merck, Darmstadt, Almanya)	% 1 ve % 3 (w/v)
Sodyum laktat (%50 w/w), (Merck, Darmstadt, Almanya)	% 3 (v/v)
EDTA (“extra pure”), (Merck, Darmstadt, Almanya)	20 mM
Trisodyum fosfat (Na ₃ PO ₄ .12H ₂ O), (Merck, Darmstadt, Almanya)	% 12 (w/v)
Hidrojen peroksit (v/v % 30), (Merck, Darmstadt, Almanya)	% 1 ve % 2,5 (v/v)
Sodyum hipoklorit (a)	200 ppm (ACC)
Asidik elektrolize su (b)	20 ve 30 ppm (ACC)

(a): Piyasadaki mevcut çamaşır sularından biri kullanılmıştır.

(b): %1 ve 1,5’luk sodyum klorür çözeltilerinin elektrolizi ile elde edilmiştir.

AES, %1 ve %1,5’lik (w/v) sodyum klorür (NaCl) çözeltilerinin 3 Amper’lik akımla IONFarms-gold, HTH-5000 cihazı (GWN Co. Ltd., Kore) ile elektroliz edilerek 20 ve 30 ppm serbest klor içerecek şekilde hazırlanmıştır.

Çözeltilerin pH değerleri “Jenway, 3010 pH meter” (Jenway Ltd., İngiltere) cihazı ile ölçülmüştür. ORP değerlerinin ölçülmesinde ‘HANNA, HI 98201 ORP meter’ (Hanna Instruments, Mauritius) cihazı kullanılırken; çözeltilerin serbest klor konsantrasyonları CHEMets Kit Chlorine, K-2500 (CHEMETRICS Inc., A.B.D.) kitleri ile belirlenmiştir.

Çalışmalarda besi yeri olarak mezofilik aerobik bakteri (MAB) analizi için standart APHA PCA (Plate Count Agar) (Oxoid, Hampshire, İngiltere); koliform bakteri analizi için VRBA (Violet Red Bile Agar) (Oxoid, Hampshire, İngiltere) besi yerleri kullanılmıştır. TSB (Triptic Soy Broth) ve PBS (Phosphate Buffered Saline) tarafımızdan hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler 121 °C’de 15 dakika steril edilmiştir (Anon, 2000).

2.3. Marula Yüzey Dekontaminasyonunun Uygulanması ve Mezofilik Aerobik Bakteri (MAB) Analizi

Hazırlanan marul örneklerinden 10’ar g ‘stomacher’ torbalarına tartılmış; üzerlerine 200’er ml % 12’lik trisodyum fosfat, %1’lik asetik asit, %1’lik sodyum asetat, 200 ppm’lik

sodyum hipoklorit, %5'lik hidrojen peroksit, %40'lık elma ve üzüm sirkesi çözeltileri eklenmiş, 15 dakika boyunca 2-3 kez çalkalanarak bekletilmiştir. Kontrol olarak damıtık su kullanmıştır. Dezenfektan çözeltiler süzildükten sonra örnekler 90 ml peptonlu su ile 'stomacher'da (Stomacher 400 Lab Blender, İngiltere) 2 dakika süre ile homojenize edilmiş ve seri seyreltimler (10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} ve 10^{-5}) hazırlanmış; dökme plak yöntemi ile PCA besi yeri kullanılarak ekim yapılmış; besi yeri katılaştıktan sonra petri kutuları ters çevrilerek inkübatörde (GENLAB, INC/160/CLAD/F/D, İngiltere) 35°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra bakteri sayıları belirlenmiştir (Anon, 2001).

2.4. Çiğ Tavuk Etine Yüzey Dekontaminasyonun Uygulanması, Mezofilik Aerobik Bakteri ve Koliform Bakteri Analizi

Hazırlanan eşit yüzey alanına (yaklaşık 25 cm²) sahip tavuk eti parçaları 'stomacher' torbalarına konmuş; üzerlerine 200'er ml %2'lik asetik asit ve laktik asit, %3'lük sodyum asetat ve sodyum laktat, %12'lik TSP, %1 ve %2,5'lik hidrojen peroksit, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit ve 20 mM EDTA çözeltileri eklenmiş, 15 dakika boyunca 2-3 kez çalkalayarak bekletilmiş, dezenfektan çözeltiler süzülerek uzaklaştırılmış, daha sonra 1:1 oranında %0,1'lik peptonlu su ile 'stomacher'da homojenize edilerek bu karışımdan seri dilusyonlar (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} ve 10^{-6}) hazırlanmıştır. Kontrol olarak damıtık su kullanılmıştır. Dökme plak yöntemi ile PCA besi yeri kullanılarak ekim yapılmış ve besi yeri katılaştıktan sonra petri kutuları ters çevrilerek inkübatörde 35°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra mezofilik aerobik bakteri sayısı belirlenmiştir (Anon, 2001).

Koliform bakteri analizi için ise aynı işlemler tekrarlandıktan sonra dökme plak yöntemi ile VRBA besi yeri kullanılarak çift kat ekim yapılmış ve besi yeri katılaştıktan sonra petri kutuları ters çevrilerek inkübatörde 35°C'de 24 saat inkübe edildikten sonra koliform bakteri sayısı saptanmıştır (Anon, 2001).

2.5. Asidik Elektrolize Su ile Marul ve Çiğ Tavuk Etinde Yüzey Dekontaminasyonunun Uygulamaları

Bölüm 2.1'de anlatıldığı şekilde hazırlanan marul ve çiğ tavuk eti örnekleri 200'er ml %1 ve %1,5'lik NaCl çözeltilerinin elektrolizi ile elde edilen 20 ve 30 ppm serbest klor içeren asidik elektrolize su (AES) ve 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltisi ile 10 dakika süreyle 2-3 kez çalkalanarak bekletildikten sonra süzülmüş, mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri analizi yapılarak mikroorganizma sayıları belirlenmiştir (Anon, 2001).

2.6. İstatistiksel Analizler

Tüm analizler paralelli ve iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Dezenfektan çözeltilerle uygulama sonrasında örneklerdeki mikroorganizma sayıları ortalamalarının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olup olmadığını test etmek amacıyla; 0,05 önem düzeyinde tek yönlü Anova testi uygulanmıştır. Farklı olan ortalamalar için ise Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak kıyaslama yapılmıştır.

3. BULGULAR TARTIŞMA

3.1. Dezenfektan Çözeltilerin pH ve ORP Değerleri, Serbest Klor Konsantrasyonları

Denemelerde kullanılan dezenfektan çözeltilerin pH değerleri, asidik elektrolize suların ORP değerleri ile serbest klor konsantrasyonları Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Dezenfektan çözeltilerin pH ve ORP değerleri ve serbest klor konsantrasyonları^a

Dezenfektan madde	pH	ORP (mV)	Serbest klor (ppm)
Kontrol (damıtık su)	5,8 ± 0,04	455 ± 3	0
Sodyum hipoklorit	8,8 ± 0,06	745 ± 2	200 ± 25
Asidik elektrolize su (A)	2,7 ± 0,02	1099 ± 2	20 ± 5
Asidik elektrolize su (B)	2,7 ± 0,04	1100 ± 3	30 ± 5
Asetik asit %1	2,7 ± 0,01	- (b)	- (b)
Asetik asit %2	2,6 ± 0,01	- (b)	- (b)
Laktik asit %2	2,1 ± 0,01	- (b)	- (b)
Sodyum asetat %1	7,5 ± 0,04	- (b)	- (b)
Sodyum asetat %3	8,0 ± 0,05	- (b)	- (b)
Sodyum laktat %3	6,4 ± 0,02	- (b)	- (b)
Üzüm sirkesi ^(c)	2,7 ± 0,09	- (b)	- (b)
Elma sirkesi ^(c)	3,0 ± 0,05	- (b)	- (b)
EDTA 20 mM	2,9 ± 0,14	- (b)	- (b)
Trisodyum fosfat %12	12,9 ± 0,07	- (b)	- (b)
Trisodyum fosfat %8	12,1 ± 0,09	- (b)	- (b)
Hidrojen peroksit %1	5,5 ± 0,04	- (b)	- (b)
Hidrojen peroksit %2.5	4,0 ± 0,02	- (b)	- (b)
Hidrojen peroksit %5	3,7 ± 0,02	- (b)	- (b)

(a): veriler iki ayrı ölçümün ortalaması alınarak ve ± standart sapmaları ile birlikte belirtilmiştir.

(b): ölçülmemiştir.

(c): %4-5 oranında asetik asit içermektedir.

(A): %1'lik NaCl çözeltisinden hazırlanan asidik elektrolize su (serbest klor konsantrasyonu: 20 ppm)

(B): %1,5 NaCl çözeltisinden hazırlanan asidik elektrolize su (serbest klor konsantrasyonu: 30 ppm)

3.2. Uygulanan Yüzey Dekontaminasyonu Sonrası Marul Örneklerinin MAB Sayılarındaki Değişimler

Başlangıç mikroorganizma yükü ortalama 5,21 log₁₀ kob/g olan marul örneğine uygulanan 15 dakikalık yüzey dekontaminasyonu sonrası, örnekteki mezofilik aerobik bakteri sayıları ve azalma miktarları Tablo 3.2 ve Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Yapılan tek yönlü Anova testi ile farklı çözeltilerle gerçekleştirilen uygulama sonrasındaki mikroorganizma sayıları ortalamalarının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu (P<0,05) saptanmıştır.

Yapılan analiz sonucunda en güçlü dezenfektan etkiyi %5'lik H₂O₂ çözeltisinin gösterdiği, bunu sırasıyla %1'lik asetik asit ile %12'lik TSP, %40'luk elma sirkesi ile %40'luk üzüm sirkesi, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit ve %1'lik sodyum asetat çözeltisinin takip ettiği belirlenmiştir.

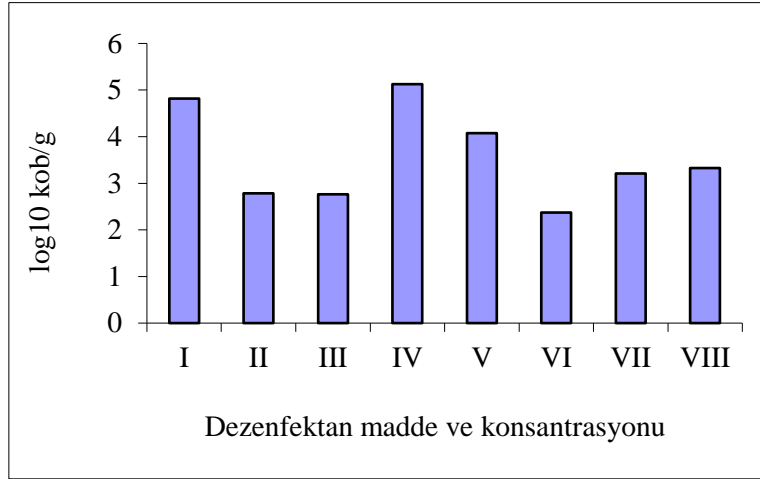
Tablo 3.2. Yüzey dekontaminasyonu sonrası maruldaki mezofilik aerobik bakteri sayıları ve azalma miktarları

Dezenfektan madde	Dekontaminasyon sonrasında bakteri sayısı ⁱ (log ₁₀ kob/g)	Bakteri sayısındaki azalma (log)
Damıtık su (kontrol)	4,81 ^a ± 0,11	0,40
Trisodyum fosfat (%12)	2,78 ^{cd} ± 0,11	2,42
Asetik asit (%1)	2,76 ^{cd} ± 0,19	2,44
Sodyum asetat (%1)	5,12 ^a ± 0,12	0,08
Sodyum hipoklorit (200 ppm)	4,07 ^b ± 0,01	1,14
Hidrojen peroksit (%5)	2,37 ^d ± 0,28	2,84
Elma Sirkesi (%40)	3,21 ^c ± 0,10	2,00
Üzüm Sirkesi (%40)	3,32 ^c ± 0,35	1,88

i: iki tekrarın ortalamasını ve ± standart sapmaları göstermektedir.

a-d: 0,05 önem düzeyinde aynı sütun boyunca aynı harfi taşıyan ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

Şekil 3.1. Yüzey dekontaminasyonu sonrası maruldaki mezofilik aerobik bakteri sayıları



I: kontrol (damıtık su), II: trisodyum fosfat (%12), III: asetik asit (%1), IV: sodyum asetat (%1), V: sodyum hipoklorit (200ppm), VI: hidrojen peroksit (%5), VII: elma sirkesi (%40), VIII: üzüm sirkesi (%40)

Bu çalışmada 200 ppm serbest klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisi ve %5'lik H₂O₂ çözeltisi kullanıldığında mikroorganizma sayısındaki azalma 1,14 ve 2,84 log olarak belirlenmiştir. Bu değerler, Cherry (1999) tarafından belirtilen değerlerle karşılaştırıldığında (sodyum hipoklorit ve %5'lik H₂O₂ çözeltisi için sırasıyla 1-2 log ve 3 log) elde edilen sonuçların birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Li ve diğ. (2001) tarafından klorla ilgili olarak yapılan başka bir çalışmada ise, marul örnekleri 20 ppm serbest klor içeren 50 °C sıcaklığındaki klorlu su ile dekontamine edildiğinde mezofilik aerobik bakteri sayısındaki azalma miktarı 1,73-1,96 olarak saptanmıştır. Bahsedilen bu azalma miktarları gıda güvenliği için önemlidir. Öte yandan Beuchat (1995) klorlu suyun taze sebzelerin mikrobiyal yükünü 10-100 kat azalttığını, dolayısıyla bu tür dekontaminasyon yöntemlerinin HACCP uygulamaları arasında değerlendirilebileceğini belirtmiştir.

Hidrojen peroksit çözeltisi diğer bazı taze sebzelerin dekontaminasyonu için de kullanılmaktadır. Örneğin Sapers ve Simons (1998) tarafından yapılan bir çalışmada mantarların %5'lik hidrojen peroksit çözeltisi ile yıkanması sonucu *Pseudomonas* sayısında

%90'lık bir azalma görülmüştür. Bu denemede oda sıcaklığındaki %5'lik H₂O₂ çözeltisi ile dekontaminasyonu sonucu ile marul örneklerinin MAB sayısında %54,51'lik azalma saptanmış, rengi ve yapısında ise herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Aynı şekilde McWatters ve diğ. (2002) tarafından yapılan çalışmada da marul örneklerinin 50 °C sıcaklığındaki %2'lik H₂O₂ çözeltisine daldırılması sonucunda duyuusal özelliklerinde olumsuz bir değişiklik saptanmamıştır.

Bu çalışmada, %12'lik TSP çözeltisi kullanıldığında 2,42 log'luk etkin bir azalmanın gözlemlendiği ancak marul örneklerinin renginin koyulaştığı ve yapısının yumuşadığı gözlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda taze sebzelerde yüzey dekontaminasyonu için %1-10'luk TSP çözeltisinin etkili olabildiği belirtilmektedir (Cherry, 1999). Dolayısıyla %12'den daha az konsantrasyonlardaki TSP çözeltilerinin yüzey dekontaminasyonu için uygun olduğu düşünülebilir.

Leitao ve diğ., (1981) tarafından yapılan bir çalışmada %2 asetik asit içeren sirke ile dekontamine edilen marul yüzeyindeki mezofilik aerobik bakteri sayısının %98 oranında azaldığı belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda %4-5 oranında asetik asit içeren elma ve üzüm sirkelerinin %40'lık çözeltileri kullanılarak mezofilik aerobik bakteri sayısında sırasıyla %99 ve %97'lik azalma olduğu belirlenmiştir.

Asetik asitle gerçekleştirilen dekontaminasyon sonucunda bakteri sayısında 2,44 log'luk etkin bir azalma gözlenmiş, %5'lik H₂O₂ çözeltisinden sonra en güçlü dezenfektan özellik gösteren çözelti olduğu belirlenmiştir.

3.3. Yüzey Dekontaminasyonu Sonrası Çiğ Tavuk Etinde MAB ve Koliform Bakteri Sayılarındaki Değişimler

Başlangıç mezofilik aerobik bakteri yükü ortalama 9,43 log₁₀ kob/g ve koliform bakteri yükü ortalama 9,12 log₁₀ kob/g olarak belirlenen çiğ tavuk etine 15 dakika süre ile uygulanan yüzey dekontaminasyonu sonrası, örnekteki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısı ile azalma miktarları Tablo 3.3 ve Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Yapılan tek yönlü Anova testi ile farklı çözeltilerle gerçekleştirilen uygulama sonrasındaki mikroorganizma sayıları ortalamalarının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu (P<0,05) belirlenmiştir.

Yapılan mezofilik aerobik bakteri analizi sonucunda en güçlü dezenfektan etkiyi %1 ve %2,5'lik H₂O₂ ile %2'lik laktik asit çözeltisinin gösterdiği, bunları da sırasıyla %2'lik asetik asit, %12'lik TSP, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit, 20 mM EDTA, %3'lük sodyum asetat ve sodyum laktat çözeltilerinin takip ettiği saptanmıştır. Koliform bakteri analizi sonucunda ise %2,5'lik H₂O₂ çözeltisinin en güçlü dezenfektan etkiye sahip olduğu; bunu da sırasıyla %1'lik H₂O₂, %2'lik laktik asit, %12'lik TSP, %2'lik asetik asit, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit, %3'lük sodyum asetat ile sodyum laktat ve 20 mM EDTA çözeltilerinin izlediği belirlenmiştir.

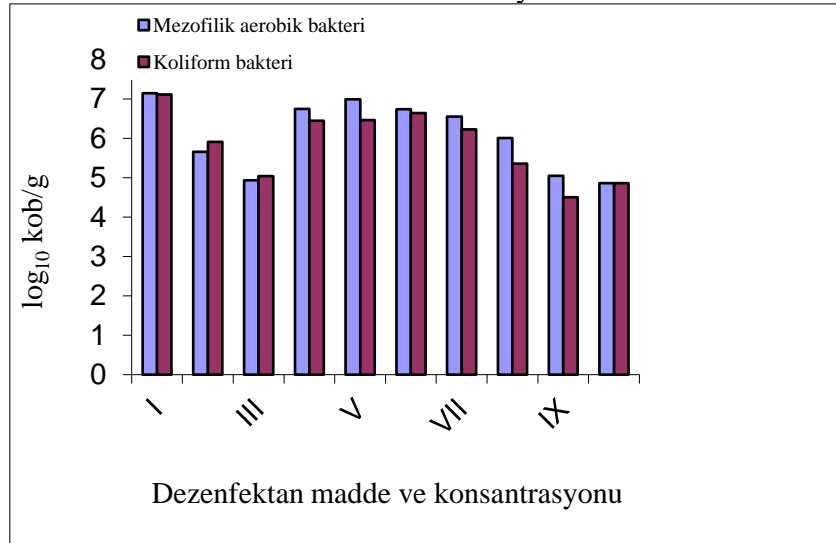
Tablo 3.3. Yüzey dekontaminasyonu sonrası çiğ tavuk etindeki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısı ile azalma miktarları

Dezenfektan madde	İşlem sonrasında MAB sayısı ⁱ (log ₁₀ kob/g)	İşlem sonrasında koliform bakteri sayısı ⁱ (log ₁₀ kob/g)	MAB sayısındaki azalma (log)	Koliform bakteri sayısındaki azalma (log)
Damıtık su (kontrol)	7,14 ^a ± 0,04	7,11 ^a ± 0,04	2,28	2,00
Asetik asit (%2)	5,61 ^{bc} ± 0,38	5,90 ^{abcde} ± 0,30	3,77	3,21
Laktik asit (%2)	4,93 ^c ± 0,32	5,03 ^{cde} ± 0,78	4,49	4,08
Sodyum asetat (%3)	6,74 ^{ab} ± 0,01	6,44 ^{abc} ± 0,02	2,68	2,67
Sodyum laktat (%3)	6,99 ^{ab} ± 0,04	6,46 ^{abc} ± 0,25	2,43	2,65
EDTA (20 mM)	6,73 ^{ab} ± 0,34	6,63 ^{ab} ± 0,13	2,69	2,48
NaOCl (200 ppm)	6,55 ^{ab} ± 0,21	6,22 ^{abcd} ± 0,24	2,87	2,89
Trisodyum fosfat (%12)	6,01 ^{abc} ± 0,44	5,35 ^{bcde} ± 0,65	3,42	3,76
Hidrojen peroksit (%1)	5,04 ^c ± 0,04	4,85 ^{de} ± 0,20	4,38	4,26
Hidrojen peroksit (%2,5)	4,86 ^c ± 0,02	4,50 ^e ± 0,05	4,56	4,61

i: iki tekrarın ortalamasını ve ± standart sapmaları göstermektedir.

a-e: 0,05 önem düzeyinde aynı sütun boyunca aynı harfi taşıyan ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

Şekil 3.2. Yüzey dekontaminasyonu sonrası tavuk etindeki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayıları



I: damıtık su (kontrol), II: asetik asit (%2), III: laktik asit (%2), IV: sodyum asetat (%3), V: sodyum laktat (%3), VI: EDTA (20 mM), VII: sodyum hipoklorit (200 ppm), VIII: trisodyum fosfat (%12), IX: hidrojen peroksit (%2,5), X: hidrojen peroksit (%1).

Yapılan bu çalışmada 200 ppm serbest klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisinin kullanılmasıyla mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayılarındaki azalma sırasıyla 2,87 ve 2,89 log olarak belirlenmiştir. Kenney ve diğ. (1995) tarafından, sığır karkaslarına 200 ppm'lik klorlu su püskürtülmesi sonucu, mezofilik aerobik bakteri sayısında 0,4 log'luk azalma gözlenirken, tavuk etiyle yaptığımız çalışmada daha fazla azalma gerçekleşmiştir. Bunun nedeninin püskürtme yöntemi yerine daldırma yönteminin uygulanmasının olduğu düşünülse

de; Beuchat ve diğ. (1998) yaptıkları bir çalışmada iki yöntemle elde edilen sonuçların benzer olduğunu belirtmişlerdir.

Tavuk karkaslarının dekontaminasyonu için klor, organik asitler, bakteriosinler, hidrojen peroksit, ozon, su, yüksek basınç, ışınlama ve UV radyasyonu kullanılabilir. Ancak bunlardan bazıları; uygulanabilirliğinin kısıtlı olması ve tüketici önyargısı nedeniyle daha az tercih edilmektedirler. Yapılan çalışmalarda trisodyum fosfatın tavuk etinin duyuşal özelliğini etkilemediği ifade edilmektedir (Capita ve diğ., 2002). Ayrıca çiğ tavuk etinde yüzey dekontaminasyonu amacıyla %1-2,5'lik laktik asit ve asetik asit çözeltilerinin uygulanabileceği belirtilmektedir (Marel ve diğ., 1989).

Kenney ve diğ. (1995)'nin yaptığı bir çalışmada %3'lük laktik asit çözeltisine sığır etlerinin daldırılması ile mezofilik aerobik bakteri sayısında 1,8 log'luk azalma gözlenmiştir. Warren ve diğ. (1997) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise sığır etlerine %1,5 ve 3'lük laktik asit veya asetik asit ile %12'lik TSP çözeltilerinin püskürtülmesi sonucu mezofilik aerobik bakteri sayılarında 1,3-2 log azalma görülmüştür.

Sığır etinin dekontaminasyonu için yapılan bir çalışmada 50°C sıcaklığındaki %2'lik laktik asit ve asetik asit ile %12'lik TSP çözeltilerinin 10 saniye süre uygulanması ile mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki azalma miktarları sırasıyla 1 log, 1 log ve 0,7 log olarak saptanırken, koliform bakteri sayılarındaki azalma miktarları aynı çözeltiler için 0,5 log, 0,5 log ve 0,3 log olarak belirlenmiştir (Delmore ve diğ., 2000).

Kim ve diğ. (1998) tarafından tavuk butlarının %1,5'lik asetik asit çözeltisine 10 dakika boyunca daldırılmasıyla, mezofilik aerobik bakteri sayısında 1,1 log'luk azalma görülmüştür. Yaptığımız çalışmada kullandığımız %2'lik asetik asit ve laktik asit, %12'lik TSP çözeltileri ile 15 dakikalık dekontaminasyon uygulaması sonrası, mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki azalma sırasıyla 3,77 log, 4,49 log ve 3,42 log; koliform bakteri sayılarındaki azalma ise 3,21 log, 4,08 log ve 3,76 log olarak belirlenmiştir. Bu çalışmadaki azalma miktarlarının Delmore ve diğ. (2000) ve Kim ve diğ. (1998)'in yaptığı denemeler göre daha fazla olmasında, uygulama süresinin önemli bir etkisi olduğu söylenebilir.

Hathcox ve diğ. (1995) tarafından yapılan bir çalışmada %12'lik TSP ve %0,5'lik laktik asit / %0,5'lik sodyum benzoat çözeltisi uygulanan tavuk karkaslarından alınan göğüs ve but kısımları kızartıldıktan sonra yapılan duyuşal panelde, ürünün organoleptik özelliklerinde herhangi bir olumsuzlukla karşılaşmadığı belirlenmiştir. Gerçekleştirdiğimiz denemelerde kullanılan çözeltilerin, Hathcox ve diğ. (1995) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçta benzer olarak ürünün özelliklerinde görsel olarak herhangi bir olumsuz değişikliğe neden olmadığı gözlenmiştir. Ancak daha önce denemeye alınan tavuk etinin %5'lik H₂O₂ çözeltisine 15 dakika süre ile daldırılması sonucu mikroorganizma sayısının önemli düzeylerde azalmasına rağmen, tavuk eti dokusunun parçalandığı gözlemlendiği için hidrojen peroksit konsantrasyonu %1 ve % 2,5 olarak uygulanmış ve sonuçta dokuda herhangi bir olumsuz değişiklik gözlenmeksizin mezofilik aerobik bakteri sayısında 4,38 ve 4,56 log'luk azalma; koliform bakteri sayısında ise 4,26 ve 4,61 log'luk azalma saptanmıştır.

3.4. Asidik Elektrolize Su ile Marulda Yüzey Dekontaminasyonu Sonrası MAB ve Koliform Bakteri Sayısındaki Değişimler

Başlangıç mezofilik aerobik bakteri yükü ortalama 7,66 log₁₀ kob/g ve koliform bakteri yükü ortalama 7,40 log₁₀ kob/g olan marula uygulanan yüzey dekontaminasyonu sonrası, örnekteki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısı ile azalma miktarları Tablo 3.4 ve Şekil 3.3'te gösterilmiştir. Yapılan tek yöllü Anova testi ile farklı çözeltilerle gerçekleştirilen uygulama sonrasındaki mikroorganizma sayıları ortalamalarının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu (P<0,05) belirlenmiştir.

Yapılan denemede %1'lik NaCl çözeltisinden hazırlanan AES (asidik elektrolize su, serbest klor konsantrasyonu (ACC):20 ppm), %1,5'lik NaCl çözeltisinden hazırlanan AES (ACC: 30 ppm) ve 200 ppm serbest klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisi karşılaştırılmıştır. Mezofilik aerobik bakteri sayısında neden oldukları azalma miktarlarına göre karşılaştırıldıklarında, 20 ve 30 ppm serbest klor içeren AES ile 200 ppm'lik sodyum hipoklorit çözeltisinin istatistiksel açıdan farklı olmadıkları gözlenmiştir. Koliform bakteri sayısında neden oldukları azalma miktarlarına göre ise, en iyi sonucu 30 ppm serbest klor içeren AES vermiş; bunu sırasıyla hipoklorit çözeltisi ve 20 ppm serbest klor içeren AES takip etmiştir.

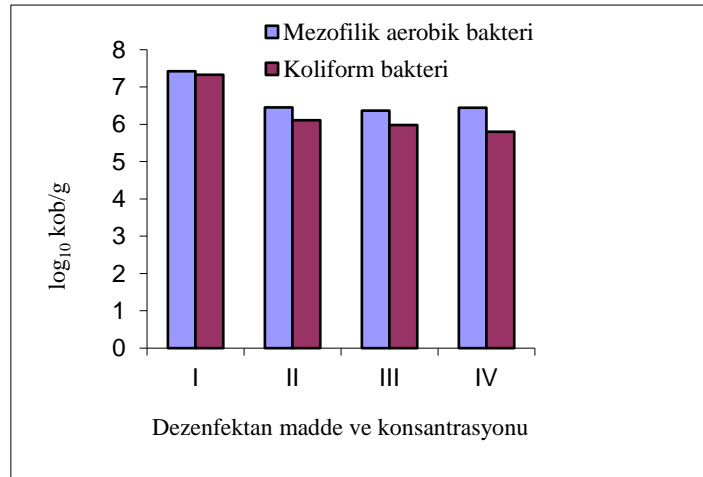
Tablo 3.4. AES ile yüzey dekontaminasyonu sonrası maruldaki MAB ve koliform bakteri sayısı ve azalma miktarları

Dezenfektan madde	İşlem sonrasında MAB sayısı ⁱ (log ₁₀ kob/g)	İşlem sonrasında koliform bakteri sayısı ⁱ (log ₁₀ kob/g)	MAB sayısındaki azalma (log)	Koliform bakteri sayısındaki azalma (log)
Damıtık su (kontrol)	7,42 ^a ± 0,01	7,32 ^a ± 0,01	0,24	0,07
20 ppm'lik AES	6,45 ^b ± 0,04	6,10 ^b ± 0,02	1,21	1,29
30 ppm'lik AES	6,36 ^b ± 0,02	5,80 ^d ± 0,02	1,30	1,59
200 ppm'lik NaOCl	6,44 ^b ± 0,01	5,97 ^c ± 0,03	1,22	1,42

i: iki tekrarın ortalamasını ve ± standart sapmaları göstermektedir.

a-d: 0,05 önem düzeyinde aynı sütun boyunca aynı harfi taşıyan ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

Şekil 3.3. AES ile yüzey dekontaminasyonu sonrası maruldaki MAB ve koliform bakteri sayıları



I: kontrol (damıtık su), II: 20 ppm'lik AES, III: 30 ppm'lik AES, IV: 200 ppm'lik sodyum hipoklorit

Jung ve diğ. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada, marulun 20-40 dakika süreyle AES'ye daldırılmasıyla örnekteki mezofilik aerobik bakteri sayısında %90 ve koliform bakteri sayısında ise %2 oranında azalma görülmüştür. Yaptığımız denemede ise 20 ppm serbest klor içeren AES ile uygulama sonrasında mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayısındaki azalmalar %95 iken; 30 ppm serbest klor içeren AES ile uygulama sonrasında ise azalma miktarları sırasıyla %95 ve %96 olarak saptanmıştır. Dolayısıyla mezofilik aerobik bakteri sayısındaki azalma miktarlarının Jung ve diğ. (1996) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarla yakın olduğu görülmektedir.

Konuyla ilgili yapılan başka bir çalışmada pH'ı 2,5; ORP'i 1140 mV ve serbest klor konsantrasyonu 40 ppm olan AES ile 10 dakika boyunca dekontamine edilen marul yüzeyindeki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayılarında, sırasıyla 1,7 log ve 1,6 log azalma görülmüştür (Koseki ve Itoh, 2001a). Yaptığımız çalışmada ise mezofilik aerobik bakteri sayısında 20 ppm ve 30 ppm için sırasıyla 1,21 log ve 1,30 log; koliform bakteri sayısında ise sırasıyla 1,29 log ve 1,42 log'luk azalma belirlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar, Koseki ve Itoh'un (2001a) tespit ettiği verilerle uyumlu olarak değerlendirilebilir.

Izumi (1999) tarafından diğer bazı taze sebzelerle (havauç ıspanak, biber, turp, patates ve salatalık) gerçekleştirilen bir çalışmada, %2,5'lik NaCl çözeltisinin elektrolizi ile elde edilen, pH'ı 6,8 olan ve 20 ppm serbest klor konsantrasyonuna sahip AES, 4 dakika süre ile sebzelere uygulanmış ve sonuçta mikrobiyal yükün 0,6-2,6 log oranında azaldığı saptanmıştır.

Marul yüzeyinin dekontaminasyonu için AES (pH: 2,6, ORP: 1140 mV, serbest klor konsantrasyonu: 30 ppm), serbest klor konsantrasyonu sırasıyla 5 ppm ve 150 ppm olan ozonlu su ve NaOCl çözeltilerinin 10 dakika süreyle uygulanmasıyla gerçekleştirilen bir çalışmada; AES ve NaOCl çözeltilerinin aerobik bakteri sayısı üzerinde benzer etki gösterdikleri belirlenmiş ve bu çözeltilerle 2 log; ozonlu su ile ise 1,5 log azalma saptanmıştır (Koseki ve diğ., 2001).

Huang ve diğ. (1998) tarafından yapılan çalışmada marul örnekleri 10 dakika boyunca 35 ppm serbest klor içeren AES'ya (pH 2,7; ORP 1100 mV) daldırıldığında, mezofilik aerobik bakteri sayısında %98 oranında azalma belirlenirken, yaptığımız denemede bu sayı 20 ppm ve 30 ppm serbest klor içeren AES için %95 olarak saptanmıştır. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar, bahsedilen çalışmada ortaya çıkan sonuçlar ile uyumludur.

Elektrolize suyun taze sebzelerin kalitesi üzerine olan etkisini incelemek için yapılan bir çalışmada lahanalar, marul, salatalık ve havauç AES, 150 ppm serbest klor içeren NaOCl çözeltisi ve musluk suyu ile 10 dakika işlem görmüş ve sonuçta taze sebzelerde AES ile meydana gelen kalite kaybının NaOCl ve musluk suyunun neden olduğu kayıp ile aynı olduğu belirlenmiştir (Koseki ve Itoh, 2001b). Yaptığımız denemede de, asidik elektrolize suyun marul örneklerinin görünüşünde herhangi bir olumsuz değişikliğe neden olmadığı gözlenmiştir.

3.5. Asidik Elektrolize Su ile Çiğ Tavuk Etinde Yüzey Dekontaminasyonu Sonrası Mezofilik Aerobik Bakteri ve Koliform Bakteri Sayısındaki Değişimler

Başlangıç mezofilik aerobik bakteri yükü ortalama 8,90 log₁₀ kob/g ve koliform bakteri yükü ortalama 8,50 log₁₀ kob/g olan çiğ tavuk etine uygulanan yüzey dekontaminasyonu sonrası, örnekteki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayıları ile azalma miktarları Tablo 3.5 ve Şekil 3.4'te gösterilmiştir. Yapılan tek yönlü Anova testi ile farklı çözeltilerle gerçekleştirilen uygulama sonrasındaki mikroorganizma sayıları ortalamalarının, istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu (P<0,05) belirlenmiştir.

Yapılan denemede %1'lik NaCl çözeltisinden hazırlanan AES (serbest klor konsantrasyonu 20 ppm), %1,5'lik NaCl çözeltisinden hazırlanan AES (serbest klor konsantrasyonu 30 ppm) ve 200 ppm serbest klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisi karşılaştırılmıştır. Mezofilik aerobik bakteri sayısında neden oldukları azalma miktarına göre, en iyi sonucu 30 ppm serbest klor içeren AES vermiş; bunu hipoklorit çözeltisi ile 20 ppm serbest klor içeren AES takip etmiştir. Koliform bakteri sayısındaki azalma açısından değerlendirildiğinde ise 30 ppm'lik AES en etkili sonucu göstermiş, bunu sırasıyla sodyum hipoklorit çözeltisi ile 20 ppm'lik AES izlemiştir.

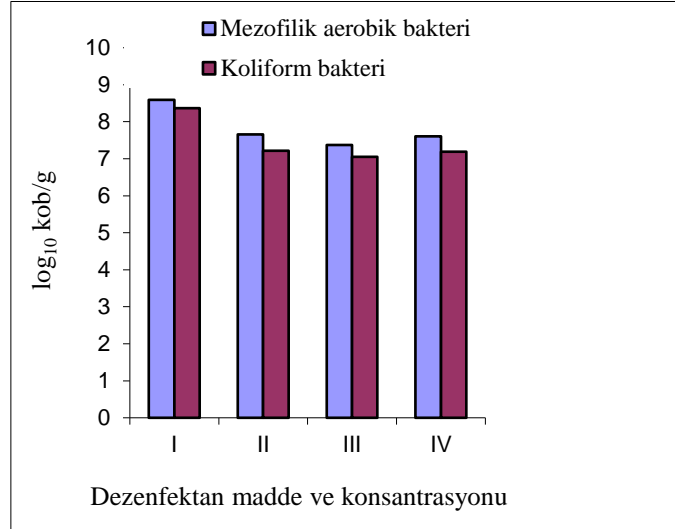
Tablo 3.5. AES ile yüzey dekontaminasyonu sonrası çiğ tavuk etinde mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayıları ile azalma miktarları

Dezenfektan madde	İşlem sonrasında MAB sayısı ⁱ (log ₁₀ kob/g)	İşlem sonrasında koliform bakteri sayısı ⁱ (log ₁₀ kob/g)	MAB sayısındaki azalma (log)	Koliform bakteri sayısındaki azalma (log)
Damıtık su (kontrol)	8,59 ^a ± 0,02	8,36 ^a ± 0,04	0,31	0,14
20 ppm'lik AES	7,66 ^b ± 0,04	7,21 ^b ± 0,01	1,24	1,29
30 ppm'lik AES	7,37 ^c ± 0,02	7,05 ^c ± 0,01	1,53	1,45
200 ppm'lik NaOCl	7,60 ^b ± 0,05	7,18 ^b ± 0,01	1,30	1,32

i: iki tekrarın ortalamasını ve ± standart sapmaları göstermektedir.

a-c: 0,05 önem düzeyinde aynı sütun boyunca aynı harfi taşıyan ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

Şekil 3.4. AES ile yüzey dekontaminasyonu sonrası tavuk etindeki mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri sayıları



I: kontrol (damıtık su), II: 20 ppm'lik AES, III: 30 ppm'lik AES, IV: 200 ppm'lik sodyum hipoklorit

AES'nin çiğ tavuk etine uygulanması ile ilgili çalışmalar da mevcuttur. Park ve diğ. (2002b) tarafından yapılan bir çalışmada *Campylobacter jejuni* inokule edilen tavuk etinin, 10 dakika boyunca 50 ppm serbest klor içeren AES ve klorlu su ile muamale edilmesinden sonra, AES ve klorlu suyun bakteri sayısında 3 log azalmaya neden olduğu; sonuçta AES'nin çiğ tavuk etinde *Campylobacter jejuni* sayısını önemli ölçüde azalttığı, tavuk etinin yıkanması için uygun bir çözelti olduğu ve proses sırasında çapraz kontaminasyonu önlediği belirtilmiştir (Park ve diğ., 2002b). Yaptığımız çalışmada da 20 ppm ve 30 ppm'lik AES'nin mezofilik aerobik bakteri sayısını sırasıyla 1,24 ve 1,53 log; koliform bakteri sayısını ise 1,29 ve 1,45 log azalttığı görülmüştür.

4. SONUÇ

Bu çalışmada marul ve tavuk etinde çeşitli kimyasal maddeler kullanılarak yüzey dekontaminasyonu gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında marul örneği mezofilik aerobik bakteri analizi için 15 dakika boyunca dezenfektan çözeltilere daldırılmış, sonuçta en güçlü dezenfektan etkiyi %5'lik H₂O₂ çözeltisinin gösterdiği, bunu sırasıyla %1'lik asetik asit ve %12'lik TSP, %40'lık elma sirkesi

ve %40'lık üzüm sirkesi, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit, %1'lik sodyum asetat çözeltisinin takip ettiği belirlenmiştir.

Çiğ tavuk etinin 15 dakika dezenfektan çözeltilere daldırılmasıyla gerçekleştirilen yüzey dekontaminasyonu sonucu MAB için en güçlü dezenfektan etkiyi %1 ve %2,5'lik H₂O₂ ile %2'lik laktik asit çözeltisinin gösterdiği, bunları da sırasıyla %2'lik asetik asit, %12'lik TSP ve dezenfeksiyon gücü açısından istatistiksel olarak farklı olmayan 200 ppm'lik sodyum hipoklorit, 20 mM EDTA, %3'lük sodyum asetat ve %3'lük sodyum laktat çözeltilerinin takip ettiği saptanmıştır. Koliform bakteri analizi sonucunda ise %2,5'lik H₂O₂ çözeltisinin en güçlü dezenfektan etkiye sahip olduğu bunu da sırasıyla %1'lik H₂O₂, %2'lik laktik asit, %12'lik TSP, %2'lik asetik asit, 200 ppm'lik sodyum hipoklorit, dezenfeksiyon gücü açısından istatistiksel olarak farklı olmayan %3'lük sodyum asetat ve %3'lük sodyum laktat ile 20 mM EDTA çözeltilerinin izlediği belirlenmiştir.

Buna ek olarak, marul ve tavuk eti, AES (20 ppm ve 30 ppm'lik) ve NaOCl (200ppm'lik) çözeltileri ile dekontamine edilmiştir. Marul örneklerinde MAB için bu çözeltilerin dezenfektan etkileri arasında istatistiksel açıdan bir fark olmadığı saptanmıştır. Koliform bakteri analizi sonucu ise en güçlü dezenfektan etkinin 30 ppm'lik AES ile sağlandığı, bunu sırasıyla NaOCl ve 20 ppm'lik AES çözeltilerini takip ettiği ortaya konmuştur. Çiğ tavuk eti ile 10 dakika süreyle gerçekleştirilen yüzey dekontaminasyonu sonrasında yapılan mezofilik aerobik bakteri ve koliform bakteri analizi sonucu, 30 ppm'lik AES'nin en güçlü dezenfeksiyonu sağladığı, bunu takip eden 200 ppm'lik sodyum hipoklorit ve 20 ppm'lik AES çözeltilerinin dezenfeksiyon gücü arasında ise istatistiksel açıdan bir fark olmadığı görülmüştür.

Gerek toplu tüketim yerlerinde, gerekse marul gibi taze olarak tüketilen sebzelerin tüketimi öncesinde ya da çiğ tavuk eti gibi riskli gıdaların üretimi sırasında ve satışı öncesinde, etkin bir yıkama işlemine tabi tutulması, ürün güvenliği açısından önemli bir basamaktır. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada her iki ürün grubunda da çeşitli dezenfektan maddeler kullanılarak başlangıç mikroorganizma yükünün önemli ölçüde azaltılabildiği görülmektedir. Ancak mikroorganizma yükünün tehlike oluşturmayacak düzeye indirilmesi için yıkama işlemi tek başına yeterli olmayabilir. Ayrıca makro parazitler ve bakteri sporları üzerinde dezenfektan çözeltilerin kullanıldığı uygulamaların etkileri sınırlı düzeyde kalabilmektedir. Bu nedenle %100 güvenli gıda üretimini hedefleyen HACCP sisteminin gerektirdiği önlemler alınmalı, güvenli tedarikçilerle çalışılması gibi ön gereksinim programları da göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKÇA

- AKSOY, A. 2003, Bazı Taze Sebzeler ve Çiğ Tavuk Etinde Yüzey Dekontaminasyonu Uygulamalarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- AKSOY, A. and ARAN, N., 2018, Bazı Taze Sebzeler ve Çiğ Tavuk Etinde Yüzey Dekontaminasyonu Uygulamalarının İncelenmesi, 2. Uluslararası Farkındalık Konferansı Bildiriler Kitabı, 13-15 Aralık 2018, Çanakkale, Rating Academy Yayınları, s. 395-410.
- AL-HAQ, M.I., SEO, Y., OSHITA, S. and KAWAGOE, Y., 2002, Disinfection Effects Of Electrolyzed Oxidizing Water On Suppressing Fruit Rot Of Pear Caused by *Botryosphaeria berengeriana*, Food Research International, 35, 657-664.
- ANONİM, 2000, Merck, Microbiology Manual.
- ANONİM, 2001, FDA, Bacterial Analytical Manual, AOAC International <http://vm.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html>.
- ATHAYDE, D.R., FLORES, D.R.M., SILVA, J.S., SILVA, M.S., GENRO, A.L.G., WAGNER, R., CAMPAGNOL, P.C.B., MENEZES, C.R. and CICHOSKÍ, A.J., 2018, Characteristics And Use Of Electrolyzed Water In Food Industries, International Food Research Journal, 25(1): 11–16.
- BEUCHAT, L.R., 1995, Present and Emerging Control Measures For Fresh-Cut Packaged Vegetables, Journal of Food Protection, 58 (Suppl), 56.
- BLOCK, S.S. and FEBIGER, L., 1991, Disinfection, Sterilization and Preservation, Blackwell Science, London.
- BRACKETT, R.E., 1992, Shelf Stability and Safety of Fresh Produce as Influenced by Sanitation and Disinfection, Journal Of Food Protection, 55, 10, 808-814.
- BUCK, J.W., IERSEL, M.W., OETTING, R.D. AND HUNG, Y.C., 2003, Evaluation of Acidic Electrolyzed Water for Phytotoxic Symptoms on Foliage and Flowers of Bedding Plants, Crop Protection, 22, 73-77.
- CAPITA, R., ALONSO-CALLEJA, C., CAMÍNO GARCÍA-FERNANDEZ and MORENO, B., 2002. Activity of Trisodium Phosphate Compared with Sodium Hydroxide Wash Solutions Against *Listeria monocytogenes* Attached to Chicken Skin During Refrigerated Storage, Food Microbiology, 19, 57-63.
- CHERRY, J.P. 1999, Improving the Safety of Fresh Produce with Antimicrobials, Food Technology, 53,11.
- CUTTER, N.D. and SIRAGUSA, G.R., 1994, Decontamination of Beef Carcass Tissue with Nisin Using A Pilot Scale Model Carcass Washer, Food Microbiology, 11, 481-489.
- DELMORE, R.J., SOFOS, J.N., SCHMIDT, G.R., BELK, K.E., LLOYD, W.R. and SMITH, G.C., 2000, Interventions to Reduce Microbiological Contamination of Beef Variety Meats, , Journal of Food Protection, 63, 1, 44-50.
- ESCUDERO, M.E., VELAZQUEZ, L., DI GENARO, M.S. and GUZMAN, A.M., 1999, Effectiveness of Various Disinfectants in the Eliminaion of *Yersinia enterocolitica* on Fresh Lettuce. Journal of Food Protection, 62, 6, 665-669.
- HATHCOX, A.K., HWANG, C.A., RESURRECCION, A.V.A. and BEUCHAT, L.R., 1995, Consumer Evaluation of Raw and Fried Chicken After Washing in Trisodium Phosphate

- or Lactic Acid/Benzoate Solutions, IFT Annual Meeting, 236 (Alınmıştır: FSTA, Current 1969-12/95, Accession number 95-12-S0147).
- HUANG, C.C., CHENG, T.C., YANG, Y.R., CHUNG, Y.H. and CHI, J.R., 1998, Evaluation of the Washing and Sterilization of Vegetables Using Electrolyzed Strong Acid Aqueous Solution, Journal of the Chinese Agricultural Chemical Society, 36, 5, 473-482 (Alınmıştır: FSTA, Current 1990-2003/07, Accession number 1999-03-J0544).
- ICMSF, 1988, "HACCP in Microbiological Safety and Quality". pp. 357. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- ICMSF, 1998, Vegetable and Vegetable Products. "Microorganisms in Foods". pp. 215-252. Blackie Academic and Professional, London.
- IZUMI, H., 1999, Electrolyzed Water as A Disinfectant for Fresh-Cut Vegetables, Journal of Food Science, 64, 2, 536-539.
- JUNG, S.W., PARK, K.J., PARK, B.I. and KIM, Y.H., 1996, Surface Sterilization Effect of Electrolyzed Acid-Water on Vegetable, Korean Journal of Food Science and Technology, 28, 6, 1045-1051 (Alınmıştır: FSTA, Current 1990-2002/12, Accession number 1997-11-C0161).
- KENNEY, P.B., PRASAI, R.K., CAMPBELL, R.E, KASTNER, C.L. and FUNG, D.Y.C., 1995, Microbiological Quality of Beef Carcasses and Vacuum-Packaged Subprimals: Process Intervention During Slaughter and Fabrication, Journal of Food Protection, 58, 6, 633-638.
- KIM, C., HUNG, Y.C. and BRACKETT, R.E., 2000a, Efficiency of Electrolyzed Oxidizing (EO) and Chemically Modified Water on Different Types of Foodborne Pathogens, International Journal of Food Microbiology, 61, 199-207.
- KIM, C., HUNG, Y.C. and BRACKETT, R.E., 2000b, Roles of Oxidation-Reduction Potential in Electrolyzed Oxidizing and Chemically Modified Water for the Activation of Food-Related Pathogens, Journal of Food Protection, 63, 1, 19-24.
- KIM, C., HUNG, Y.C., BRACKETT, R.E. and FRANK, J.F., 2001, Inactivation of *Listeria monocytogenes* Biofilms by Electrolyzed Oxidizing Water, Journal of Food Processing Preservation, 25, 91-100.
- KIURA, H., SANO, K., MORIMATSU, S., NAKANO, T., MORITA, C., YAMAGUCHI, M., MAEDA, T. and KATSUOKA, Y., 2002, Bacteriocidal Activity of Electrolyzed Acid Water from Solution Containing Sodium Chloride at Low Concentration, in Comparison with that at High Concentration, Journal of Microbiological Methods, 49, 285-293.
- KOSEKI, S. and ITOH, K., 2001a, Prediction of Microbial Growth in Fresh-Cut Vegetables Treated with Acidic Electrolyzed Water During Storage Under Various Temperature Conditions, Journal of Food Protection, 64, 12, 1935-1942.
- KOSEKI, S. and ITOH, K., 2001b, The Effect of Acidic Electrolyzed Water on the Quality of Cut Vegetables, Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology, 48, 5, 365-369 (Alınmıştır: FSTA, Current 1990-2002/12, Accession number 2001-08-J1978).
- KOSEKI, S., YOSHIDA, K., ISOBE, S. and ITOH, K., 2001, Decontamination of Lettuce Using Acidic Electrolyzed Water, Journal of Food Protection, 64, 5, 652-658.

- KOSEKI, S., FUJIWARA, K. and ITOH, K., 2002, Decontaminative Effect of Frozen Acidic Electrolyzed Water on Lettuce, *Journal of Food Protection*, 65, 2, 411-414.
- KÜLEKÇİ, G., 2005, Klor Verici Dezenfektanların Kullanım İlkeleri Hangi Şartlarda, Hangi Amaçlarla Kullanılır? Türevleri Nelerdir? 4. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, sayfa 207-219.
- LEITO, M.F., MONTERIO, F.E., DELAZARI, I. and ANGELUCCI, E., 1981, Efficacy of Disinfectants for Reduction of Bacterial Contamination of Lettuce, *Boletim-do-Instituto-de-Tecnologia-de-Alimentos,-Brazil*, 18, 2, 201-226
- LEN, S.V., HUNG, Y.C., CHUNG, D., ANDERSON, J.L., ERICKSON, M.C. and MORITA, K., 2002, Effects of Storage Conditions and pH on Chlorine Loss in Electrolyzed Oxidizing Water, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 209-212.
- LI, Y., BRACKETT, R.E., SHEWFELT, R.L. and BEUCHAT, L.R., 2001, Changes in Appearance and Natural Microflora on Iceberg Lettuce Treated in Warm, Chlorinated Water and then Stored at Refrigeration Temperature, *Food Microbiology*, 18, 3, 299-308
- MAREL, G.M., VRIES, A.W., LOGTESTIJN, J.G. and MOSSEL, D.A.A., 1989, Effect of Lactic Acid Treatment During Processing on the Sensory Quality and Lactic Acid Content of Fresh Broiler Chickens, *International Journal of Food Science & Technology*, 24, 1, 11-16. (Alınmıştır: FSTA, Current 1969-12/95, Accession number 89-06-S0058).
- MCWATTERS, K.H., CHINNAN, M.S., WALKER, S.L., DOYLE, M.P. and LIN, C.M., 2002, Consumer Acceptance of Fresh-Cut Iceberg Lettuce Treated with %2 Hydrogen Peroxide and Mild Heat, *Journal of Food Protection*, 65, 8, 1221-1226.
- MILLIOĞLU, Ö., 2006, Elektrolize Suyun *Vicia faba L.* Üzerine Genotoksik Etkisinin Kontrolü. Yüksek Lisans Tezi. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, Türkiye.
- MORITA, C., SANO, K., MORIMATSU, S., KIURA, H., GOTO, T., KOHNO, T., HONG, W., MİYOSHİ, H., IWASAWA, A., NAKAMURA, Y., TAGAWA, M., YOKOSUHA, O., SAİSHO, H., MAEDA, T. and KATSUOKA, Y., 2000, Disinfection Potential of Electrolyzed Solutions Containing Sodium Chloride at Low Concentrations, *Journal of Virological Methods*, 85, 163-174.
- OOMORI, T., OKA, T., INUTA, T. and ARATA, Y., 2000, The Efficiency of Disinfection of Acidic Electrolyzed Water in the Presence of Organic Materials, *Analytical Science*, 16, 365-369.
- PARK, H., HUNG, Y. C. and KIM, C., 2002a, Effectiveness of Electrolyzed Water as a Sanitizer for Treating Different Surfaces, *Journal of Protection*, 65, 8, 1276-1280.
- PARK, H., HUNG, Y. C. and BRACKETT, R. E., 2002b, Antimicrobial Effect of Electrolyzed Water for Inactivating *Campylobacter jejuni* During Poultry Washing, *International Journal of Food Microbiology*, 72, 77-83.
- POÇAN, H.B., 2012, Elektrolize Suyun Sığır ve Tavuk Etlerinin Bazı Emülsiyon Karakteristikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- RAHMAN, S. M. E., DING, T. and OH, D.H., 2010, Effectiveness of Low Concentration Electrolyzed Water to Inactivate Foodborne Pathogens Under Different Environmental Conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 139(3): 147-153.

- ROBINSON, R.K., BATT, C.A. A and PATEL, P.D., 2000, Encyclopedia of Food Microbiology. Vol.3. Academic Press, New York.
- SAPERS, M.G. and SIMMONS, G.F., 1998, Hydrogen Peroxide Disinfection of Minimally Processed Fruits and Vegetables, Food Technology, 52, 2, 48-52.
- SHARMA, R.R. A and DEMİRCİ, A., 2002, Treatment of *Escherichia coli* O157:H7 Inoculated Alfalfa Seeds and Sprouts with Electrolyzed Oxidizing Water, International Journal of Food Microbiology, 2676, 1-7.
- SORIANO, J.M., RICO, H., MOLTO, J.C. and MANES, J., 2000, Assesment of the Microbiological Quality and Wash Treatments of Lettuce Served in University Restaurants, Internaional Journal of Food Microbiology, 58, 123-128.
- TEMİZ, A., 2000, Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara.
- TURANTAŞ, F., ERSUS-BİLEK, S., SÖMEK, Ö. and KUŞÇU, A., 2018, Decontamination Effect of Electrolyzed Water Washing on Fruits and Vegetables, Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 7(4), 337-342.
- WARREN, J.D., CATHERINE, N.C. and GREGORY, R.S., 1997, Effects of Acetic Acid, Lactic Acid and Trisodium Phosphate on the Microflora of refrigerated Beef Carcass Surface Tissue Inoculated with *Esherichia coli* O157:H7, *Listeria innocua*, and *Clostridium sporogenes*, Journal of Food Protection, 60, 6, 619-624.
- ZHANG, S. and J.M. FARBER., 1996, The effects of Various Disinfectants Against *Listeria monocytogenes* on Fresh Cut Vegetables, Food Microbiology, 13, 311-321.