

Farklı Su Aktivitesine Sahip Çeşitli Gıdalarda Küf ve Maya Yükünün Belirlenmesi İçin Kullanılan DRBC Agar ve DG18 Agar Besiyerlerinin Etkinliğinin Karşılaştırılması

Burcu KAYA¹ , N. Nilüfer DEMİREL ZORBA^{2*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye
²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Çanakkale, Türkiye

(Geliş Tarihi/Received Date: 01.11.2018; Kabul Tarihi/Accepted Date: 10.12.2018)

Öz

Maya ve küfler çürüten bitki materyali, hava ve toprakta oldukça yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Gıda işleme sırasında bu mikroorganizmaların ürüne bulaşması ciddi kayıplara neden olmaktadır. Bundan dolayı gıdanın florasında bulunan küf ve mayaların tespit edilmesi önemlidir. Günümüzde bu amaçla yaygın olarak kullanılan besiyerleri Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) agar ve Dichloran %18 Glycerol (DG18) agardır. Bu çalışmada DRBC agar ve DG18 agar besiyerlerinin performansı üç farklı grupta su aktivitesine sahip 43 adet gıda örneğinin küf ve maya mikrobiotasının belirlenmesinde yayma plak yöntemine göre ekim yapılarak alınan sayım sonuçları koloni büyüklükleri ve çeşidi değerlendirilerek bu besiyerlerinin performans karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan istatistiksel analize göre DRBC agar ve DG18 agar besiyerlerinden tespit edilen küf-maya sayıları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Fakat tüm gıda gruplarına ait petri kaplarının morfolojik olarak karşılaştırılmasında küf ve maya kolonilerinin büyüklüğü ile küf çeşitliliğinin DRBC agar besiyerinde daha fazla olduğu görsel olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Maya, Küf, DRBC, DG18, Su Aktivitesi

Comparison of Efficacy of DRBC Agar and DG18 Agar Media Used for Determination of Mold and Yeast Loads in Various Foods with Different Water Activity

Abstract

Yeast and molds are quite common in air, soil and rotting plant material. Contamination of these microorganisms to the product during food processing causes serious losses. Therefore, it is important to detect molds and yeasts found in the microbiota of the food. Nowadays, for this purpose, Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) agar and Dichloran 18% Glycerol (DG18) agar are widely used. In this study, the performance of DRBC agar and DG18 agar media were evaluated by using the spread plate method for the determination of the mold and yeast flora of 43 food samples with three different groups of water activity. Performance comparison of these media was made by evaluating the results of the count, colony size and type. According to the statistical analysis, no significant difference was found between mold and yeast counts at two media. However, it was determined that the size of mold and yeast colonies mold variety was higher in DRBC agar compared to DG18 when the visual comparison was made in all food groups.

KeyWords: Yeast, Mold, DRBC, DG18, Water activity

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: dnukhet@comu.edu.tr

1. Giriş

Gıda işleme, hasat, taşıma, dağıtım ve depolama sırasında özellikle yetersiz korunmuş, işlenmemiş gıdaların, çeşitli küf ve mayalar tarafından enfekte olarak bozulması sonucu ürün kaybı olmaktadır. Bundan dolayı gıdadaki küf ve maya yükünün belirlenmesi gıdanın raf ömrünün tahmininde önemli faktörlerden biridir. Ayrıca gıda da bulunan küflerin mikotoksin üretme ihtimali halk sağlığı açısından risk oluşturmaktadır. Tüm bunların sonucu olarak kalite güvence programlarında mikolojik değerlendirmeler gerekli hale gelmiştir (Beuchat ve Hwang, 1996; Taniwaki ve ark., 2001; Beuchat & Man, 2016). Mikolojik değerlendirmeler için en önemli faktör mikroorganizmanın en iyi şekilde gelişimini sağlayacak bir ortam yani besiyeridir.

Gıdalarda maya ve küf sayımları için kullanılacak ideal bir besiyeri; bakterilerin gelişimini engellemeli, maya ve küflerin gelişimi için yeterli besleyici değere sahip olmalı, oluşan kolonilerin radyal büyümesini geciktirmeyerek teşvik etmelidir (Beuchat&Hwang, 1996; Taniwaki ve ark., 2001). Gıdalardan küf ve maya izolasyonunda kullanılan birçok kültür besiyeri geliştirilmiştir. Fakat sayılan bu özelliklere rağmen birçok besiyerinin mevcut olması araştırmacıları hangi besiyerinin seçmesi gerektiği konusunda zorlamaktadır.

Besiyerleri ve kullanılan yöntemlerin karşılaştırılmasında iki noktaya dikkat edilmelidir. Birincisi kullanılacak standart yöntem ve besiyeri ikincisi ise hangi gıdalarda kullanılacağıdır. Günümüzde ürünlerdeki küf ve maya florasının belirlenmesinde en çok tercih edilen besiyerleri DRBC (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol) ve DG18 (Dichloran %18 Glycerol) agardır. Uluslararası Gıda Mikolojisi Komisyonu DRBC agar besiyerini yüksek su aktivitesine sahip gıdalar için önerirken DG18 agar besiyerini su aktivitesi <0.95'den düşük olan gıdalarda *Eurotium* türlerini de içeren kserofilik fungusların tespiti için geliştirilmiştir (Beuchat ve ark., 2001; Deak ve ark. 2001; Mentеше ve ark., 2017). Bununla birlikte çoğu antibiyotik ilave edilen PDA (Potato Dextrose Agar) ve PCA (Plate Count Agar) besiyeride bu besiyerine alternatif olarak kullanılmıştır. Yapılan bir çalışmada ise DG18 agarın un, baharat, fındık ve tahıllardaki orta derecede kserofilik küfleri belirlemek için geliştirildiği, *Eurotium spp.* için ideal olmadığı bildirilmektedir (Gaourama ve Bullerman, 1995). DRBC agar ise başlangıçta King ve ark. (1979) tarafından tetrasiklin içerecek şekilde hazırlanmış olan mikroorganizmanın spor çimlenmesini etkilemeden koloni yayılımını kısıtlaması büyük ölçüde geliştirilmiş bir besiyeridir (Gaourama & Bullerman, 1995; Beuchat ve ark., 2001). Fakat günümüzde kloramfenikol içerecek şekilde hazırlanmaktadır.

Bu çalışmada çeşitli gıda gruplarının mikrobiotasında bulunan maya ve küflerin belirlenmesinde kullanılan DRBC agar ve DG18 agar besiyerlerinin performans karşılaştırılması yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Gıda Örnekleri

Taze beyaz üzüm, siyah üzüm, domates, elma, beyaz incir, siyah incir, mandalina; ambalajlı ve ambalajsız kuru beyaz üzüm, kuru siyah üzüm, kuru incir, toz karabiber, tane karabiber, pul biber, fındık, badem, antep fıstığı, ceviz, çifte kavrulmuş lokum, karışık aromalı kuş lokumu, cevizli sucuk, helva; ambalajsız narlı cezerye, sade cezerye, kuru

domates, kuru mandalina; ambalajlı kuru elma, gün kurusu kayısı, kükürtlü kayısı gıdaları örnek olarak kullanılmıştır. 43 adet gıda örneği Çanakkale ilindeki pazar ve marketlerden 10 Ekim - 11 Aralık 2017 tarih aralığında toplanmıştır. 43 adet farklı gıda örneği su aktivitesine göre 3 gruba ayrılmıştır. Su aktivitesi 0.8 olan gıda grubunda 8 adet gıda örneği, Su aktivitesi 0.5-0.8 olan gıda grubunda 23 adet gıda örneği, Su aktivitesi 0.5 altı olan gıda grubunda ise 12 adet gıda örneği yer almaktadır.

2.2. Örneklerin Su Aktivitesi Değerlerinin Belirlenmesi

Her bir örneğin su aktivitesi AquaLab 4TE (DecagonDevices, Inc., Hopkins Court, Pullman, WA.,USA) cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

2.3. Kültür Besiyeri

DRBC agar (Merck, Almanya) ve DG18 (Merck, Almanya) agar besiyerleri üreticinin önerdiği şekilde hazırlanıp, pH değerleri ise 5.6 ± 0.1 olarak ayarlanmıştır.

2.4. Örneklerin Hazırlanması ve Ekim

Aseptik koşullar altında stomacher torbasına her örnekten 10 g tartım alınarak, üzerine 90 ml dilüsyon sıvısı (pepton, 1 g/L) eklenmiştir ve 1 dakika boyunca homojenize edilmiştir. Uygun desimal seyreltme serileri oluşturulmuştur. DRBC agar ve DG18 agar besiyerlerine hazırlanan dilüsyonlardan yayma plak yöntemi ile 0.1 mL ekim yapılmıştır. Her iki besiyerinde 25 °C de 5 gün (120 saat) inkübe edilmiş ve inkübasyon sonunda her besiyeri için uygun petrilere sayım alınarak kolonilerin kültürel görüntüleri kaydedilmiştir. Her örnekten iki paralel ekim yapılmıştır.

2.5. İstatistiksel Analiz

DRBC agar ve DG18 agar besiyerindeki maya ve küf sayılarının karşılaştırılması için Oneway ANOVA testi bir istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca su aktivitesi değerinin küf maya sayısı üzerine etkisi ve su aktivitesi-besiyeri çeşidi interaksiyonun, küf maya sayısı üzerindeki etkisi de Oneway ANOVA testi ile analiz edilmiştir. Tüm testler için $p < 0.05$ olan değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Kullanılan iki besiyeri su aktivitesi açısından hazırlandığı gün ve inkübasyonun 5. günlerinde karşılaştırılmıştır. 1. gün su aktiviteleri otoklavlanıp petrilere dökülen besiyerlerinin donmasından sonra ölçülmüştür. 5. gün ölçümleri ise 25 °C de 5 gün boyunca herhangi bir ekim yapılmadan tutulan besiyerinde yapılmıştır. DRBC agar besiyerinin hazırlandığı 1. gün su aktivitesi 0.9461 iken inkübasyonun 5. gününde bu değer 0.9029 'a düşmüştür. DG18 agar besiyerinin su aktivitesi değeri ise hazırlandığı 1. gün 0.9123 iken inkübasyonun 5. gününde 0.9095 olmuştur. Bu durumda DG18 agar besiyerinde gliserol varlığının su aktivitesinin daha stabil kalmasında etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca DRBC besiyerinin başlangıçtaki su aktivitesinin Deak ve ark. (2001), tarafından da belirttiği gibi 0.95 civarında belirlenmiş olması oluşan maya ve küf kolonilerin çapının ve küflerin sporlanmasının daha fazla olmasında etkili olduğu düşünülmüştür. Bu durum farklı küf kolonilerinin görülmesinde de etkili olmuştur.

Su aktivitesi 0.8 üzeri olan gıdalara ait küf-maya yükleri Çizelge 1 'de verilmiştir. Su aktivitesi 0.8 üzeri olan taze gıda grubuna ait sonuçlar değerlendirildiğinde; gruba ait beyaz üzüm, siyah üzüm, domates, mandalina örneklerinde DG18 agar da alınan sayım sonuçlarının DRBC agara göre farklı olduğu tespit edilmiştir ($p=0.04$). Morfolojik olarak

Yapılan karşılaştırmada ise özellikle mayaların koloni çapının DRBC agarda daha büyük olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin taze elmaya ait petri kabındaki maya çapı DG18 agar besiyerinde ortalama 3.37 mm iken, aynı dilüsyondaki DRBC agar besiyerindeki maya çapı ortalama 11.25 mm'dir. Ayrıca DG18 agar da birkaç çeşit küf gözlenirken DRBC agar da daha fazla küf çeşidinin ürediği belirlenmiştir.

Çizelge 1. Su aktivitesi 0.8 üzeri olan gıda grubu için küf ve maya yükleri
Table 1 Mold and yeast loads for food group with water activity above 0.8

Gıda Örneği	Su Aktivitesi (a_w) ¹	Küf ve Maya Sayıları (logkobg ⁻¹)			
		DRBC		DG18	
		Küf ²	Maya	Küf	Maya
Beyaz Üzüm	0.986	3.38±0.17	4.71±0.05	3.49±0.39	4.68±0.06
Siyah Üzüm	0.977±0.001	3.15±0.30	4.97±0.04	3.68±0.17	4.88±0.22
Domates	0.991	1.75±0.30	1.15±0.30	2.03±0.27	1.15±0.30
Elma	0.988±0.001	1.15±0.10	2.15±0.30	1.15±0.30	2.15±0.30
Beyaz İncir	0.974	2.76±0.15	2.95±0.10	2.64±0.09	3.52±0.04
Siyah İncir-K	0.971±0.001	3.02±0.04	6.14±0.01	2.53±0.13	6.12±0.03
Siyah İncir- B	0.985±0.001	1.50±0.30	3.63±0.18	1.50±0.30	3.28±0.16
Mandalina	0.987	1.15±0.30	1.23±0.47	1.25±0.30	1.25±0.30

¹Fernandez-Salguero ve ark.,1993 ve Schmidt, S.J. &Fontana, A.J. Jr (2007). 'dan alınmıştır

²Sonuçlar aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir n:4

Örneğin, taze ürünlerden beyaz incirde DRBC agar besiyerinde muhtemel *Aspergillus spp.* ve *Cladosporium spp.* olduğu düşünülen küf kolonileri elde edilmişken DG18 besiyerinde sadece muhtemel *Cladosporium* türlerinin ürediği görülmüştür. Aynı şekilde DG18 agar besiyerinde muhtemel *Cladosporium* türlerine ait ortalama koloni çapı 5.57 mm iken, DRBC agar besiyerinde 10.87 mm olarak ölçülmüştür.

Su aktivitesi 0.5-0.8 arasında olan gıdalara ait küf ve maya yükleri Çizelge 2 'de verilmiştir. Bu gıdalardan ambalajlı ve ambalajsız karışık aromalı kuş lokumu, çifte kavrulmuş kuş lokumu; ambalajlı pul biber ve cevizli sucuk; ambalajsız sade cezerye örneklerinin mikobiyotasını tespit etmek için kullanılan besiyerlerinde herhangi bir maya ve küfe rastlanmamıştır. Diğer küf ve maya tespit edilen örneklerin DRBC agar ve DG18 agar besiyerinde belirlenen maya ve küf sayımlarında iki besiyeri arasında maya ve küf sayısı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0.809$). Fakat morfolojik olarak DRBC agar da gelişen küf ve maya kolonilerinin çaplarının DG18 agara göre daha büyük olduğu ve küf koloni sayısının DRBC de daha fazla olduğu belirlenmiştir. Örneğin ambalajsız kuru incire ait DG18 agar petri kabında siyah sporlu muhtemel *Aspergillus* cinsine ait 2 koloni sayılırken, aynı dilüsyondaki DRBC agar besiyerinde 4 koloni sayılmıştır. Benzer şekilde kuru siyah üzüm örneklerinde aynı dilüsyondaki muhtemel *Aspergillus* cinsine ait koloni sayısının DG18 agar besiyerinde saptananın 10 katı olduğu saptanmıştır. Ayrıca küf sporlarının yoğunluğunun DRBC agar da belirgin bir şekilde fazla olduğu gözlemlenmiştir. Aynı şekilde ambalajsız iç badem örneğinde DG18 agar besiyerinde muhtemel *Aspergillus* türlerine ait ortalama koloni çapı 17.33 mm iken, DRBC agar besiyerinde 27.49 mm olarak ölçülmüştür.

Çizelge 2. Su aktivitesi 0.5-0.8 olan gıda grubu için küf ve maya yükleri

Table2. Mold and yeast loads for food group with water activity between 0.5-0.8

Gıda Örneği	Su Aktivitesi (a _w)	Küf ve Maya Sayıları (logkobg ⁻¹)			
		DRBC		DG18	
		Küf ¹	Maya	Küf	Maya
<u>Ambalajlı</u>					
<u>Kuru Meyve</u>					
Kuru Beyaz Üzüm	0.5916	4.87±0.60	< 1.00±0.00	4.87±0.60	< 1.00±0.00
Kuru Siyah Üzüm	0.5878	1.38±0.17	< 1.00±0.00	1.68±0.17	< 1.00±0.00
Kuru İncir	0.5649	< 1.00±0.00 ²	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00
Gün Kurusu Kayısı	0.5815	1.15±0.30	< 1.00±0.00	1.15±0.30	< 1.00±0.00
Kükürtlü Kayısı	0.5950	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00
<u>Baharat</u>					
Tane Karabiber	0.5231	2.09±0.10	<1.00±0.00	1.92±0.05	< 1.00±0.00
Pul Biber	0.6153	< 1.00±0.00	<1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00
<u>Geleneksel Tatlı</u>					
Çifte Kavrulmuş Lokum	0.5386	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00
Karışık Aromalı Kuş Lokumu	0.5618	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00
Cevizli Sucuk	0.6570	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00
<u>Ambalajsız</u>					
<u>Kuru Meyve</u>					
Kuru Beyaz Üzüm	0.5520	4.87±0.06	< 1.00±0.00	4.87±0.06	< 1.00±0.00
Kuru Siyah Üzüm	0.5703	2.80±0.07	< 1.00±0.00	2.64±2.09	< 1.00±0.00
Kuru İncir	0.6221	3.33±0.20	< 1.00±0.00	3.24±0.03	< 1.00±0.00
<u>Kuruyemiş</u>					
Fındık	0.5282	1.92±0.16	< 1.00±0.00	1.79±0.21	< 1.00±0.00
Badem	0.5040	2.45±0.02	< 1.00±0.00	2.42±0.08	< 1.00±0.00
Ceviz	0.5010	1.53±0.13	1.80±0.07	1.58±0.22	< 1.00±0.00
<u>Baharat</u>					
Toz Karabiber	0.5036	1.15±0.30	1.15±0.30	1.38±0.17	1.15±0.30
Pul Biber	0.5928	1.53±0.13	< 1.00±0.00	1.64±0.09	< 1.00±0.00
<u>Geleneksel Tatlı</u>					
Çifte Kavrulmuş Lokum	0.5499	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	<1.00±0.00	< 1.00±0.00
Karışık Aromalı Kuş Lokumu	0.6120	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	<1.00±0.00	< 1.00±0.00
Cevizli Sucuk	0.6222	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00
Narlı Cezerye	0.5513	< 1.00±0.00	1.15±0.30	< 1.00±0.00	1.15±0.30
Sade Cezerye	0.5486	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00

¹Sonuçlar aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir n:4

²<1.00: Herhangi bir üreme görülmedi

Su aktivitesi 0.5'in altında olan gıdalara ait küf-maya yükleri Çizelge 3 'de verilmiştir. Bu grupta yer alan ambalajlı fındık, badem, antep fıstığı ve ambalajsız antep fıstığının mikrobiotasının belirlenmesinde kullanılan besiyerlerinde herhangi bir maya ve küf üremesi tespit edilememiştir. Üreme görülen örneklerde her iki besiyerindeki maya ve küf sayımlarımda istatistiksel açıdan önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($p=0.431$ ve $p=0.569$) (Çizelge 4). Fakat görsel olarak karşılaştırma yapıldığında DRBC agar besiyerinde gelişen

maya kolonilerinin çapı DG18 agar besiyerinde gelişen kolonilerin çapından daha fazladır. Örneğin ambalajlı kuru elmaya ait DG18 petri kabındaki mayaların ortalama çapı 3.37 mm iken, DRBC agar besiyerinde ortalama 6.75 mm'dir. Aynı şekilde ambalajsız iç fıncıkta tespit edilen muhtemel *Aspergillus* türlerinin koloni çapı DG18 agar besiyerinde ortalama 18.68 mm iken DRBC agar besiyerinde 27.69 mm olarak ölçülmüştür. Ayrıca muhtemel *Rhizopus* türlerinin DG18 agar besiyerindeki ortalama koloni çapı 16.61 mm olarak ölçülmüş iken DRBC agar besiyerinde 20.76 mm olarak ölçülmüştür. Her bir gruptan bir örnek için besiyerlerinde elde edilen koloni görüntüleri Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 3. Su aktivitesi 0.5 altı olan gıda grubu için küf ve maya yükleri
Table 3. Mold and yeast loads for food group with less than 0.5 water activity

	Su Aktivitesi (<i>a_w</i>)	Küf ve Maya Sayıları (log kobg ⁻¹)			
		DRBC		DG18	
		Küf ¹	Maya	Küf	Maya
<u>Ambalajlı</u>					
<u>Kuru Mevve</u>					
Kuru Elma	0.4337	1.15±0.30	2.02±0.04	1.15±0.30	2.02±0.04
<u>Kuruyemiş</u>					
Fındık	0.4111	< 1.00±0.00 ²	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00
Badem	0.3761	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00
Antep Fıstığı	0.3617	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00
Ceviz	0.4749	1.45±0.30	< 1.00±0.00	1.53±0.13	< 1.00±0.00
<u>Baharat</u>					
Toz Karabiber	0.4913	1.15±0.30	< 1.00±0.00	1.15±0.30	< 1.00±0.00
<u>Geleneksel Tatlı</u>					
Helva	0.1651	1.15±0.30	< 1.00±0.00	1.15±0.30	< 1.00±0.00
<u>Ambalajsız</u>					
<u>Baharat</u>					
Tane Karabiber	0.4963	2.09±0.10	< 1.00±0.00	1.92±0.05	< 1.00±0.00
<u>Kuruyemiş</u>					
Antep Fıstığı	0.3604	<1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00	< 1.00±0.00
<u>Geleneksel Tatlı</u>					
Helva	0.2252	<1.00±0.00	1.15±0.30	< 1.00±0.00	1.15±0.30
<u>Kuru Mevve</u>					
Kuru Mandalina	0.4991	1.15±0.30	1.87±0.06	< 1.00±0.00	1.15±0.30
Kuru Domates	0.4880	<1.00±0.00	1.15±0.30	1.15±0.30	1.38±0.17

¹Sonuçlar aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir:4

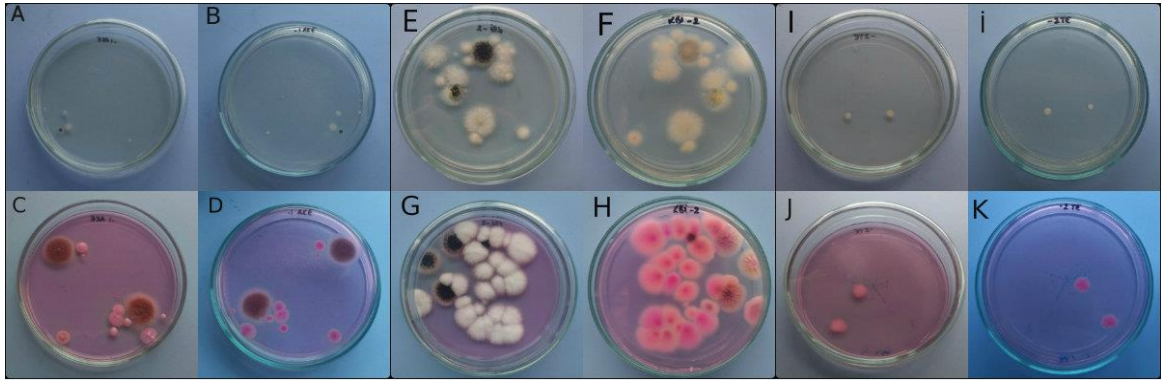
²<1.00 : Herhangi bir üreme görülmedi

Birçok araştırmacı gıdaların küf ve maya florasını belirlemek amacı ile kullanılan besiyeri performanslarını karşılaştırmıştır. Örneğin King (1992) DG18 agar, DRBC agar, Oxytetracycline Glucose Yeast Extract (OGY) agar, asitlendirilmiş yada kloramfenikol takviye edilmiş Potato Dextrose Agar (PDA), Tryptone Glucose Yeast Extract (TGY) agarın mayaların gelişimi için eşdeğer performansta olduğunu bildirmektedir (Deak ve ark., 2001).

Çizelge 4. Farklı su aktivitesine sahip gıdaların DG18 ve DRBC agar besiyerlerinde elde edilen küf-maya sayımlarının varyans analiz sonuçları

Table 4. Variance analysis results of mold-yeast counts obtained from DG18 and DRBC agar media of different water activity foods

Sayım sonuçları	Kaynak	X ² Toplamı	df	X ² Ortalaması	F	p
Küf	a _w	21.255	2	10.628	72.846	0.014
	Besiyeri	0.174	1	0.174	0.704	0.431
	a _w *Besiyeri	0.294	2	0.147	0.104	0.901
Maya	a _w	116.360	2	58.180	276.906	0.004
	Besiyeri	0.108	1	0.108	0.379	0.569
	a _w *Besiyeri	0.420	2	0.210	0.181	0.834



*0.5 altı a_w grubuna ait gıda örneğinde tipik maya ve küf kolonilerinin petri görüntüleri (DG18 25°C, 7 gün A=üst, B=alt; DRBC 25°C, 7 gün C=üst, D=alt); 0.5-0.8 a_w grubuna gıda örneğinde tipik maya ve küf kolonilerinin petri görüntüsü (DG18 25°C, 7 gün E=üst, F=alt; DRBC 25°C, 7 gün G=üst, H=alt); 0.8 üzeri a_w grubuna ait gıda örneğinde tipik maya kolonilerinin petri görüntüsü (DG18 25°C, 7 gün I=üst, İ=alt; DRBC 25°C, 7 gün J=üst, K=alt).

Şekil 1.Üç farklı a_w grubuna ait örneklerdeki tipik maya ve küf kolonilerinin petri görüntüleri

Figure 1 Petri images of typical yeast and mold colonies in samples belonging to three different groups of a_w

Taniwaki ve ark. (2001) 'da yaptıkları çalışmada DRBC, DG18 ve Asitlendirilmiş Potato Dextrose agar (APDA) besiyeri etkinlikleri arasında önemli bir farklılık olmadığını bildirmektedir. Buna rağmen Beuchat ve ark. (2001) mayaların gelişimi için yaptıkları besiyeri performans karşılaştırmasında sıralamanın Tryptone Glucose Yeast Extract Chloramphenicol agar (TGYC) > Kloramfenikol eklenmiş Plate Count agar (PCAC) = Orange Serum agar (OSA) > APDA > DRBC > DG18 şeklinde olduğunu bildirmektedir. Beuchat ve Mann (2016) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise 48, 72, 120 gibi üç farklı inkübasyon sürelerindeki genel performansın sırasıyla DRBC = APDA > RYM Petrifilm > YM Petrifilm > DG18; DRBC > APDA > RYM Petrifilm > YM Petrifilm > DG18; DRBC > APDA > RYM Petrifilm = YM Petrifilm > DG18 şeklinde olduğu bildirilmektedir.

Tüm bu çalışmalardaki farklılık araştırmacıları gıdaların küf ve maya mikrobiotasını belirlemek için kullandıkları besiyeri seçimini zorlaştırmaktadır. Bundan dolayı bu çalışmada üç farklı su aktivitesine sahip gıda gruplarındaki küf veya maya mikrobiotasını belirlemek için, en çok tercih edilen DRBC ve DG18 agar besiyeri ortamlarının performans karşılaştırılması yapılmıştır. Sonuç olarak Beuchat ve ark. (2001), Beuchat ve Mann (2016) tarafından yapılan çalışmaların aksine her iki besiyerinin performansının eş değer olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada morfolojik karşılaştırmada her iki besiyerinde küf ve maya koloni çaplarının farklı olduğu ayrıca DRBC agar besiyerinde bazı küflerin daha iyi sporlandığı tespit

edilmiştir. Deak ve ark. (2001), DG18 agar da gelişen maya kolonilerinin; DRBC agar, Tryptone Glucose Yeast Extract Chloramphenicol (TGYC) agar ve kloramfenikol eklenmiş Plate Count agar (PCAC) da gelişen maya kolonilerinden daha küçük olduğunu bildirmektedir. Yaptığımız çalışmanın sonuçları Deak ve ark. (2001), tarafından yapılan çalışma ile örtüşmektedir. Ayrıca yaptığımız çalışmaya göre küf koloni büyüklüklerinin de DRBC agar besiyerinde daha büyük olduğu söylenebilir.

4. Sonuç

Küf ve mayaların tespitinde kullanılan DRBC agar ve DG18 agar besiyerinin performansının karşılaştırıldığı bu çalışmada, istatistiksel açıdan her iki besiyeri performansı arasında küf ve maya sayısı açısından anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p=0.431$ ve $p=0.569$). Ancak her iki besiyeri grubundaki maya ve küf kolonileri morfolojik olarak karşılaştırıldığında özellikle DRBC agar besiyerinde gelişen kolonilerin daha büyük koloni çapına sahip olduğu ve küf sporlanmasının da DRBC agar besiyerinde daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte besiyeri ve su aktivitesi interaksiyonunda istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Bu durumda su aktivitesi 0.90 'nın altındaki gıdalar için önerilen DG18 agar yerine DRBC agar besiyerinin de kullanılabilirliği söylenebilir. Ayrıca gıdaların su aktivitesinin küf ve maya yükünde istatistiksel açıdan önemli etkisi olduğu da belirlenmiştir ($p=0.014$ ve $p=0.004$).

5. Kaynaklar

1. Beuchat L R, Hwang C A (1996). Evaluation of modified dichloran 18% glycerol (DG18) agar for enumerating fungi in wheat flour: a collaborative study. *International Journal of Food Microbiology* 29:161 – 166
2. Beuchat L R, Mann D A (2016). Comparison of New and Traditional Culture-Dependent Media for Enumerating Food borne Yeasts and Molds. *Journal of Food Protection* 79:95-111
3. Beuchat L R, Frañdberg E, Deak T, Alzamora S M, Chen J, Guerrero S, Lo'pez-Malo A, Ohlsson I, Olsen M, Peinado J M, Schnurer J, de Sioniz M I & Tornai-Lehoczki J (2001). Performance of mycological media in enumerating desiccated food spoilage yeasts: an interlaboratory study. *International Journal of Food Microbiology* 70:89–96
4. Deak T, Chen J, Golden D A, Tapia M S, Tornai-Lehoczki J, Viljoen B C, Wyder M T & Beuchat L R (2001). Comparison of dichloran 18% glycerol DG18/ agar with general purpose mycological media for enumerating food spoilage yeasts. *International Journal of Food Microbiology* 67: 49–53
5. Gourama H, Bullerman L B (1995). Detection of Molds in Foods and Feeds: Potential Rapid and Selective Methods. *Journal of Food Protection* 58:1389-1394
6. King A D, JR, Hocking A D & Pitt J I (1979). Dichloran-Rose Bengal Medium for Enumeration and Isolation of Molds from Foods. *Applied and Environmental Microbiology* 37: 959-964
7. Taniwaki M H, Da Silva N, Banhe A A & Iamanaka BT (2001). Comparison of Culture Media, Simplate, and Petri film for Enumeration of Yeasts and Molds in Food. *Journal of Food Protection* 64:1592–1596

8. MenteseS,Otkun M T & Palaz E (2017). Comparison of dichloran rose bengal chloramphenicol and Sabouraud dextrose agar with cycloheximide and chloramphenicol for air borne mold sampling. *Aerobiologia* **33**(2): 211-219
9. Schmidt, S.J. & Fontana, A.J. Jr (2007). Water activity values of select food ingredients and products Appendix E. In: *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications* (edited by G.V. Barbosa-Cánovas, A.J. Fontana Jr, S.J. Schmidt & T.P. Labuza). Pp. 407–420. Ames, IA: IFT Press, Blackwell Publishing Professional.
10. Fernandez-Salguero, J., Gómez, R., & Carmona, M. A. (1993). Water activity in selected high-moisture foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 6(4): 364-369.