

Unlu Ürünlerde Gelişen Bazı Önemli Küf Çeşitlerinin Farklı Antimikrobiyal, Ph Ve Su Aktivitesine Sahip Besiyerlerinde Gelişimlerinin İncelenmesi

Dr. Sena SAKLAR

TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Gıda Enstitüsü
P.K. 21, 41470, Gebze-Kocaeli

1. ÖZET

Bu çalışmada unlu ürünlerde gelişen bazı önemli küf çeşitlerinden, *P.aurantograsium* ve *E.repens*'in, farklı antimikrobiyal madde, pH ve su aktivitesine sahip besiyerlerinde gelişimleri incelenmiştir. Antimikrobiyal olarak %0.003 (w/w), %0.03 (w/w) ve %0.3 (w/w) oranlarında kalsiyum propanat ve potasyum sorbat kullanılmıştır. Ayrıca aynı çalışmalar antimikrobiyal kullanmadan hazırlanan besiyerlerinde de yapılmıştır. Ortam pH'sı 4.5, 6.0 ve 7.5, su aktivitesi 0.8, 0.85, 0.9 ve 0.95 değerlerine ayarlanmıştır. 10^{2-3} spor/ml inokulasyon seviyesindeki küf kültürleri; antimikrobiyal oranları, pH ve su aktivitesi ayarlanmış besiyerlerine inoküle edilmiş, 25 °C de 30 gün boyunca bekletilmiştir. Küf gelişimine kadar geçen süre ve küflerin gelişme hızları belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda %0.003 gibi çok düşük kalsiyum propanat ve potasyum sorbat miktarlarının küflerin gelişimi üzerine etkisi olmamıştır, %0.3 gibi yüksek miktarların ise küf gelişimini yavaşlattığı belirlenmiştir.

2. GİRİŞ

Mikrobiyolojik bozulma unlu ürünlerin raf ömrünü belirleyen en önemli parametrelerden birisidir. Ekmek ve benzeri ürünlerde en çok görülen ve en yaygın olan mikrobiyolojik bozulma küf gelişimidir. Genellikle unlu ürünlerin mikrobiyolojik raf ömrü küfsüz raf ömrü olarak tanımlanmaktadır. Bakteriyel bozulma ise genellikle krema, çikolata veya benzeri dolgu maddesi içeren unlu ürünlerde görülmektedir. Fırın sıcaklığı (225-250 °C) ürünlerin içinde bulunan mikroorganizmaları tamamen öldürmek için yeterli olmakla beraber, ürünlerin merkez sıcaklıkları bu yüksek sıcaklığa ulaşamadığı için *Bacillus mesentericus* gibi bazı bakteriyel sporlar aktif kalabilmektedir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde fırından çıkan ürünlerde, *B.mesentericus* sporları gelişebilmekte ve bu sporlar rop hastalığına neden olabilmektedir (Seiler, 1983). Unlu ürünlerin küflenme yüzünden kaybı oldukça fazla olup mevsime, ürün cinsine ve işleme yöntemine göre değişebilmektedir. Ürünler fırından çıktığı anda tamamen küfsüz olmakla birlikte, soğuma, kesme, ambalajlama ve dağıtım sırasında küf sporları ile kontamine olabilmektedir. Ayrıca hijyenik olmayan fırın koşulları ve ürünlerin başlangıç bakteri yükü de küf gelişimini etkilemektedir (Legan, 1993).

Küf gelişimini etkileyen en önemli parametrelerden birisi su aktivitesidir (a_w) (Gibson ve ark., 1994). Mikroorganizmalar genellikle içinde buldukları ortamda osmotik dengeye ulaşmaya çalışırlar. Eğer ortamın a_w 'si düşükse, hücreler su kaybederek ortama osmotik dengeye gelirler (Gould ve Christian, 1988). Gibson ve ark. (1994) besiyerlerinin a_w 'sini fruktoz ve

glukoz kullanarak değiştirmiş ve bu besiyerlerine *Aspergillus* türlerini inokule etmiştir. Su aktivitesi 0.97-0.99 arasında olduğu zaman büyüme hızı 1.061-0.722 mm/saat olurken, a_w 0.85 olduğu zaman büyüme hızı çok daha az olup 0.079 ve 0.166 mm/saat arasında olmuştur. Abellana ve ark. (1999a; 1999b) a_w ve sıcaklığın etkilerini *Eurotium* cinsleri üzerinde çalışmış ve her iki faktörün de bu küfün gelişimini çok önemli bir şekilde etkilediğini belirlemişlerdir. Özellikle ortam sıcaklığı azaldıkça küfün gelişimi için gereken a_w yükselmektedir, yani 30 °C'de 0.775 a_w 'de gelişim görülürken, 15 °C'de 0.875 a_w 'de gelişim görülmektedir. Valik ve ark. (1999) a_w ve pH'nın *Penicillium roqueforti* gelişimi üzerine etkilerini incelemiş ve a_w 'nin en önemli parametre olduğunu bulmuştur. a_w 0.92'den az ise küf gelişimi 2-4 gün sonra görülmüş, a_w 0.92'den büyük olduğunda ise küf gelişimi 1-2 gün sonra görülmüştür.

Küfler ve mayalar, bakterilere göre çok daha fazla asit toleransı olan mikroorganizmalardır, pH 2.0 gibi yüksek asit seviyelerinde bile gelişim gösterebilmektedirler. Küf gelişimini önleyici özellikleri olan sorbik, benzoik, propionik asit ve bunların tuzları hücre içi pH değerini düşürerek, küf gelişimini engellerler. Bununla birlikte antimikrobiyal maddeler her küf çeşidi üzerinde aynı etkiyi göstermezler. Legan (1993) yaptığı çalışmada ekmekte 3000 mg/kg kalsiyum propanat kullanmış ve bu ekmeği *Crysophila* (*Monilia*) *sitophila* ile inokule etmiş, küf gelişimini 2 gün sonra gözlemlemiştir. Bununla birlikte aynı ekmeği *Penicillium viridicatum* ile inokule ettiğinde sadece 0.5 gün sonra küf gelişimini gözlemlemiştir.

Unlu ürünlerin küfsüz raf ömrünü arttırmak için, küflerin gelişme hızlarının azalması gereklidir. Küf gelişme hızını azaltan faktörler genel olarak hijyenik koşullar, ürün formülasyonu, antimikrobiyal maddeler, ambalaj, ışınlama olarak sıralanabilir. Ürün formülasyonu için mümkün olduğu kadar a_w 'si düşük, asitliği yüksek formülasyonlar ve doğru antimikrobiyal maddelerin kullanıldığı formülasyonların geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca gaz atmosferinde ambalajlama oksijen miktarını azalttığı için küf gelişimini yavaşlatacaktır. Ambalaj malzemesi seçilirken su buharı ve oksijen geçirgenliği olmayan malzemeler seçilmelidir. Unlu ürünlerin raf ömrünü arttırmak için kullanılan diğer yöntemler iyonize ışınlar, UV ışınları, kesikli beyaz ışık uygulaması olarak sıralanabilir. İyonize ışın uygulaması tüketiciler tarafından çok fazla kabul görmemekte, ülkelere göre kullanım izni değişebilmektedir. UV ışınları içinse uygulanacak yüzeyin düz ve pürüzsüz olması gerekmekte, mikroorganizmalar zamanla direnç kazanabilmektedir.

Kesikli beyaz ışık uygulaması oldukça yeni bir yöntem olup, mikroorganizmalar üzerinde çok etkili olmaktadır. Düzgün olmayan yüzeylerde de etkili olup, sterilizasyon gücü çok yüksektir (Dunn ve ark., 1997).

Gıdalardaki küf gelişimi sıcaklık, a_w , pH ve antimikrobiyal gibi bazı parametrelere bağlı olmakta ve küf gelişimi bu parametrelere göre matematiksel olarak modellenilebilmekte, ürün özelliğine göre küfsüz raf ömrü belirlenmektedir. Küf gelişimi zamana göre kolonilerin yarıçaplarının ölçülmesiyle bulunur ve büyüme hızı mm/saat olarak belirtilir. Gibson ve ark. (1994) *Aspergillus flavus* gelişimini, Valik ve ark. (1999) ise *P. roqueforti* gelişimini a_w 'ye göre incelemiş ve modellemişlerdir. Smith ve ark. (1988) unlu ürünlerde *Aspergillus niger* gelişimini ve raf ömrünü yüzey tepki yöntemini kullanarak modellemişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, unlu ürünlerde gelişen küf çeşitlerinden *Penicillium aurantograsium* ve *Euretium repens*'in, farklı antimikrobiyal madde, pH ve su aktivitesine sahip besiyerlerinde gelişimlerinin incelenmesi ve bu parametrelerin küf gelişim süresine olan etkilerinin belirlenmesidir.

3. MATERYAL VE METOT Besiyeri ve Deney Deseni:

Unlu ürünlere benzemesi bakımından buğday unu agarı besiyeri olarak kullanılmıştır. 250 ml besiyeri için 5 g. un, 5 g. agar kullanılmış, a_w gliserol (Merck) kullanılarak, pH ise sitrik asit (Merck) / Na_2HPO_4 (Merck) tampon çözeltisi kullanılarak ayarlanmıştır (Tablo 1) (Marin ve ark., 2002; Guynot ve ark., 2003).

Tablo 1. a_w ve pH değerleri ayarlanmış buğday unu agarının hazırlanması

pH	a_w	Gliserol (g)	0.1 M Sitrik asit (ml)	0.2 M Na_2HPO_4 (ml)
4.5	0.8	130	78	68.64
4.5	0.85	110	86.64	76.06
4.5	0.9	80	99.32	87.19
4.5	0.95	52.5	110.9	97.4
6.0	0.8	130	54.11	92.72
6.0	0.85	110	59.96	102.74
6.0	0.9	80	68.73	117.78
6.0	0.95	52.5	76.78	131.56
7.5	0.8	130	13.44	133.39
7.5	0.85	110	14.89	147.81
7.5	0.9	80	17.07	169.44
7.5	0.95	52.5	19.06	189.27

Antimikrobiyal olarak kalsiyum propanat ve potasyum sorbat %0.003, %0.03 ve %0.3 oranlarında kullanılmıştır. Deney sırasında her zaman bir antimikrobiyal madde için çalışılmış ve her bir antimikrobiyal madde oranı için 3 farklı pH (4.5, 6.0, 7.5), 4 farklı a_w (0.8, 0.85, 0.9, 0.95), 2 küf çeşidi için olmak üzere toplam 24 adet petri kabı kullanılmıştır. Petri kapları her küf çeşidine, antimikrobiyal madde, a_w ve pH değerine göre kodlanmıştır. Küf çeşitleri *P.aurantograsium* (CCFRA, UK) ve *E.repens* (CCFRA, UK) sırasıyla 1, 2 olarak numaralandırılmış, kalsiyum propanat (Merck) (%0, 0.003, 0.03, 0.3 oranlarında) A, B, C, D olarak kodlanmış ve potasyum sorbat (Merck) (%0, 0.003, 0.03, 0.3 oranlarında) D, E, F, G olarak kodlanmış, pH ve a_w ise 1'den 12'ye kadar numaralandırılmıştır. Örnek olarak verilirse 1C/1: *P.aurantograsium*, kalsiyum propanat % 0.03, pH: 4.5,

a_w : 0.8 gibi kodlama yapılmıştır. Besiyerlerinin a_w ve pH değerleri Tablo 1'e göre yaklaşık olarak ayarlanmış, daha sonra gerçek değerleri pH metre ve a_w (Novasina) ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. pH değerlerinin ölçülmesi için hazırlanan besiyerleri test tüplerine dökülmüş ve pH metre probu daldırılarak gerçek pH değerleri ölçülmüştür.

İnokulum Hazırlanması:

İki küf çeşidinden *P.aurantograsium* malt ekstrakt agarda, 25 °C de 5 günde büyürken, *E.repens* aynı agarda 25 °C de 14 günde büyümektedir. İnokülasyonların aynı gün olması için *E.repens* 10 gün önceden inokule edilmiş ve çoğaltılmıştır. Her inokulasyonda yeni gelişmiş küf kültürleri kullanılmıştır. Stok küf koleksiyonlarının sürekliliği, malt ekstrakt agarda daha önce geliştirilen küf kolonilerinden alınan kare blokların yeni malt ekstrakt agarlara inokülasyonu ile sağlanmıştır. İnokülasyondan sonra petri kaplarının etrafı sıkıca bantlanmış ve kaplar torbalanarak, 25 °C de 30 gün boyunca muhafaza edilmiştir.

Küf Sayımı, İnokülasyon Seviyesinin Belirlenmesi ve Küf Sporlarının inokülasyonu:

Küf gelişiminin izlenebilmesi için, buğday unu agarlarına bilinen ve hep aynı miktarda küf inokülasyonu yapılması gereklidir. Bunun için önceden malt ekstrakt agarda geliştirilen küf kolonilerinin üzerine aseptik olarak 2 ml su dökülmüş ve öze ile koloniler kazınarak, küf sporlarının suya geçmesi sağlanmıştır. Suya geçen küf sporları plastik pipetle test tüpüne alınmış ve tüp karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Homojen karışımdan bir kaç damla hemosaytometre üzerine alınmış ve lamel ile üzeri kapatılmıştır. 40 derece büyütme ile mikroskop altında spor sayımı yapılmıştır. Hemosaytometrenin 10 karesinin her birinde en az 1 spor olacak miktarda spor solüsyonu hazırlanmıştır. Hemosaytometre numarası elde edilen spor sayısı ile çarpılması ve inokülasyon konsantrasyonu bulunmuştur. Gerekli seyreltme veya konsantre etme işlemi yapılmış inokülasyon konsantrasyonu seviyesi 10^{2-3} spor/ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Hazırlanan küf sporları, buğday unu agarına P100 Gilson pipet ile 10 l solüsyon kullanılarak üç ayrı noktadan üçgen biçimde inokule edilmiştir. Her petri kabı otoklav bandı ile bantlanmış, 12 petrilik her set ayrı olarak torbalanmış ve 25 °C de inokule edilmiştir.

Küf Kolonilerinin Ölçülmesi ve Veri Analizi:

Gelişen küf kolonilerinin yarıçapları ölçülmüş, üç koloninin yarıçaplarının ortalaması alınmıştır. Bu işleme 30 gün boyunca devam edilmiş, küf büyüme hızı ve küf gelişme süresi her koşul için belirlenmiştir.

Sonuçlar büyüme hızı ve küf gelişme süresi olarak 2 şekilde değerlendirilmiştir.

i. Büyüme hızı (mm/gün): Ölçülen koloni yarıçaplarının ölçüldükleri güne göre grafikleri çizilmiştir. Bu grafiğin lineer kısmının regresyon analizi ile belirlenen eğimi büyüme hızını vermiştir.

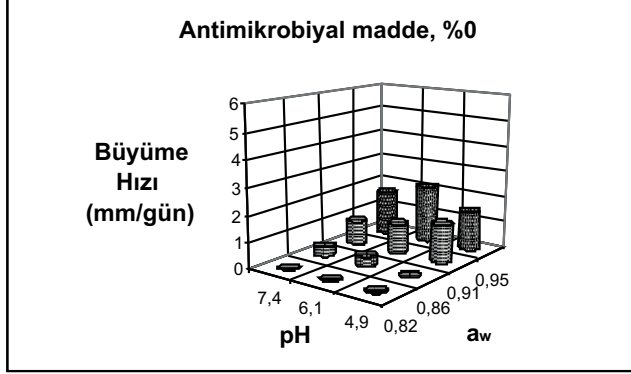
ii. Küf gelişim süresi: Besiyerlerinde küf gelişimi gözlenenene kadar geçen süredir. Gerçek değeri besiyerleri gözlemlenerek belirlenmiştir. Tahmini değeri ise küf gelişim grafiğinde regresyon eğrisinin lineer kısmının x eksenine kesildiği nokta olarak belirlenmiştir. Grafiklerde gerçek değerler kullanılmıştır.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

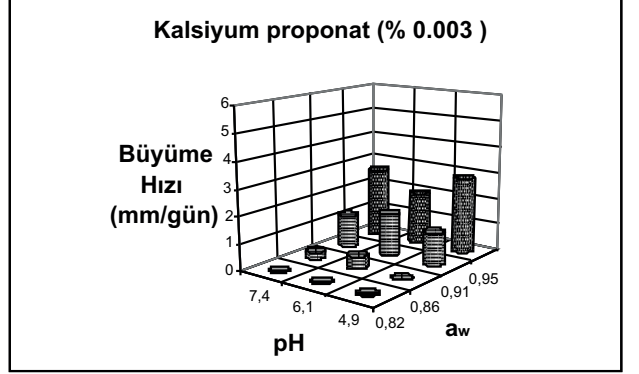
P. aurantograsium:

Bu küf için belirlenen büyüme hızı besiyerinde herhangi bir antimikrobiyal madde kullanılmadığı zaman Şekil.1.a 'da, %0.003, %0.03 ve %0.03 oranında

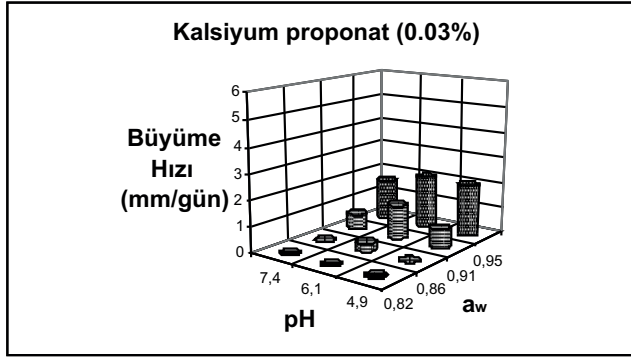
kalsiyum proponat ve potasyum sorbat kullanıldığı zaman sırasıyla Şekil.1.b-1.g.'de gösterilmiştir. Besiyerlerinde küf büyüme süresi aynı antimikrobiyal maddeler ve oranlar için Şekil.2.a-2.g'de gösterilmiştir.



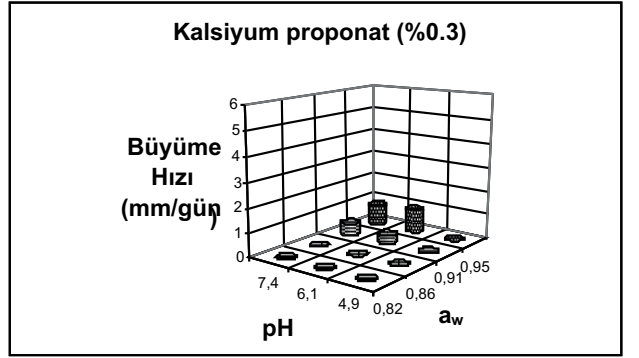
Şekil.1.a. *P.aurantograsium* için antimikrobiyal madde kullanmadan hazırlanan besiyerinde büyüme hızı



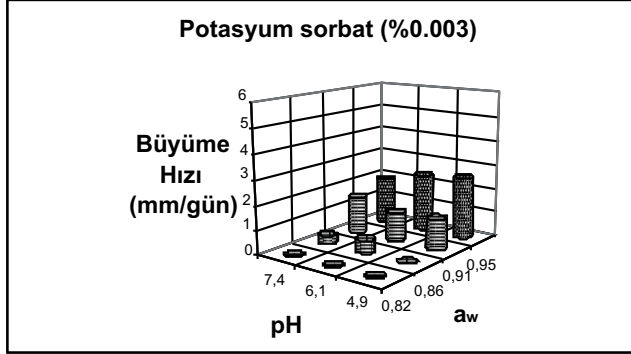
Şekil.1.b. *P.aurantograsium* için %0.003 kalsiyum proponat içeren besiyerinde büyüme hızı



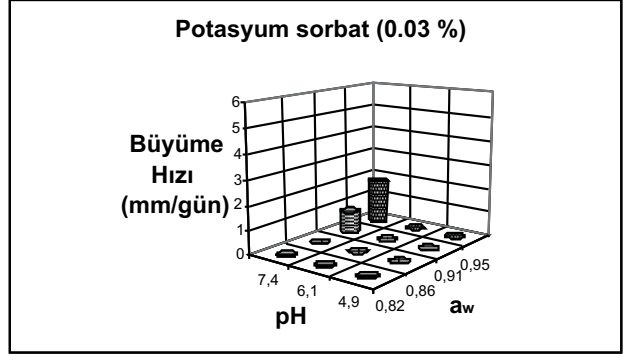
Şekil.1.c. *P.aurantograsium* için %0.03 kalsiyum proponat içeren besiyerinde büyüme hızı



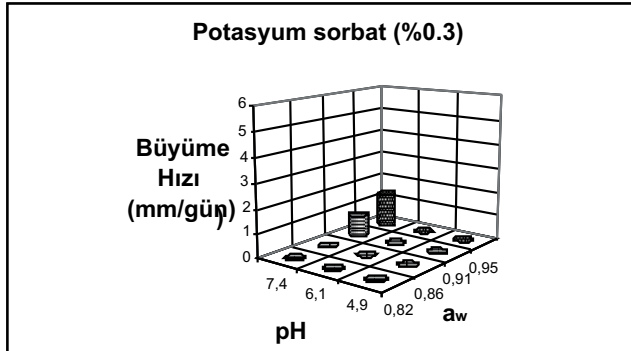
Şekil.1.d. *P.aurantograsium* için %0.3 kalsiyum proponat içeren besiyerinde büyüme hızı



Şekil.1.e. *P.aurantograsium* için %0.003 potasyum sorbat içeren besiyerinde büyüme hızı



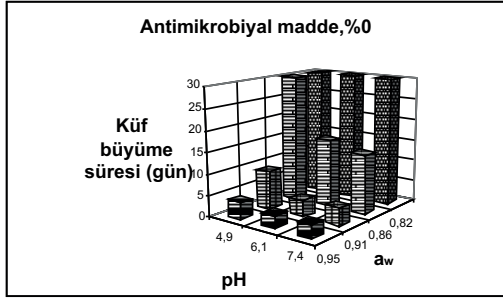
Şekil.1.f. *P.aurantograsium* için %0.03 potasyum sorbat içeren besiyerinde büyüme hızı



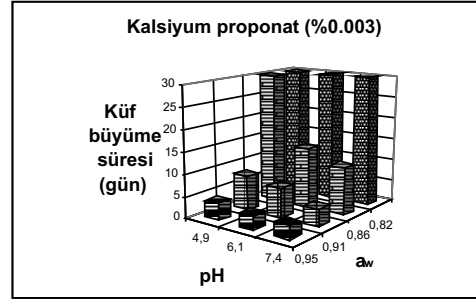
Şekil.1.g. *P.aurantograsium* için %0.3 potasyum sorbat içeren besiyerinde büyüme hızı

Grafiklerde de görüldüğü gibi, a_w 'nin 0.8 gibi çok düşük olduğu ortamda, antimikrobiyal madde olmayan besiyerinde bile herhangi bir büyüme görülmemiştir. Kalsiyum propanat ve potasyum sorbatın %0.003 gibi çok düşük olduğu, a_w 'nin 0.95 gibi yüksek olduğu, pH'ın ise 4.5-7.5 olduğu koşullarda büyüme hızı antimikrobiyal madde olmayan koşula göre daha fazladır. Antimikrobiyal madde konsantrasyonu arttıkça küf gelişiminde daha fazla inhibasyon sağlanmıştır. pH 6 civarında potasyum sorbat kullanıldığında hiçbir su aktivitesinde küf gelişimi görülmezken, kalsiyum propanat kullanıldığında su aktivitesi 0.9-0.95 arasında olduğunda küf gelişimi görülmüştür. a_w 'nin 0.9-0.95, pH'ın 7.5 olduğu koşullarda antimikrobiyal konsantrasyonu % 0.3 bile olsa küf gelişimi her iki antimikrobiyal madde için de engellenememiştir.

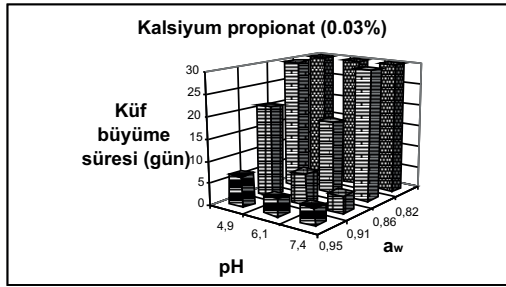
Bu küf için büyüme süresi grafikleri incelendiğinde, küflerin büyüme sürelerinin gelişme hızı grafikleriyle aynı paralelde olduğu görülür. %0.003 gibi düşük antimikrobiyal madde konsantrasyonunda küf gelişme süresinin antimikrobiyal madde olmayan koşulla hemen hemen aynı olduğu hatta a_w 'nin 0.95, pH'ın 7.5 gibi yüksek olduğu koşullarda, küf gelişme süresinin daha kısa olduğu görülmüştür. %0.3 gibi yüksek antimikrobiyal miktarlarına bakıldığında 0.95 a_w , 7.5 pH için küf gelişimi engellenememekte ve küf gelişim süresi çok kısa olmaktadır. %0.3 konsantrasyonda kalsiyum propanat pH 6, a_w 0.9-0.95 civarında potasyum sorbatın daha az inhibasyon göstermiş, buna karşılık potasyum sorbat pH 7.5 a_w 0.85'de kalsiyum propanattan daha az inhibasyon göstermiştir.



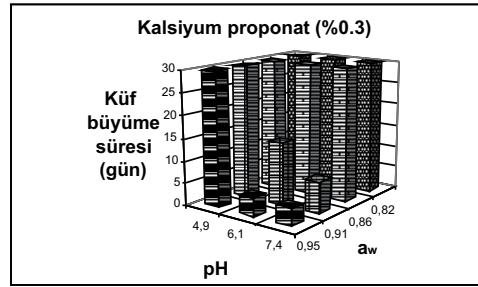
Şekil.2.a. *P.aurantograsium* için antimikrobiyal madde kullanmadan hazırlanan besiyerinde küf büyüme süresi



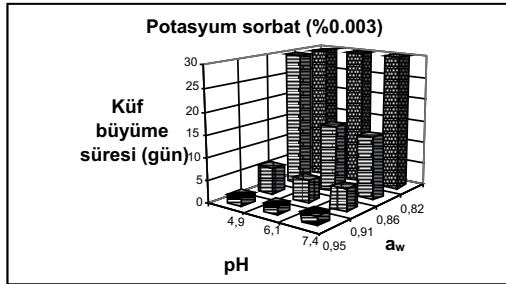
Şekil.2.b. *P.aurantograsium* için %0.003 kalsiyum propanat içeren besiyerinde küf büyüme süresi



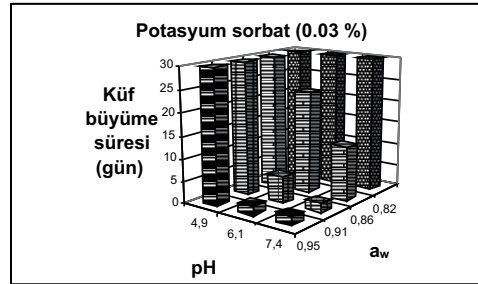
Şekil.2.c. *P.aurantograsium* için %0.03 kalsiyum propanat içeren besiyerinde küf büyüme süresi



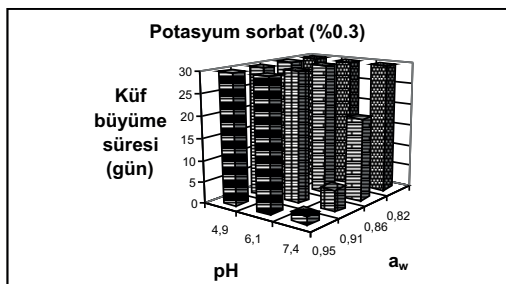
Şekil.2.d. *P.aurantograsium* için %0.3 kalsiyum propanat içeren besiyerinde küf büyüme süresi



Şekil.2.e. *P.aurantograsium* için %0.003 potasyum sorbat içeren besiyerinde küf büyüme süresi



Şekil.2.f. *P.aurantograsium* için %0.03 potasyum sorbat içeren besiyerinde küf büyüme süresi



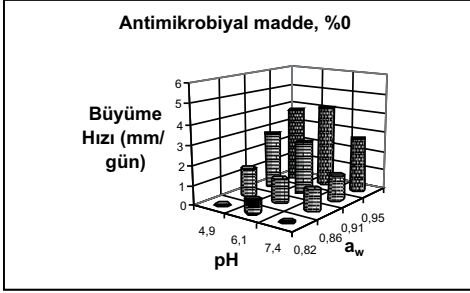
Şekil.2.g. *P.aurantograsium* için %0.3 potasyum sorbat içeren besiyerinde küf büyüme süresi

Euretium repens:

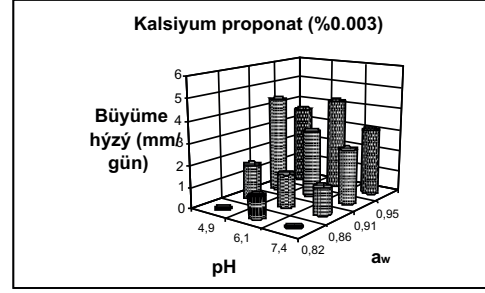
Bu küf düşük su aktivitelerinde yaşayabilmekte ve unlu ürünlerde sıkça görülmektedir (Bundgaard-Nielsen ve Nielsen, 1996). Bu küf için belirlenen büyüme hızı besiyerinde herhangi bir antimikrobiyal madde kullanılmadığı zaman Şekil.3.a'da, %0.003, %0.03 ve %0.3 oranında kalsiyum propanat ve potasyum sorbat kullanıldığı zaman sırasıyla Şekil.3.b-3.g.'de gösterilmiştir. Küf gelişim süresi ise aynı antimikrobiyal maddeler ve oranlar için Şekil.4.a- 4.g.'de gösterilmiştir.

Grafiklerde görüldüğü gibi antimikrobiyal madde

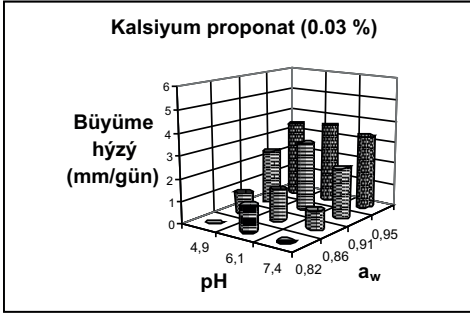
olmayan besiyerlerinde *P.aurantograsium*'dan farklı olarak a_w 'nin 0.85 olduğu her durumda, a_w 0.8 ve pH 6 olduğu her durumda küf gelişimi görülmüştür. %0.003 antimikrobiyal konsantrasyonunda, antimikrobiyal olmayan koşula benzer biçimde bazı durumlarda da daha hızlı gelişim görülmüştür. %0.3 kalsiyum propanat kullanıldığında pH 6 da, a_w 0.9-0.95 için gelişim görülürken, potasyum sorbat kullanıldığında küf gelişimi aynı koşullarda görülmemiştir. Bununla birlikte pH'nın 7.5, a_w 'nin 0.85-0.95 gibi yüksek olduğu durumlarda, %0.3 gibi yüksek antimikrobiyal oranları etkili olmamış, her iki antimikrobiyal içinde büyüme görülmüştür



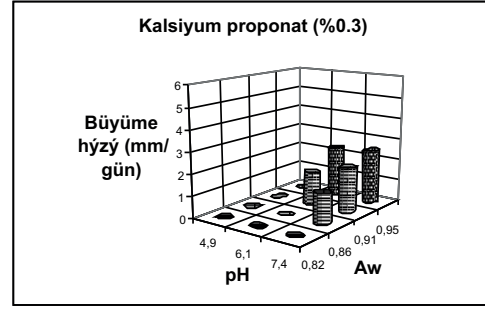
Şekil.3.a. *E.repens* için antimikrobiyal madde kullanılmadan hazırlanan besiyerinde büyüme hızı



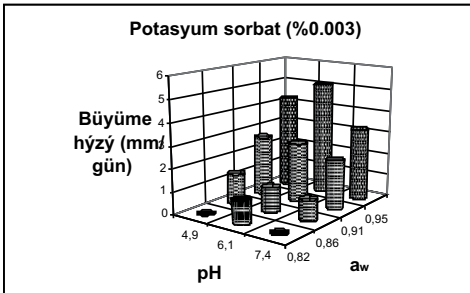
Şekil.3.b. *E.repens* için %0.003 kalsiyum propanat içeren besiyerinde büyüme hızı



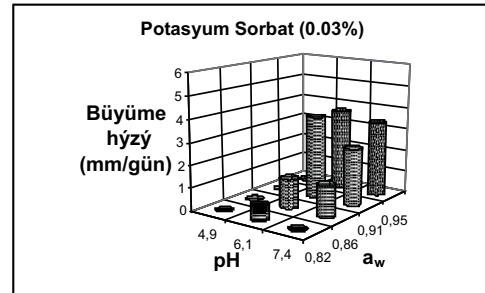
Şekil.3.c. *E.repens* için %0.03 kalsiyum propanat içeren besiyerinde büyüme hızı



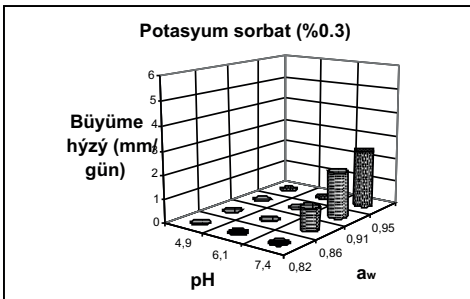
Şekil.3.d. *E.repens* için %0.3 kalsiyum propanat içeren besiyerinde büyüme hızı



Şekil.3.e. *E.repens* için %0.003 potasyum sorbat içeren besiyerinde büyüme hızı



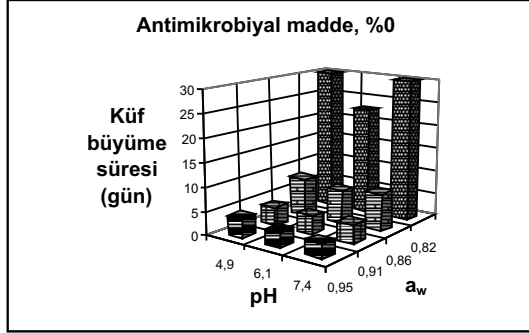
Şekil.3.f. *E.repens* için %0.03 potasyum sorbat içeren besiyerinde büyüme hızı



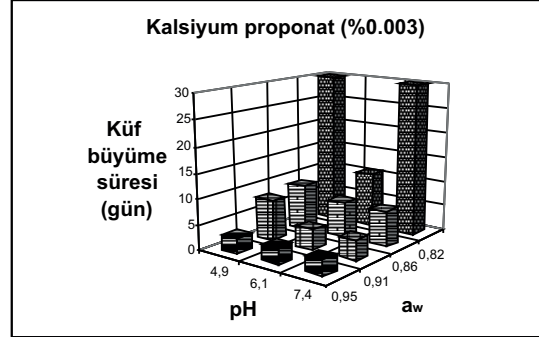
Şekil.3.g. *E.repens* için %0.3 potasyum sorbat içeren besiyerinde büyüme hızı

Küf büyüme süresi grafikleri incelendiğinde, *P.aurantograsium*'da olduğu gibi %0.003 gibi düşük antimikrobiyal konsantrasyonunda küf gelişme süresinin antimikrobiyal olmayan koşulla hemen hemen aynı olduğu, potasyum sorbat kullanıldığı zaman yüksek a_w değerlerinde küf gelişim süresinin antimikrobiyal olmayan koşula göre daha kısa olduğu

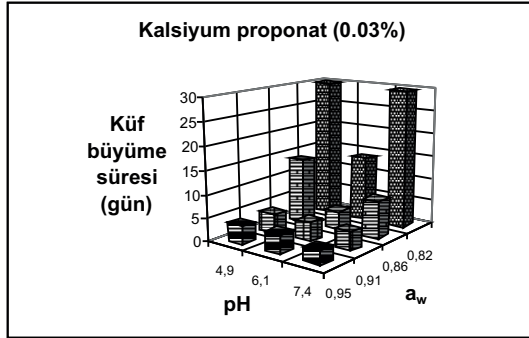
görülmür. %0.3 gibi yüksek antimikrobiyal miktarlarına bakıldığında, potasyum sorbat kullanıldığında pH 6'da 30 gün boyunca küf gelişimi görülmezken, kalsiyum propanat kullanıldığında 0.9-0.95 gibi yüksek a_w değerlerinde 5-10 gün arasında küf gelişimi görülmüştür.



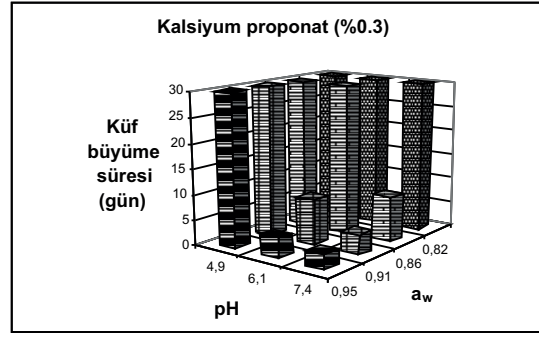
Şekil.4.a. *E.repens* için antimikrobiyal madde kullanmadan hazırlanan besiyerinde küf büyüme süresi



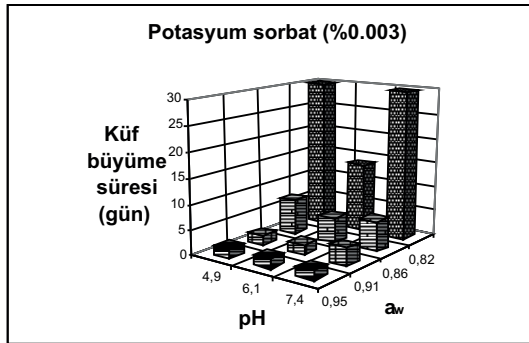
Şekil.4.b. *E.repens* için %0.003 kalsiyum propanat içeren besiyerinde küf büyüme süresi



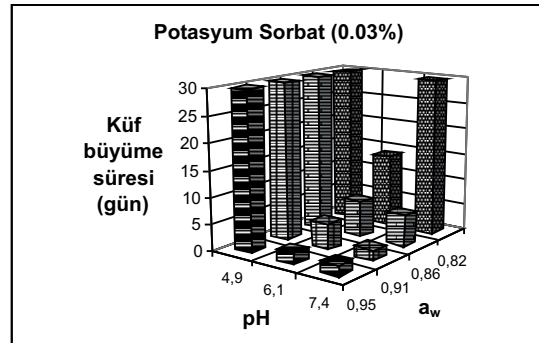
Şekil.4.c. *E.repens* için %0.03 kalsiyum propanat içeren besiyerinde küf büyüme süresi



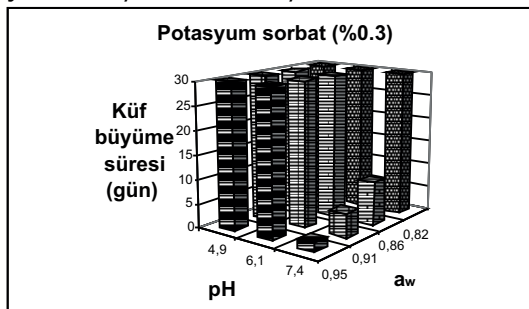
Şekil.4.d. *E.repens* için %0.3 kalsiyum propanat içeren besiyerinde küf büyüme süresi



Şekil.4.e. *E.repens* için %0.003 potasyum sorbat içeren besiyerinde küf büyüme süresi



Şekil.4.f. *E.repens* için %0.03 potasyum sorbat içeren besiyerinde küf büyüme süresi



Şekil.4.g. *E.repens* için %0.3 potasyum sorbat içeren besiyerinde küf büyüme süresi

Sonuç olarak, %0.003 gibi düşük antimikrobiyal konsantrasyonları bazı pH ve a_w koşulları için antimikrobiyal olmayan besiyerinde görülen gelişme ile aynı gelişim hızını vermiş, bazı pH ve a_w koşulları içinse büyüme hızının artmasına neden olmuştur. Bu yüzden çok düşük konsantrasyonda antimikrobiyal kullanmak güvenli bulunmamıştır. Düşük pH ve a_w küf gelişiminin engellenmesi için çok önemli olmuştur. E.repens aynı koşullarda P.aurantograsium'a göre çok daha hızlı büyümüş, küf büyüme süresi daha az olmuştur. %0.3 gibi yüksek antimikrobiyal konsantrasyonları birçok koşulda küf gelişimini engellemiş, küf gelişim süresini uzatmıştır. Buna rağmen, pH 7.5, a_w 0.9-0.95 gibi yüksek değerlerde %0.3 yüksek antimikrobiyal konsantrasyonu küf gelişimini engelleyememiştir. PH değerinin 6.0 civarında olduğu durumlarda potasyum sorbatın, kalsiyum propanata göre daha etkili olduğu görülmüştür.

Türk Gıda Kodeksinde ekmek için izin verilen antimikrobiyal miktarı en çok %0.2'dir. Antimikrobiyal miktarının %0.3, pH (7.5) ve a_w 'nin (0.9-0.95) yüksek olduğu koşullarda her iki antimikrobiyal içinde küf gelişimi görülmüştür. Bu yüzden antimikrobiyal miktarı Kodekste izin verildiği gibi %0.2 olarak kullanıldığı zamanda yüksek pH ve A_w 'de küf gelişimi olacaktır. Küfsüz raf ömrü uzun olan ekmek veya unlu ürünler üretilmek isteniyorsa tek başına antimikrobiyal madde kullanmak yeterli olmayacaktır. Hazırlanan unlu ürünlerin formülasyonu küf gelişiminin engellenmesinde çok önemli olacaktır. %0.2 oranında antimikrobiyal madde kullanılması, mümkün olduğu kadar su aktivitesi ve pH'sı düşük formülasyonlar (a_w 0.8-0.85, pH 5.0-6.0), uygun ambalaj ve sterilizasyon yöntemleri uygulanması unlu mamullerin küfsüz raf ömrünü uzatacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Abellena, M., Magri, X., Sanchis, V. ve Ramos, A.J. 1999b. Water activity and temperature effects on growth of E. Amstelodami, E. Chevalieri and E. herbariorum on a sponge cake analogue. **Int. J. Food Microbiol.**, 52: 97-103.
- Abellena, M., Benedi, J., Sanchis, V. ve Ramos, A.J. 1999a. Water activity and temperature effects on germination and growth of E. amstelodami, E.chevalieri and E. Herbariorum isolated from bakery products. **J. Appl. Microbiol.**, 87: 371-380.
- Bundgaard-Nielsen, K. ve Nielsen, P. V. 1996. Fungicidal effect of 15 disinfectants against 25 fungal contaminants commonly found in bread and cheese manufacturing. **J. Food Prot.**, 59 (3), 268-275.
- Dunn, J., Bushnell, A., Ott, T. ve Clark W. 1997. Pulsed white light food processing. **Cereal Food World.** 42 (7): 510-515.
- Gibson, A., Baranyi, J., Pitt J., Eyles, M. ve Roberts T. 1994. Predicting fungal growth: the effect of water activity on Aspergillus flavus and related species. **Int. J. Food Microbiol.** 23: 419-431.
- Gould, G. W. ve Christian, J. H.B. 1988. Characterisation of the state of water in foods: biological aspects. In: Food Preservation by Moisture Control. Elsevier Inc., USA.
- Guynot M.E., Ramos, A.J., Seto, L., Purroy, P., Sanchis, V. ve Marin, S., 2003. Antifungal activity of volatile compounds generated by essential oils against fungi commonly causing deterioration of bakery products, **J. Appl. Microbiol.**, 94: 893-899.
- Legan, J.D. 1993. Mould spoilage of bread: the problem and some solutions. **Int. Biodeter. Biodegr.** 32: 33-53.
- Marin, S., Guynot, M.E., Neira, P., Bernado, M., Sanchis, V. ve Ramos, A.J. 2002. Risk assessment of the use of sub-optimal levels of weak-acid preservatives in the control of mould growth on bakery products. **Int. J. Food Microbiol.** 79: 203-211.
- Seiler, D.A.L. 1983. Preservation of bakery products. **FMBRA Bulletin** 4: 166-177.
- Smith, J.P., Khanizadeh, S., Voort, F. R., Hardin, R., Oorakul, B. ve Jackson, E.D. 1988. Use of response surface methodology in shelf life extension studies of a bakery product. **Food Microbiol.** 5: 163-176.
- Vallik, L., Baranyi, J. ve Gorner, F. 1999. Predicting fungal growth: the effect of water activity on Penicillium roqueforti. **Int. J. Food Microbiol.** 47: 141-146.

4. GIDA MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ

29/30 Eylül , 1 Ekim 2005 - ANKARA

İLETİŞİM

TMMOB Gıda Mühendisleri Odası
Sümer 2. Sokak No: 36/15 06650 Kızılay / ANKARA
TEL: 0 312 232 40 39 FAX: 0 312 232 40 57
e-posta: gidamokongre@gidamo.org.tr
www.gidamo.org.tr