

GIDA MİKROBİYOLOJİSİ

EDİTÖR
Sencer BUZRUL



© Copyright 2024

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN	Sayfa ve Kapak Tasarımı
978-625-375-010-7	Akademisyen Dizgi Ünitesi
Kitap Adı	Yayıncı Sertifika No
Gıda Mikrobiyolojisi	47518
Editör	Baskı ve Cilt
Sencer BUZRUL ORCID iD: 0000-0003-2272-3827	Vadi Matbaacılık
Yayın Koordinatörü	Bisac Code
Yasin DİLMEN	MED052000
	DOI
	10.37609/akya.3242

Kütüphane Kimlik Kartı

Gıda Mikrobiyolojisi / ed. Sencer Buzrul.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2024.
368 s. : şekil, tablo, çizelge. ; 160x235 mm.
Kaynakça ve Dizin var.
ISBN 9786253750107
1. Mikrobiyoloji.

GENEL DAĞITIM

Akademisyen Kitabevi A.Ş.

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖNSÖZ

Değerli Okurlar,

“Gıda Mikrobiyolojisi” kitabını sizlerle buluşturmaktan büyük mutluluk duyuyoruz. Ülkemizdeki ya da yurt dışındaki gıda mühendisliği programlarına baktığımız zaman mühendislik derslerinin (kütle ve enerji denklilikleri, akışkanlar mekaniği, ısı ve madde transferi, tasarım) yanı sıra gıda kimyasını ve gıda mikrobiyolojisini en önemli ve temel dersler olarak görmek mümkündür. Bana göre bu üç temel (mühendislik, gıda kimyası ve gıda mikrobiyolojisi) olmadan gıda teknolojisi dersleri (et teknolojisi, süt teknolojisi, tahıl teknolojisi, yağ teknolojisi vd.) anlamını yitirmektedir. Bu amaçla siz değerli okuyucuların faydalanabileceği bir kitap ortaya koymaya çalıştık.

Bu kitabı piyasadaki mevcut diğer gıda mikrobiyolojisi kitaplarından ayıran en önemli özellik farklı bakış açıları ortaya koymasıdır. Örneğin, gıda sanayinde yıllardır kullanılan ve gıda mikrobiyolojisinde maalesef öğrenciye ezberletilen D-değeri doğrusallıktan bir sapma olduğu zaman anlamını yitirmektedir. Dolayısıyla kitabımızda mevcut ve geleneksel bilgilerin yanında alternatif bakış açılarını ve güncel bilgileri bulmak mümkündür. Elbette bu kitap tek başına yeterli değildir ve olamaz. Okuyucudan beklenen konu hakkında yararlanabildiği tüm bilimsel kaynaklardan bilgileri elde etmeye çalışmasıdır. Kitabımız temelde lisans öğrencileri için düşünülmüşse de lisansüstü öğrencilerin de faydalanabileceği önemli bir kaynaktır.

Kitabın editörü olarak tüm yazar arkadaşlarıma göstermiş oldukları sabır ve çalışma için teşekkür ederim. Aslında bu kitap fikri ortaya çıktığında kitabın editörü Doç. Dr. Hale İnci ÖZTÜRK arkadaşımızı ancak, bir takım haklı sebeplerden editörlüğü bana devretmek zorunda kaldı. Bana göre İnci Hoca kitabın gizli editörüdür ve kitapta büyük emeği vardır. Dolayısıyla kendisine özel olarak teşekkür ediyorum. Akademisyen Kitabevine kitabımızı yayımlamayı kabul ettiği için müteşekkirim. Ayrıca, kitabın basılmasında emeği geçen ve bizlere süreç boyunca yardımcı olan Akademisyen Kitabevi çalışanları İrem Vuslat FIRAT’a ve İlhan ER’e çabaları için teşekkür ederim.

Sencer BUZRUL
Konya, 2024

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1	Tarihçe ve Gıda Mikrobiyolojisinin Gelişimi..... 1 <i>Aysun ORAÇ</i>
BÖLÜM 2	Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmaların Özellikleri 15 <i>Şebnem ÖZTÜRKOĞLU BUDAK</i> <i>H. Ceren AKAL</i>
BÖLÜM 3	Gıdalardaki Önemli Mikroorganizma Grupları 45 <i>Kübra ERYAŞAR ÖRER</i> <i>Ercan SARICA</i>
BÖLÜM 4	Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmaların Kaynakları..... 87 <i>A. Ezgi TELLİ</i> <i>Yusuf BİÇER</i>
BÖLÜM 5	Gıdalarda Mikrobiyal Gelişimi Etkileyen Faktörler 105 <i>Hale İnci ÖZTÜRK</i>
BÖLÜM 6	Gıdalarda Mikrobiyal Gelişme Kinetiği..... 141 <i>Sencer BUZRUL</i>
BÖLÜM 7	Starter Kültürler ve Gıdaların Fermentasyonunda Kullanılan Mikroorganizmalar 169 <i>Enes DERTLİ</i> <i>Fatma Nur DEMİRBAŞ</i>
BÖLÜM 8	Probiyotikler ve Yeni Nesil Probiyotikler..... 185 <i>Talha DEMİRCİ</i>
BÖLÜM 9	Mikrobiyal Orijinli Gıda Biyokoruyucuları 207 <i>Çiğdem KONAK GÖKTEPE</i>
BÖLÜM 10	Mikrobiyal Orijinli Gıda Bileşenleri 233 <i>Mehmet YÜKSEL</i>
BÖLÜM 11	Gıda Mikroorganizmalarının Tespiti ve Tanımlanmasında Kullanılan Yöntemler 255 <i>Onur BULUT</i>

BÖLÜM 12	Gıdalarda Bozulmaya Neden Olan Mikroorganizmalar.....	281
	<i>Ayça GEDİKOĞLU</i>	
	<i>Hale İnci ÖZTÜRK</i>	
BÖLÜM 13	Gıda Kaynaklı Mikrobiyal Hastalıklar	303
	<i>Aysun ORAÇ</i>	
BÖLÜM 14	Gıdalarda Mikrobiyal İnaktivasyon	339
	<i>Sencer BUZRUL</i>	

YAZARLAR

Doç.Dr. Yusuf BİÇER

Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD.

Dr.Öğr.Üyesi Onur BULUT

Atılım Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi
Biyokimya AD.

Prof.Dr. Sencer BUZRUL

Necmettin Erbakan Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü

Dr.Öğr.Üyesi Fatma Nur DEMİRBAŞ

Trabzon Üniversitesi, Tonya Meslek
Yüksekokulu, Sağlık Bakım Hizmetleri
Bölümü

Doç.Dr. Talha DEMİRCİ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof.Dr. Enes DERTLİ

İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya ve
Metalurji Mühendisliği Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü

Dr. Ayça GEDİKOĞLU

Gıda Mühendisi

Dr.Öğr.Üyesi Çiğdem KONAK

GÖKTEPE

Selçuk Üniversitesi, Karapınar
Aydoğanlar Meslek Yüksekokulu, Gıda
İşleme Bölümü

Dr.Öğr.Üyesi Aysun ORAÇ

Selçuk Üniversitesi, Karapınar
Aydoğanlar Meslek Yüksekokulu, Gıda
İşleme Bölümü

Dr.Öğr.Üyesi Ercan SARICA

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü

Doç.Dr. A. Ezgi TELLİ

Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD.

Dr.Öğr.Üyesi Mehmet YÜKSEL

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr.Öğr.Üyesi Kübra ERYAŞAR ÖRER

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü

Doç.Dr. Hale İnci ÖZTÜRK

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-
Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği
AD.

BÖLÜM 1

TARİHÇE VE GIDA MİKROBİYOLOJİSİNİN GELİŞİMİ

Aysun ORAÇ¹

1.1. GİRİŞ

Bakteriler, virüsler, maya ve küfler (mantarlar), algler ve protozalardan meydana gelen çıplak gözle gözlemlenemeyen organizma grubuna mikroorganizma adı verilmektedir. Mikroorganizmalar, insanlar, hayvanlar, bitkiler ve diğer canlılar, toprak, su ve atmosfer dahil olmak üzere Dünya'nın her yerinde bulunur ve atmosfer hariç her yerde çoğalabilirler. Birlikte sayıları gezegendeki diğer tüm canlı hücrelerden çok daha fazladır. Mikroorganizmalar 3 milyar yıldan daha uzun bir süre önce Dünya'da yaşayan ilk canlı hücrelerdir ve o zamandan beri birçoğu diğer canlı sistemler için faydalı olan önemli roller üstlenmiştir. Özellikle fotosentetik organizmalar ışık enerjisini kullanarak karbondioksit, su ve minerallerden diğer tüm canlıların besin olarak kullandığı protein, yağ ve karbonhidratları oluşturarak besin zincirinde çok önemli bir görev üstlenirler. Tüm canlıların vücutlarında, toprakta ve suda bulunan mikroorganizmalar molekülleri oluşturup değiştirerek enerji ve büyüme maddeleri elde ederler. Genel varsayım gıdaların bozulmasından ve hastalıklardan sorumlu oldukları için mikroorganizmaların insanlar için zararlı olduğu yönünde olsa da mikroorganizmalar değerli maddelerin üretimi açısından çok önemlidir. Bazı mikroorganizmalar çeşitli gıda fermantasyon süreçlerinde olduğu gibi bir gıdanın özelliklerini faydalı bir şekilde dönüştürme yeteneğine sahiptir. Atık arıtma, mikrobiyal gübre üretimi, biyogaz üretimi, endüstriyel ürün üretimi gibi diğer birçok alanda da aktif rol oynarlar. Ayrıca yenilebilir mantar, mikoprotein ve alglerde olduğu gibi kendi başlarına gıda olarak da tüketilebilirler. Farklı habitatlara ve özelliklere sahip çok sayıda mikroorganizma bulunması sebebi ile gıda ile ilişkili mikroorganizmalar hem olumlu hem de olumsuz yönleri ile ilerleyen bölümlerde ayrıntılı biçimde değerlendirilecektir.

¹ Dr.Öğr.Üyesi, Selçuk Üniversitesi, Karapınar Aydoğanlar Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, aysunorac@selcuk.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2974-3356

yapılan araştırmalar artırılmalı ve genetik ve metabolik mühendislik araçları ile bu yaklaşımlar desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

- Adams, M. R., & Moss, M. O. (2000). *Food Microbiology*. Royal society of chemistry. RSC Publishing.
- Anburaj, R. R. (2020). *Food Microbiology*. Ryan Publishers.
- Beck, R. (2000). *A Chronology of Microbiology in Historical Context*. ASM Press.
- Bulloch, W. (1960). *The history of bacteriology*. Oxford University Press.
- Cliver, D. O., & Riemann, H. P. (2011). *Foodborne infections and intoxications*. Elsevier.
- Cockrell, C. (2005). The value of microorganisms. *Environmental Ethics*, 27(4), 375.
- Dodd, C. E., Aldsworth, T. G., & Stein, R. A. (Eds.). (2017). *Foodborne Diseases*. Academic Press.
- Doyle, M. P., Diez-Gonzalez, F., & Hill, C. (Eds.). (2020). *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. John Wiley & Sons.
- Döğen, Ş. (1992). *Müslüman İlim Öncüleri Ansiklopedisi*. Doyuvan Matbaası.
- Gholami-Shabani, M., Shams-Ghahfarokhi, M., & Razzaghi-Abyaneh, M. (2023). *Health Risks of Food Additives—Recent Developments and Trends in Food Sector*, *Food Microbiology: Application of microorganisms in food industry*. Intech Open.
- Graham, A. E., & Ledesma-Amaro, R. (2023). The microbial food revolution. *Nature Communications*, 14(1), 2231.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2008). *Modern Food Microbiology*. Springer Science & Business Media.
- Kilsby, D. C. (1999). Food microbiology: the challenges for the future. *International Journal of Food Microbiology*, 50(1-2), 59-63.
- Lippi, D., & Gotuzzo, E. (2014). The greatest steps towards the discovery of *Vibrio cholerae*. *Clinical Microbiology and Infection*, 20(3), 191-195.
- Montville, T. J., Matthews, K. R., & Kniel, K. E. (2012). *Food Microbiology: An introduction*. ASM press.
- Özçelik, S. (1998). *Genel Mikrobiyoloji*. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınevi.
- Porter, J. R. (1976). Antony van Leeuwenhoek: tercentenary of his discovery of bacteria. *Bacteriological Reviews*, 40(2), 260-269.
- Province of British Columbia Ministry of Health (2020). *Introduction to Food Microbiology*. FOOD-SAFE™ program open textbook.
- Ray, B., & Bhunia, A. (2007). *Fundamental Food Microbiology*. CRC press.
- Robinson, R. K. (2014). *Encyclopedia of Food Microbiology*. Academic press.
- Rodríguez-Frías, F., Quer, J., Tabernero, D., Cortese, M. F., Garcia-Garcia, S., Rando-Segura, A., & Pumarola, T. (2021). Microorganisms as shapers of human civilization, from pandemics to even our genomes: villains or friends? A Historical approach. *Microorganisms*, 9(12), 2518.
- Suzzi, G., & Corsetti, A. (2020). Food microbiology: the past and the new challenges for the next 10 years. *Frontiers in Microbiology*, 11, 237.
- Tanner, F.W. (1944). *The Microbiology of Foods*, 2nd ed. Champaign, IL: Garrard Press.
- Ünver, A.S. (1943). *Tip Tarihi*. İstanbul Üniversitesi Yayınevi.

BÖLÜM 2

GIDALARDA BULUNAN MİKROORGANİZMALARIN ÖZELLİKLERİ

Şebnem ÖZTÜRKOĞLU BUDAK¹
H. Ceren AKAL²

2.1. Giriş

Biyolojinin bir alt dalı olan ve bakteriler, funguslar (küf mantarı ve maya), virüsler ve algler gibi canlı varlıkları inceleyen mikrobiyoloji bilimi taksonomi, morfoloji, fizyoloji, genetik ve biyokimya gibi disiplinler ile yakın ilişkilidir. Taksonomi, sınıflandırma, adlandırma ve tanımlamayı içeren üç disiplinden oluşan bir biyolojik bilim alanıdır. Uygulanan sınıflandırma, organizmaları sınıflandırmak ve tanımlamak için uygun bir araç olup, bu şekilde biyologların kendi disiplinlerinde inceledikleri her organizma için ortak bir etiket kullanmalarına olanak sağlar. Sınıflandırma, benzer morfolojik, fizyolojik ve genetik özellikleri paylaşan organizmaların belirli gruplara veya taksonlara göre düzenlenmesidir. Mikroorganizmaların sınıflandırılması nasıl göründüklerine ve neler yapabildiklerine göre yapılır. Adlandırma, mikroorganizmaların belirlenmiş kurallara ve yönergelere göre adlandırılması ile organizmaların evrensel olarak tanındığı kabul edilen etiketleri sağlar. Organizmaları gruplara ayıran sağlam bir sınıflandırmanın yanı sıra, onları adlandırmak için net bir adlandırma gerekir. Bu şekilde, mikroorganizmanın belirli özellikleri göz önüne alınarak hangi gruba ait olduklarını belirleme işlemi olan tanımlama da doğru şekilde yapılabilmektedir.

Bu bölümde mikroorganizmaların fenotipik ve genotipik sınıflandırmasının hangi prensiplere göre yapıldığı, kültürel, beslenme, morfolojik, metabolik, kimyasal, genetik, serolojik özelliklerine göre gruplandırılması, bakteri, fungus, virüs ve alglerin yapısal özellikleri ve üreme şekilleri hakkında bilgi verilmektedir.

¹ Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, budak@ankara.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-1275-9025.

² Doç. Dr., Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, akal@ankara.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-0441-541X.

üyесidir. Hepatit A virüsü, kişiden kişiye temas, uyuşturucu kullanımı ve kontamine su ve gıda kaynakları yoluyla bulaşmaktadır.

Rotavirüs ise dünya çapında bebeklerde görülen diyarenin en yaygın kaynağıdır ve 5 yaşın altındaki çocuklarda yılda yaklaşık 500.000 ölümden sorumludur.

Hepatit E virüsü, Hepeviridae ailesinin tek üyesidir. Hastalığın semptomları hepatit A virüsüne benzerdir. Ancak hepatit E virüsü ile enfekte olan hamile kadınlar bu virüse oldukça hassastır ve bu popülasyonda ölüm oranları yaklaşık % 30 olarak rapor edilmiştir. Yaygın olarak kanalizasyonla kirlenmiş su ve kişiden kişiye temas yoluyla bulaşır, seyrek olarak da gıda kaynaklı bulaşma görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Biswass, B.B., Basu, P.S., Pal, M.K. (1970). Gram Staining and Its Molecular Mechanism. *International Review of Cytology*, 29, 1-27. [https://doi.org/10.1016/S0074-7696\(08\)60031-5](https://doi.org/10.1016/S0074-7696(08)60031-5).
- Clover, D.O. (2014). Viruses. In: *Encyclopedia of Food Microbiology*, Vol 3, Batt, C.A., Tortorello, M.L. (Eds.), pp.722-735, Academic Press, Elsevier, London, UK. ISBN: 978-0-12-384730-0.
- Garcia-Garibay, M., Gomez-Ruiz, L., Cruz-Guerrero, A.E. (2014). The Algae. In: *Encyclopedia of Food Microbiology*, Vol 3, Batt, C.A., Tortorello, M.L. (Eds.), pp.425-430, Academic Press, Elsevier, London, UK. ISBN: 978-0-12-384730-0.
- Grimm, L.H., Kelly, S., Krull, R., Hempel, D.C. (2005). Morphology and productivity of filamentous fungi. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 69: 375–384. <https://doi.org/10.1007/s00253-005-0213-5>.
- Gürsel, A. (2010). Mikrobiyoloji. Ankara Üniversitesi Yayınları No:251, Ankara.
- Hocking, A.D. (2014). Foodborne Fungi: Estimation by Cultural Techniques. In: *Encyclopedia of Food Microbiology*, Volume 1, Batt, C.A., Tortorello, M.L. (Eds.), pp.68-75, Academic Press, Elsevier, London, UK. ISBN: 978-0-12-384730-0.
- Hurdeal, V.G., Gentekaki, E., Hyde, K.D., Jeewon, R. (2021). Where are the basal fungi? Current status on diversity, ecology, evolution, and taxonomy. *Biologia* 76, 421–440. <https://doi.org/10.2478/s11756-020-00642-4>
- Kılıç, S. (2010). Süt Mikrobiyolojisi. Sidas Medya, İzmir.
- Konp, M. (2011). Yeast cell morphology and sexual reproduction – A short overview and some considerations. *Comptes Rendus Biologies*, 334:599-606.
- Kronstad, S.W., Staben, C. (1997). Mating Type in Filamentous Fungi. *Annual Review of Genetics*, 31:245-276. <https://doi.org/10.1146/annurev.genet.31.1.245>.
- Louten J. (2016). Virus Replication. *Essential Human Virology*, 49–70. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800947-5.00004-1>
- Lovitt, R.W., Wright, C.J. (2014). The Bacterial Cell. In: *Encyclopedia of Food Microbiology*, Volume 1, Batt, C.A., Tortorello, M.L. (Eds.), pp.151-159, Academic Press, Elsevier, London, UK. ISBN: 978-0-12-384730-0 <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00025-2>.
- Mourino-Perez, R.R. (2013). Septum development in filamentous ascomycetes. *Fungal Biology Reviews*, 27(1): 1-9
- Onyeaka, H., Miri, T., Hart, A., Anumudu, C., Nwabor, O.F. (2023). Application of Ultrasound Technology in Food Processing with emphasis on bacterial spores, *Food Reviews International*, 39 (7): 3663-3675, DOI:10.1080/87559129.2021.2013255
- Paray, A.A., Singh, M., Mir, M.A., Kaur, A. (2023). Gram Staining: A Brief Review. *International Journal of Research and Review*. 10 (9): 336-341. <https://doi.org/10.52403/ijrr.20230934>.

- Ray, B. (2005). *Fundamental food microbiology* (3rd Edition). Taylor & Francis, CRC Press LLC. Boca Raton, Florida. ISBN 0-8493-1610-3.
- Sahoo, D., Baweja, P. (2015). General Characteristics of Algae. In: *The Algae World*, Sahoo, D. Seckbach, J. (Eds), pp. Springer Science+Business Media, New York, USA. ISBN 978-94-017-7320-1.
- Ścieszk, S., Klewicka, E. (2019). Algae in food: a general review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59:21, 3538-3547, DOI:10.1080/10408398.2018.1496319.
- Webster, J., Weber, R.W.S. (2007) *Introduction to fungi* (3rd edition). Cambridge University Press, New York.
- Wohlgemuth, S., Kampfer, P. (2014). Bacterial Endospores. In: *Encyclopedia of Food Microbiology*, Volume 1, Batt, C.A., Tortorello, M.L. (Eds.), pp.160-168, Academic Press, Elsevier, London, UK. ISBN: 978-0-12-384730-0 <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00025-2>.

BÖLÜM 3

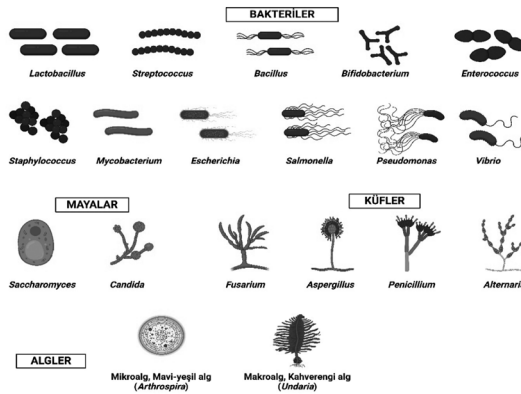
GIDALARDAKİ ÖNEMLİ MİKROORGANİZMA GRUPLARI

Kübra ERYAŞAR ÖZER¹
Ercan SARICA²

3.1. Giriş

Bu bölümde gıda mikrobiyolojisini öğrenebilmek için bilinmesi önem arz eden bakteri, maya, küf ve algler ele alınmıştır. Bu kapsamda pek çok bakteri cinsi ve önemli bakteri grupları (laktik asit bakterileri, koliformlar vb.) hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca maya ve küflerin genel özellikleri ve gıdalarda önemli olan çeşitli maya ve küf cinsleri belirtilerek açıklanmıştır. Son olarak alglerden ve gıdalarda önemli makroalg ve mikroalg türlerinden bahsedilerek konu hakkında açıklayıcı bilgiler sunulmuştur.

Gıda mikrobiyolojisi açısından önemli olan bakteri, maya, küf ve alglerin morfolojik çeşitliliği Şekil 3.1'de sunularak konunun görselleştirilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 3.1. Bazı bakteri, maya, küf ve alg cinslerinin morfolojileri

¹ Dr.Öğr.Üyesi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, kubraeryasar@ibu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-0565-1289

² Dr.Öğr.Üyesi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, ercansarica@ibu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-8269-9403

Bölüm sonu soruları:

1. Laktik asit bakterilerini homofermantatif ve heterofermantatif olarak sınıflandırınız ve arasındaki farkları belirtiniz?
2. Propiyonik asit bakteri tarafından üretilen metabolitler nelerdir?
3. Asetik asit bakterilerinin gıda teknolojisi açısından önemi nelerdir?
4. Önemli proteolitik ve lipolitik bakteri cinsleri nelerdir?
5. Gıda teknolojisinde starter kültür olarak kullanılan bakteri türleri nelerdir?
6. Koliform bakteri analizi neden yapılır?
7. Enterik patojen cinsleri nelerdir?
8. Mayaların gıda teknolojisi açısından önemi nelerdir?
9. Mikotoksin üreten üç tane küf türünü yazınız. Yazdığınız her bir türün hangi mikotoksini ürettiğini belirtiniz.
10. Makroalgler kaç şubeye ayrılır? Şubelerin isimlerini yazınız.

Kaynaklar

- Albertyn, J., Pohl, C.H., Viljoen, B.C. (2014). *Rhodotorula*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 291–295, London, UK, Academic Press.
- Babu, D., Kushwaha, K., Juneja, V.K. (2014). *Coxiella burnetii*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 524–527, London, UK, Academic Press.
- Batt, C.A. (2014). *Escherichia coli*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 688–694, London, UK, Academic Press.
- Batt, C.A. (2014). *Kluyveromyces*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (2), pp. 389–391, London, UK, Academic Press.
- Bello, S., Rudra, B., Gupta, R.S. (2022). Phylogenomic and comparative genomic analyses of *Leuconostocaceae* species: identification of molecular signatures specific for the genera *Leuconostoc*, *Fructobacillus* and *Oenococcus* and proposal for a novel genus *Periweissella* gen. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 72(3).
- Benito, S., Palomero, F., Calderón, F., Palmero, D., Suárez-Lepe, J.A. (2014). *Schizosaccharomyces*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 365–370, London, UK, Academic Press.
- Bhatnagar, P., Gururani, P., Joshi, S., Singh, Y.P., Vlaskin, M.S., Kumar, V. (2023). Enhancing the bioprospects of microalgal-derived bioactive compounds in food industry: a review. Biomass Conversion and Biorefinery.
- Bhunia, A.K. (2018). *Escherichia coli*. In: Foodborne Microbial Pathogens Mechanisms and Pathogenesis, pp. 249–269, New York, USA, Springer.
- Björkroth, J., Dicks, L.M.T., Endo, A. (2014). The genus *Weissella*. In: Lactic Acid Bacteria Biodiversity and Taxonomy, Holzappel, W.H. Wood, B.J.B., (Eds.), pp. 417–428, Chichester, UK, Wiley Blackwell.
- Blaschek, H.P. (2014). *Clostridium*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 444–448, London, UK, Academic Press.
- Botha, A., Botes, A. (2014). *Geotrichum*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (2), pp. 88–93, London, UK, Academic Press.
- Casalta, E., Montel, M.C. (2008). Safety assessment of dairy microorganisms: The *Lactococcus* genus. International Journal of Food Microbiology, 126(3), 271–273.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Foodborne Outbreaks, 2024. <https://www.cdc.gov>

- gov/foodborne-outbreaks/index.html (erişim tarihi: 28.07.2024).
- Chang, P.-K., Horn, B.W., Abe, K., Gomi, K. (2014). *Aspergillus*: Introduction. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 77–82, London, UK, Academic Press.
- Chu, Y., Li, M., Jin, J., Dong, X., Xu, K., Jin, L., Qiao, Y., Ji, H. (2023). Advances in the application of the non-conventional yeast *Pichia kudriavzevii* in food and biotechnology industries. Journal of Fungi, 9, 170.
- Cole, K., Foster, D., Russell, J.E., Golubchik, T., Llewelyn, M., Wilson, D.J., Crook, D., Paul, J. (2019). Draft genome sequences of 64 type strains of 50 species and 25 subspecies of the genus *Staphylococcus* Rosenbach 1884. Microbiology Resource Announcements, 8(17).
- Cox, J.M., Pavic, A. (2014). *Salmonella*: Introduction. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 322–331, London, UK, Academic Press.
- Dodd, C. (2014). *Pseudomonas*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 244–247, London, UK, Academic Press.
- Dwivedi, M. (2020). *Gluconobacter*. In: Beneficial Microbes in Agro-Ecology, Amaresan, N., Senthil Kumar, M., Annapurna, K., Kumar, K., Sankaranarayanan, A. (Eds.), pp. 521–544, London, UK, Academic Press.
- Endo, A., Dicks, M.T. (2014). The genus *Oenococcus*. In: Lactic Acid Bacteria Biodiversity and Taxonomy, Holzapfel, W.H. Wood, B.J.B., (Eds.), pp. 405–415, Chichester, UK, Wiley Blackwell.
- Falcão, J.P. (2014). *Yersinia*: Introduction. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 831–837, London, UK, Academic Press.
- Gautier, M. (2014). *Propionibacterium*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 232–237, London, UK, Academic Press.
- Gharajeh, N.H., Valizadeh, M., Dorani, E., Hejazi, M.A. (2020). Biochemical profiling of three indigenous *Dunaliella* isolates with main focus on fatty acid composition towards potential biotechnological application. Biotechnology Reports, 26, e00479.
- Gundogan, N. (2014). *Klebsiella*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (2), pp. 383–388, London, UK, Academic Press.
- Halkman, A.K. (2019). Gıdalarda bulunan mikroorganizmalar. In: Gıda Mikrobiyolojisi, Halkman, A.K., (Ed.), pp. 309–404, Ankara, Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd.
- Hamdaoui, N., Benkirane, C., Bouaamali, H., Azghar, A., Mouncif, M., Maleb, A., Hammouti, B., Al-Anazi, K. M., Kumar, P., Yadav, K. K., Choi, J. R., Meziane, M. (2024). Investigating lactic acid bacteria genus *Lactococcus lactis* properties: Antioxidant activity, antibiotic resistance, and antibacterial activity against multidrug-resistant bacteria *Staphylococcus aureus*. Heliyon, 10(11).
- Herrmann, L.W., Letti, L.A.J., Penha, R. de O., Soccol, V.T., Rodrigues, C., Soccol, C.R. (2024). *Bacillus* genus industrial applications and innovation: First steps towards a circular bioeconomy. Biotechnology Advances, 70(108300).
- Holley, R.A. (2014). *Brochothrix*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 331–334, London, UK, Academic Press.
- Hommel, R.K. (2014). *Acetobacter*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 3–10, London, UK, Academic Press.
- Hommel, R.K. (2014). *Candida*: Introduction. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 367–373, London, UK, Academic Press.
- Hommel, R.K. (2014). *Gluconobacter*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (2), pp. 99–105, London, UK, Academic Press.
- Hoover, D.G. (2014). *Bifidobacterium*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 216–222, London, UK, Academic Press.
- Iversen, C. (2014). *Enterobacter*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 653–658, London, UK, Academic Press.

- Jackson, R.S. (2014). *Botrytis*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 288–296, London, UK, Academic Press.
- Jones, J.L. (2014). *Vibrio*: Introduction, Including *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, and Other *Vibrio* Species. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 691–698, London, UK, Academic Press.
- Kammler, S., Romero, A.M., Burkhardt, C., Baruth, L., Antranikian, G., Liese, A., Kaltschmitt, M. (2024). Macroalgae valorization for the production of polymers, chemicals, and energy. *Bio-mass and Bioenergy*, 183, 107105.
- Kavitake, D., Devi, P.B., Delattre, C., Reddy, G.B., Shetty, P.H. (2023). Exopolysaccharides produced by *Enterococcus* genus – An overview. *International Journal of Biological Macromolecules*, 226, 111–120.
- Kumar N.A., Sridhar, S., Jayappriyan, K.R., Raja, R. (2023). Applications of microalgae in aquaculture feed. In: Handbook of Food and Feed from Microalgae Production, Application, Regulation, and Sustainability, Jacob-Lopes, E., Queiroz, M.I., Maroneze, M.M., Zepka, L. Q., (Eds.), 421–433, London, UK, Academic Press.
- Kumar, S., Bansal, K., Sethi, S. K. (2022). Comparative genomics analysis of genus *Leuconostoc* resolves its taxonomy and elucidates its biotechnological importance. *Food Microbiology*, 106.
- Kumar, S., Bansal, K., Sethi, S. K. (2023). Comparative genomics reconciliations of genus *Streptococcus* resolves its taxonomy and elucidates biotechnological importance of their constituent species. *Ecological Genetics and Genomics*, 29.
- Kushwaha, K., Babu, D., Juneja, V.K. (2014). *Proteus*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 238–243, London, UK, Academic Press.
- Lampel, K.A. (2014). *Shigella*: Introduction and detection by classical cultural and molecular techniques. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 408–414, London, UK, Academic Press.
- Lennartsson, P.R., Taherzadeh, M.J., Edebo, L. (2014). *Rhizopus*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 284–290, London, UK, Academic Press.
- Lorenzo, J.M., Munekata, P.E., Dominguez, R., Pateiro, M., Saraiva, J.A., Franco, D. (2018). Main groups of microorganisms of relevance for food safety and stability: General aspects and overall description. In: Innovative Technologies for Food Preservation: Inactivation of Spoilage and Pathogenic Microorganisms, Barba, F.J., Sant'Ana, A.S., Orlien, V., Koubaa, M., (Eds.), pp. 53–107, London, UK, Academic Press.
- Ma, J., Nie, Y., Zhang, L., Xu, Y. (2024). The evolutionary mechanism and function analysis of two subgroups of histamine-producing and non-histamine-producing *Tetragenococcus halophilus*. *Food Research International*, 176.
- Markovich, Y., Palacios-Gorba, C., Gomis, J., Gómez-Martín, Á., Ortolá, S., Quereda, J.J. (2024). Phenotypic and genotypic antimicrobial resistance of *Listeria* spp. in Spain. *Veterinary Microbiology*, 293.
- Ogier, J.C., Serror, P. (2008). Safety assessment of dairy microorganisms: The *Enterococcus* genus. *International Journal of Food Microbiology*, 126(3), 291–301.
- Patel, S., Gupta, R.S. (2018). Robust demarcation of fourteen different species groups within the genus *Streptococcus* based on genome-based phylogenies and molecular signatures. *Infection, Genetics and Evolution*, 66, 130–151.
- Patriarca A., Vaamonde, G., Pinto, V.F. (2014). *Alternaria*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 54–60, London, UK, Academic Press.
- Payeur, J.B. (2014). *Mycobacterium*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (2), pp. 841–853, London, UK, Academic Press.
- Pikuta, E.V., Hoover, R.B. (2014). The genus *Carnobacterium*. In: Lactic Acid Bacteria Biodiversity and Taxonomy, Holzappel, W.H. Wood, B.J.B., (Eds.), pp. 109–123, Chichester, UK, Wiley Bla-

- ckwell.
- Pitt, J.I. (2014). *Penicillium*. *Penicillium* and *Talaromyces*: Introduction. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 6–13, London, UK, Academic Press.
- Porto, M.C.W., Kuniyoshi, T.M., Azevedo, P.O.S., Vitolo, M., Oliveira, R.P.S. (2017). *Pediococcus* spp.: An important genus of lactic acid bacteria and pediocin producers. *Biotechnology Advances*, 35(3), 361–374.
- Rafii, F. (2014). *Serratia*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 371–375, London, UK, Academic Press.
- Rodríguez, J., González-Guerra, A., Vázquez, L., Fernández-López, R., Flórez, A. B., de la Cruz, F., Mayo, B. (2022). Isolation and phenotypic and genomic characterization of *Tetragenococcus* spp. from two Spanish traditional blue-veined cheeses made of raw milk. *International Journal of Food Microbiology*, 371.
- Rowe, M.T., Madden, R.H. (2014). *Campylobacter*: Introduction. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 351–356, London, UK, Academic Press.
- Sá-Correia, I., Guerreiro, J.F., Loureiro-Dias, M.C., Leão, C., Côrte-Real M. (2014). *Zygosaccharomyces*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 849–855, London, UK, Academic Press.
- Smith, J.L. (2014). *Hafnia*, The Genus. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (2), pp. 117–120, London, UK, Academic Press.
- Stewart, G.G. (2014). *Saccharomyces*: Introduction. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (3), pp. 297–301, London, UK, Academic Press.
- Sutherland, J.B., Cornelison, C., Crow Jr, S.A. (2014). *Yarrowia lipolytica* (*Candida lipolytica*). In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 374–378, London, UK, Academic Press.
- T.C. Resmi Gazete. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. Sayı: 28157 (3), T.C. Cumhurbaşkanlığı Külliyesi Hukuk ve Mevzuat Genel Müdürlüğü, Ankara, 29.12.2011.
- Theron, J., Thantsha, M.S. (2014). *Brucella*: Characteristics. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 335–339, London, UK, Academic Press.
- Thrane, U. (2014). *Fusarium*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (2), pp. 76– 81, London, UK, Academic Press.
- Tunail, N. (2009). Mikrobiyoloji, Pelin Ofset, Ankara, ISBN: 978-605-603-0-0, 448 s.
- Turantaş, F. (2003). Fermentasyonda rol oynayan mikroorganizmalar. In: Gıda Mikrobiyolojisi, Ün-lütürk, A., Turantaş, F. (Ed). 3. Baskı, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, ISBN: 975-483-383-4.
- Vinderola, G., Ouwehand, A. C., Salminen, S., von Wright, A. (Ed.) (2019). Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects, Fifth Edition, CRC Press, Boca Raton.
- Vorobjeva, L. L. (1999). Propionibacteria, Springer, Netherlands.
- Waśkiewicz, A., Irzykowska, L. (2014). *Flavobacterium* spp. Characteristics, occurrence, and toxicity. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 938–942, London, UK, Academic Press.
- Wrent, P., Rivas, E.M., de Prado, E.G., Peinado, J.M., de Silóniz, M.I. (2014). *Debaryomyces*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 563–570, London, UK, Academic Press.
- Yan, X., Gurtler, J.B. (2014). *Cronobacter* (*Enterobacter*) *sakazakii*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Batt, C.A., Tortorello M.L., (Eds.), volume (1), pp. 528– 532, London, UK, Academic Press.
- Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., Franz, C.M.A.P., Harris, H.M.B., Mattarelli, P., O'toole, P. W., Pot, B., Vandamme, P., Walter, J., Watanabe, K., Wuyts, S., Felis, G.E., Gänzle, M.G., Lebeer, S.

(2020). A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus beijerinck* 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 70(4), 2782–2858.

Zhong, Z., Zhang, W., Song, Y., Liu, W., Xu, H., Xi, X., Menghe, B., Zhang, H., Sun, Z. (2017). Comparative genomic analysis of the genus *Enterococcus*. *Microbiological Research*, 196, 95–105.

BÖLÜM 4

GIDALARDA BULUNAN MİKROORGANİZMALARIN KAYNAKLARI

A. Ezgi TELLİ¹
Yusuf BİÇER²

4.1. Giriş

Gıdaların mikrobiyal kontaminasyonu, gıda maddelerinde bulunmaması gereken mikroorganizmaların çeşitli yollarla bulaşması sonucunda bu gıdaların tüketim açısından güvensiz hale gelmesi durumudur. Bu tür kontaminasyon, gıdaların tüketim için uygun olmayan mikroorganizmalar içermesi sebebiyle, bozulmuş gıda olarak değerlendirilmesi de yol açmaktadır. Gıda kirliliğinin başlıca kaynakları arasında su, hava, toz, ekipman, kanalizasyon, böcekler, kemirgenler ve personel bulunmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), gıda kontaminasyonunu küresel bir halk sağlığı sorunu olarak tanımlamış ve “bir yerde meydana gelen gıda kirliliğinin, gezegenin diğer ucunda yaşayan tüketicilerin sağlığını etkileyebileceğini” belirtmiştir. Dünyada birçok insan, yaşamlarının bir döneminde gıda veya su kaynaklı bir hastalıkla karşılaşmaktadır. Bu bağlamda, kontamine gıdaların tüketimi, milyonlarca insanda hastalıklara yol açmakta ve bazı durumlarda ölümlerle sonuçlanabilmektedir.

Gıda ve gıda ürünlerinin kasıtlı olarak kontamine edilmesi, küresel düzeyde giderek artan bir sorun teşkil etmektedir. Kasıtlı gıda kontaminasyonu, gıda maddelerine zararlı veya toksik maddelerin ya da patojen mikroorganizmaların bilerek eklenmesi anlamına gelmektedir. Bu eylem, aynı zamanda gıda sahtekarlığı olarak da tanımlanan bir suç teşkil etmektedir. Kasıtlı olarak kontamine edilmiş gıdaların tüketimi, tüketicilerde ciddi sağlık sorunlarına yol açma potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla, bu tür hileli gıda kontaminasyonunun önlenmesi ve kontrol altına alınması, halk sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir.

¹ Doç.Dr., Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD., ezgiyilmaz@selcuk.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-8899-4537

² Doç.Dr., Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD., yusufbicer@selcuk.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-7549-8323

rini sık sık yıkaması ve hijyen kurallarına dikkat etmesi gerekmektedir. Uygun depolama koşulları sağlanmalı ve çiğ gıdalar, tüketime hazır gıdalar ile birlikte depolanmamalıdır. Bu önlemler, patojenlerin bir gıdadan diğerine bulaşmasını engelleyerek gıda güvenliğini artırır.

Gıda kirleticileri genellikle eser miktarlarda bulunduğundan, bu kirleticilerin tespit edilmesi ve tanımlanabilmesi için analitik stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Gıda üretimi, işleme süreci veya ambalajdan kaynaklanan kimyasal ve mikrobiyal kirleticilerin belirlenmesi ve kontrolü ise oldukça zordur. Farklı analitik araçlar kontaminantların tespitini kolaylaştırmak amacıyla geliştirilmiş olsa da, bu araçların hiçbiri tek başına kesin bir çözüm sunmamaktadır. Kontaminantlarla daha etkili mücadele edebilmek, işleme basamaklarındaki olası kirleticilerin önceden bilinmesi ile yakından ilişkilidir. Düşük konsantrasyonlardaki kontaminantların tespiti, karmaşık analitik araçların ve ileri örnek işleme tekniklerinin kullanılmasını gerektirir. Ancak, kirleticilerin bilinmediği ve hedefin belirli olmadığı analizler, tarama prosedürlerini daha karmaşık süreçlere dönüştürmektedir.

Kaynaklar

- Alum, E.A., Urom, S.M.O.C., Ben, C.M.A. (2016). Microbiological contamination of food: the mechanisms, impacts and prevention. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 5(3): 65-78.
- Barbosa, J., Albano, H., Silva, C. P., Teixeira, P. (2019). Microbiological contamination of reusable plastic bags for food transportation. *Food Control*, 99: 158-163.
- Calahorrano-Moreno, M.B., Ordoñez-Bailon, J.J., Baquerizo-Crespo, R.J., Dueñas-Rivadeneira, A.A., Montenegro, M.C.B., Rodríguez-Díaz, J.M. (2022). Contaminants in the cow's milk we consume? Pasteurization and other technologies in the elimination of contaminants. *F1000Research*, 11:91.
- Chousalkar, K.K., Khan, S., McWhorter, A.R. (2021). Microbial quality, safety and storage of eggs. *Current Opinion in Food Science*, 38: 91-95.
- Gómez, A.L., Escamez, P.S.F., Gómez, A.P., Bayonas, P.P. (2013). Control Engineering of Food Recontamination. In: *Master in Advanced Techniques for Research and Development in Food and Agriculture* (Pastor, A.P., Lopez, M.D.G., eds), pp. 172-181. Universidad Politécnica de Cartagena, CRAI Biblioteca.
- Heap, R., Kierstan, M., Ford, G. (1998). *Food Transportation*. New York, Springer-Verlag US.
- Hussain, M.A. (2016). Food contamination: major challenges of the future. *Foods*, 5(2): 21.
- Janssen, S., Pankoke, I., Klus, K., Schmitt, K., Stephan, U., Wöllenstein, J. (2014). Two underestimated threats in food transportation: mould and acceleration. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 372(2017): 20130312.
- Nerín, C., Aznar, M., Carrizo, D. (2016). Food contamination during food process. *Trends in Food Science & Technology*, 48: 63-68.
- Okpala, C. O. R., & Ezeonu, I. M. (2019). Food Hygiene/Microbiological Safety in the Typical Household Kitchen: Some Basic'Must Knows' for the General Public. *Journal of Pure & Applied Microbiology*, 13(2): 697-713.
- Rossi, E.M., Scapin, D., Grando, W.F., Tondo, E.C. (2012). Microbiological Contamination and Disinfection Procedures of Kitchen Sponges Used in Food Services. *Food and Nutrition Science*, 3(7): 975-980.

- Røssvoll, E., Langsrud, S., Bloomfield, S., Moen, B., Heir, E., Møretro, T. (2015). The effects of different hygiene procedures in reducing bacterial contamination in a model domestic kitchen. *Journal of Applied Microbiology*, 119(2): 582-593.
- Toyofuku, M., Inaba, T., Kiyokawa, T., Obana, N., Yawata, Y., Nomura, N. (2016). Environmental factors that shape biofilm formation. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 80(1): 7-12.
- WHO (2015). WHO Estimates of the Global Burden of Foodborne Diseases: Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group 2007–2015. World Health Organization: Geneva, Switzerland. Erişim adresi: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/199350>. Erişim tarihi: 31.07.2024.
- Zwirwitz, B., Wetzels, S. U., Dixon, E. D., Stessl, B., Zaiser, A., Rabanser, I., Thalguter, S., Pinior, B., Roch, F.F., Strachan, C., Zanghellini, J., Dzieciol, M., Selberherr, E. (2020). The sources and transmission routes of microbial populations throughout a meat processing facility. *npj Biofilms and Microbiomes*, 6(1): 26.

BÖLÜM 5

GIDALARDA MİKROBİYAL GELİŞİMİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Hale İnci ÖZTÜRK¹

5.1. Giriş

Mikroorganizmaların gıdalarda gelişimi, gıdanın kalitesini ve güvenliğini doğrudan etkileyen kritik bir konudur. Mikroorganizmalar, metabolik aktiviteleri sonucunda gıdaların özelliklerinde çeşitli değişikliklere neden olur ve bu değişiklikler hem istenilen (fermentasyon) hem de istenmeyen (gıda bozulması ve gıda zehirlenmesi) sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, mikrobiyal gelişimi etkileyen faktörlerin anlaşılması ve kontrol altına alınması, gıda muhafazası ve işlenmesi süreçlerinde büyük önem taşımaktadır.

Mikrobiyal gelişimi etkileyen faktörler beş ana kategoride incelenebilir: içsel (intrinsik) faktörler, dışsal (ekstrinsik) faktörler, dolaylı (implicit) faktörler, işleme faktörleri ve tüm bu faktörlerin interaksiyonu. İçsel faktörler; su aktivitesi, pH değeri, besin içeriği, redoks potansiyeli ve antimikrobiyal maddeler gibi gıdanın kendisiyle ilgili özelliklerdir. Dışsal faktörler ise gıdanın depolandığı çevresel koşulları içerir ve bu koşullar arasında depolama sıcaklığı, atmosferin gaz bileşimi ve depolama nemi bulunmaktadır. Dolaylı faktörler mikroorganizmaların kendileriyle ilgili özellikleri kapsar ve bu özellikler arasında mikroorganizmaların kendi gelişimlerini teşvik etmesi veya engellemesi ve bakteriyofaj etkileşimleri yer almaktadır. İşleme faktörleri ise ısıtma, soğutma, kurutma ve fermentasyon gibi gıda işleme yöntemlerini içermektedir. Tüm bu faktörlerin olası kombinasyonları mikrobiyal gelişim için ayrıca önemli olduğundan içsel, dışsal, dolaylı ve işleme faktörlerinin kombinasyonları da mikrobiyal gelişimi etkileyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Bu bölümde, mikrobiyal gelişimin üzerinde durulmakla birlikte mikrobiyal gelişimi etkileyen bu faktörler ayrıntılı bir şekilde ele alınmakta ve her bir faktörün mikrobiyal gelişim üzerindeki etkileri açıklanmaktadır. Ayrıca mikrobiyal gelişimin takip edilmesi ile ilgili yöntemler hakkında bilgiler bölüm içerisinde yer almaktadır. Böylece, mikrobiyal gelişimi etkileyen faktörlerin yanı sıra, bu gelişimin nasıl izlenip kontrol edileceği de ele alınmaktadır.

¹ Doç.Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği AD., inci.ozturk@yildiz.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-8334-0403.

KAYNAKLAR

1. Rolfé MD, Rice CJ, Lucchini S, et al. Lag phase is a distinct growth phase that prepares bacteria for exponential growth and involves transient metal accumulation. *Journal of Bacteriology*. 2012;194(3):686-701.
2. Behl M, Thakar S, Ghai H, et al. Chapter 21 - Fundamentals of fermentation technology. In: Bhatt AK, Bhatia RK, Bhalla TC, editors. *Basic Biotechniques for Bioprocess and Bioentrepreneurship*: Academic Press; 2023. p. 313-328.
3. Grijseels S, Nielsen JC, Nielsen J, et al. Physiological characterization of secondary metabolite producing *Penicillium* cell factories. *Fungal Biology and Biotechnology*. 2017;4:8.
4. Gonzalez JM, Aranda B. Microbial growth under limiting conditions-future perspectives. *Microorganisms*. 2023;11(7):1641.
5. Serra CR, Earl AM, Barbosa TM, et al. Sporulation during growth in a gut isolate of *Bacillus subtilis*. *Journal of Bacteriology*. 2014;196(23):4184-4196.
6. López D, Vlamakis H, Kolter R. Biofilms. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*. 2010;2(7):a000398.
7. Kivisaar M. Stationary phase mutagenesis: mechanisms that accelerate adaptation of microbial populations under environmental stress. *Environmental Microbiology*. 2003;5(10):814-827.
8. Ray B, Bhunia A. *Fundamental food microbiology*. Fifth edition ed. Boca Raton: CRC Press; 2014.
9. Pitt JJ, Hocking AD. *Fungi and food spoilage*. Cham: Springer International Publishing; 2022.
10. Vyas A, Freitas AV, Ralston ZA, et al. Fission yeast *Schizosaccharomyces pombe*: A unicellular “micromammal” model organism. *Current Protocols*. 2021;1(6):e151.
11. Jones EW, Derrick J, Nisbet RM, et al. First-passage-time statistics of growing microbial populations carry an imprint of initial conditions. *Scientific Reports*. 2023;13(1):21340.
12. Gibson B, Wilson DJ, Feil E, et al. The distribution of bacterial doubling times in the wild. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2018;285:20180789.
13. Pätzold L, Brausch A-C, Bielefeld E-L, et al. Impact of the histidine-containing phosphocarrier protein hpr on carbon metabolism and virulence in *Staphylococcus aureus*. *Microorganisms*. 2021;9(3):466.
14. Sharpe ME, Hauser PM, Sharpe RG, et al. *Bacillus subtilis* cell cycle as studied by fluorescence microscopy: constancy of cell length at initiation of DNA replication and evidence for active nucleoid partitioning. *Journal of Bacteriology*. 1998;180(3):547-555.
15. Ulitzur S. *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio alginolyticus*: Short generation-time marine bacteria. *Microbial Ecology*. 1974;1(1):127-135.
16. Śliżewska K, Chlebicz-Wójcik A. Growth kinetics of probiotic *Lactobacillus* strains in the alternative, cost-efficient semi-solid fermentation medium. *Biology (Basel)*. 2020;9(12):423.
17. Salari R, Salari R. Investigation of the best *Saccharomyces cerevisiae* growth condition. *Electronic Physician*. 2017;9(1):3592-3597.
18. Lane MM, Morrissey JP. *Kluyveromyces marxianus*: A yeast emerging from its sister's shadow. *Fungal Biology Reviews*. 2010;24(1):17-26.
19. Zhang X, Jiang X, Hao Z, et al. Advances in online methods for monitoring microbial growth. *Biosensors and Bioelectronics*. 2019;126:433-447.
20. Bhat R, Paliyath G. *Progress in food preservation*. Noida: John Wiley & Sons; 2012.
21. Ajoku G, Oduola M. Kinetic model of pH effect on bioremediation of crude petroleum contaminated soil. 1. Model development. *American Journal of Chemical Engineering*. 2013;1(1):6-10.
22. Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. *Modern food microbiology*. United States of America: Springer Science & Business Media; 2008.
23. Chenlo F, Moreira R, Pereira G, et al. Viscosities of aqueous solutions of sucrose and sodi-

- um chloride of interest in osmotic dehydration processes. *Journal of Food Engineering*. 2002;54(4):347-352.
24. Kinderlerer JL. *Chrysosporium* species, potential spoilage organisms of chocolate. *Journal of Applied Microbiology* 1997;83(6):771-778.
 25. Čadež N, Fülöp L, Dlauchy D, et al. *Zygosaccharomyces favi* sp. nov., an obligate osmophilic yeast species from bee bread and honey. *Antonie van Leeuwenhoek*. 2015;107(3):645-654.
 26. Rojo MC, Arroyo López FN, Lerena MC, et al. Evaluation of different chemical preservatives to control *Zygosaccharomyces rouxii* growth in high sugar culture media. *Food Control*. 2015;50:349-355.
 27. Wu T, Yang F, Jiao T, et al. Effects of dietary oregano essential oil on cecal microorganisms and muscle fatty acids of Luhua chickens. *Animals*. 2022;12(22):3215.
 28. Sarsan S, Pandiyan A, Rodhe AV, et al. Synergistic interactions among microbial communities. In: Singh RP, Manchanda G, Bhattacharjee K, et al., editors. *Microbes in Microbial Communities: Ecological and Applied Perspectives*. Singapore: Springer Singapore; 2021. p. 1-37.
 29. Bankole AO, Irondi EA, Awoyale W, et al. Application of natural and modified additives in yogurt formulation: types, production, and rheological and nutraceutical benefits. *Frontiers in Nutrition*. 2023;10:1257439.
 30. McClure PJ, Cole MB, Smelt JPPM. Effects of water activity and pH on growth of *Clostridium botulinum*. *Journal of Applied Bacteriology*. 1994;76(S23):105S-114S.

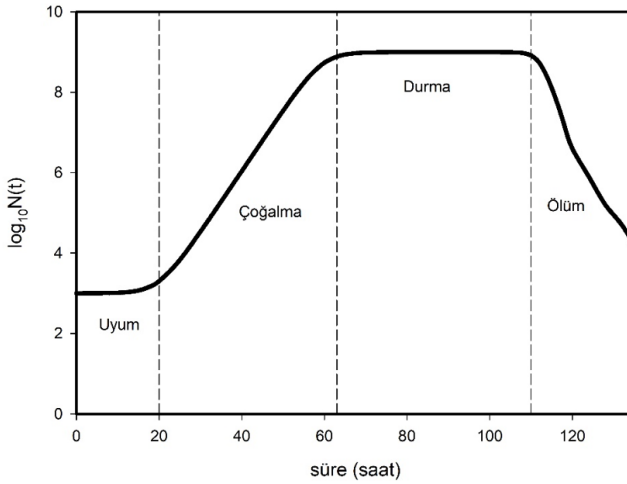
BÖLÜM 6

GIDALARDA MİKROBİYAL GELİŞME KİNETİĞİ

Sencer BUZRUL¹

6.1. Giriş

Gıda mikrobiyolojisindeki Türkçe kaynaklara bakıldığında mikrobiyal büyüme, çoğalma, üreme veya gelişme gibi farklı isimlendirmenin olduğu görülecektir. Kitapta bütünlüğü sağlamak açısından bu bölümde “mikrobiyal gelişme” tabiri kullanılacaktır. Gıdalarda ya da sıvı besiyeri gibi kapalı bir sistemde gelişen mikroorganizmalarda genellikle 4 evre (faz) görülür (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Kapalı bir ortamdaki mikroorganizmaların gelişim eğrisi. Y eksenı zamana ya da süreye (t) bağılı olarak değişen mikroorganizma sayısının [N(t) KOB/mL ya da KOB/g] 10 tabanındaki logaritmasını [log₁₀N(t)], X eksenı ise saat cinsinden süreyi göstermektedir.

Bir bakteri yeni bir ortama aşılındığında (örneğin sıvı besiyerinden alınarak süte konulduğunda) ilk olarak yeni ortama uyum sağlamaya çalışır. Bu nedenle birinci evreye

¹ Prof.Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, sencer.buzrul@erbakan.edu.tr, sencer.buzrul@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-2272-3827

Bölüm sonu soruları

1. Örnek 6.2'yi Denklem 6.4 yerine Denklem 6.3'ü kullanarak çözünüz.
2. Örnek 6.3'ü Denklem 6.3 yerine Denklem 6.4'ü kullanarak çözünüz.
3. Bir bakteri kültürü ile aşılanan sıvı besiyerinde logaritmik çoğalma evresinin başında hücre sayısı 10^4 KOB/mL iken gelişmenin 10'uncu saati sonunda 10^9 KOB/mL olmuşsa bu kültürün
 - a) Bölünme sayısını,
 - b) Bölünme hızını,
 - c) İklenme süresini hesaplayınız.

Kaynaklar

- Amézquita A., Weller C.L., Wang L., Thippareddi H., Burson D.E. (2005). Development of an integrated model for heat transfer and dynamic growth of *Clostridium perfringens* during the cooling of cooked boneless ham. *International Journal of Food Microbiology*, 101: 123–144.
- Baranyi, J., Roberts, T.A. (1994). A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *International Journal of Food Microbiology*, 23: 277–294.
- Buzrul, S. (2024). Fen Bilimleri ve Mühendislik Uygulamalarında Deneysel Verilerin Matematik Modellerle Tanımlanması. *Excel Uygulamalı Anlatım*. Akademisyen Kitabevi, Ankara.
- Buchanan, R.L., Whiting, R.C., Damert, W.C. (1997). When is simple good enough: a comparison of the Gompertz, Baranyi, and three-phase linear models for fitting bacterial growth curves. *Food Microbiology*, 14: 313–326.
- Jarvis, B. (2016). *Statistical Aspects of the Microbiological Examination of Foods*. 3rd Edition, Academic Press, London,.
- Lambert, R.J.W., Mytilinaios, I., Maitland, L., Brown, A.M. (2012). Monte Carlo simulation of parameter confidence intervals for non-linear regression analysis of biological data using Microsoft Excel. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 107: 155–163.
- Nichols, D.S., Presser, K.A., Olley, J., Ross, T., McMeekin, T.A. (2002). Variation of branched-chain fatty acids marks the normal physiological range for growth in *Listeria monocytogenes*. *Applied and Environmental Microbiology* 68: 2809–2813.
- Oscar T.P. (2002). Development and validation of a tertiary simulation model for predicting the potential growth of *Salmonella typhimurium* on cooked chicken. *International Journal of Food Microbiology*, 76:177–190.
- Öksüz, H., Buzrul, S. (2020). Monte Carlo analysis for microbial growth curves. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10: 418–423.
- Öksüz, H., Buzrul, S. (2021). Mikroorganizmaların büyüme eğrilerini tanımlamak için Excel tabanlı, kullanıcı dostu, ücretsiz bir araç: ÖK-BUZ GROFiT. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 18: 521–532.
- Özçelik, F., Halkman, A.K., Bağder-Elmacı, S. (2019). Mikroorganizma gelişmesi. Halkman, A.K. (Ed.) *Gıda Mikrobiyolojisi* içinde. Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd., ISBN: 978-605-245-683-5, pp. 23–60, Ankara.
- Peleg, M. (2006). *Advanced Quantitative Microbiology for Food and Biosystems: Models for Predicting Growth and Inactivation*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Peleg, M., Corradini, M.G. (2011). Microbial growth curves: What the models tell us and what they cannot. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51: 917–945.
- Ratkowsky, D.A. (2004). Model fitting and uncertainty. McKellar, R.C., Lu, X. (Eds.) *Modeling Mic-*

robial Responses in Food içinde. CRC Press, pp. 151–196, Boca Raton FL.

van Boekel, M.A.J.S., Zwietering, M.H. (2007). Experimental design, data processing and model fitting in predictive microbiology. Brul, S., Van Gerwen, S., Zwietering, M.H. (Eds.) *Modelling Microorganisms in Food* içinde. Woodhead Publishing Ltd., pp. 22–43, Cambridge.

van Boekel, M.A.J.S. (2008). Kinetic modeling of reactions in foods. CRC Press, Boca Raton FL.

Zwietering, M.H., Jongenburger, I., Rombouts, F.M., Van't Riet, K. (1990). Modelling of the bacterial growth curve. *Applied and Environmental Microbiology*, 56: 1875–1881.

BÖLÜM 7

STARTER KÜLTÜRLER VE GIDALARIN FERMENTASYONUNDA KULLANILAN MİKROORGANİZMALAR

Enes DERTLİ¹

Fatma Nur DEMİRBAŞ²

7-1. Giriş

Mikroorganizmalar yeryüzünde bulunan ilk canlılar olarak bilinmektedir. Başlangıçta işlevleri tam olarak açıklanamasa da özel yetenekleri dolayısıyla bazı mikroorganizmaların çeşitli gıda maddelerinin özelliklerini olumlu etkileyerek son ürün oluşumuna katkı sağlamıştır. Mikroorganizmaların gıdalara ilk başlarda tesadüfi bulaşmasıyla beraber sonrasında bilinçli ilave edilmesi, gıdanın kalitesini ve güvenliğini doğrudan etkileyen fermentasyon için kritik bir konu haline gelmiştir. Gıda endüstrisinde kullanılan bu tip mikroorganizmalara “**starter kültür**” adı verilmektedir. İngilizce bir sözcük olan starter sözcüğü; başlatan, başlatıcı harekete geçiren, anlamına gelmektedir. Gıda muhafazası ve işlenmesinde kullanılan starterler; taze, dondurulmuş ya da birden fazla kombine edilmiş canlı mikroorganizmalar olup, belirli enzimatik özelliklere sahiptirler. Saf kültürlerin başlıca işlevleri laktik asit üretimi, proteoliz ve patojen inhibisyonudur. Aynı zamanda ürüne lezzet, yapı, tekstür, görünüm bakımından arzu edilen nitelik kazandırmak amacıyla ilave edilirler. Bu bölümde, starter kültürler üzerinde durulmakla birlikte starter kültürlerin temel işlevleri, starter kültür çeşitleri, seçim kriterleri, hazırlık aşaması, kullanım yararları ve gıdalara uygulanması, back slopping gibi konu başlıkları ayrıntılı bir şekilde açıklanmaktadır.

¹ Prof.Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya ve Metalurji Mühendisliği Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, enesdertli@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-0421-6103

² Dr.Öğr.Üyesi, Trabzon Üniversitesi, Tonya Meslek Yüksekokulu, Sağlık Bakım Hizmetleri Bölümü, fatmanurdemirbas@trabzon.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1647-285X

kültürlere sınırlı erişimi olan gelişmekte olan ülkelerde ticari uygulamalar için ele alınması gereken zorluklar da sunmaktadır. Back slopping'in hem ticari hem de yerli laktik asit bakteri suşlarıyla etkili olduğu ve ithal starter kültürlerle bağımlılığı potansiyel olarak azalttığı gösterilmiştir.

7-11. GELECEKTEKİ YÖNLENDİRMELER

Araştırmalar starter kültürlerinin antibiyotik direnç genlerini edinme ve aktarma potansiyeli konusunda endişeleri gündeme getirmiştir ve potansiyel olarak bu özellikler için daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Starter kültür bakterileri tarafından üretilen inhibitör sistemleri daha net tanımlamak ve karakterize etmek için ek araştırmalara ihtiyaç vardır. İnhibitör metabolitlerin veya eylemlerin üretimini ölçmeye yönelik hızlı yöntemler, istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesini engellenmesinde olası kullanım açısından kültürlerin taranmasını geliştirecektir. Starter kültür bakterileri tarafından üretilen inhibitör sistemlerin diğer kontrol önlemleriyle kombinasyonlarının daha etkili koruma sistemleri olabileceği ortaya çıkabilmektedir. Starter kültürlerinin geleceği, muhtemelen bu zorlukların üstesinden gelmek için faydalı özelliklerinin güvenlik hususları ve teknolojik gelişmelerle dengelenmesini içerecektir.

Bölüm sonu soruları

1. Starter kültür nedir? Starter kültür olarak kullanılan mikroorganizmalara örnek veriniz.
2. Starter kültürlerin temel işlevleri nelerdir? Açıklayınız.
3. Starter kültür çeşitleri nelerdir? Açıklayınız.
4. Optimum gelişme sıcaklıklarına göre starter kültürleri sınıflandırınız.
5. Starter kültürlerin seçim kriterleri nelerdir? Açıklayınız.
6. Starter kültürlerin hazırlanması aşamasında dikkat edilecek hususlar nelerdir?
7. Starter kültür kullanım yararları hakkında bilgi veriniz.
8. Starter kültürlerin gıdalara uygulanmasına örnekler vererek, açıklayınız.

KAYNAKLAR

- Akoğlu, A., Yaman, H., Coşkun, H., & Sarı, K. (2017). Mengen peynirinden laktik asit bakterilerinin İzolasyonu, moleküler tanımlanması ve bazı starter kültür Özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 453-459.
- Alp, D., & Öner, Z. (2014). Bazı laktik asit bakterilerinin antibiyotik dirençlilikleri ve aroma maddeleri oluşturma özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda*, 39(6), 331-337.
- Ammor, M. S., & Mayo, B. (2007). Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: An update. *Meat science*, 76(1), 138-146.
- Beshkova, D., Simova, E., Frengova, G., & Simov, Z. (1998). Production of flavour compounds by

- yogurt starter cultures. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 20(3-4), 180-186.
- Bintsis, T. (2018). Lactic acid bacteria as starter cultures: An update in their metabolism and genetics. *AIMS microbiology*, 4(4), 665.
- Choińska, R., Piasecka-Jóźwiak, K., Woźniak, Ł., Świder, O., Bartosiak, E., Bujak, M., & Roszko, M. L. (2022). Starter culture-related changes in free amino acids, biogenic amines profile, and antioxidant properties of fermented red beetroot grown in Poland. *Scientific Reports*, 12(1), 20063.
- Collins YF, McSweeney PL, Wilkinson M.G (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *International Dairy Journal*, 13 (11): 841-866.
- Condessa, B. M. B., da Silva, K. V., da Silva, J. F. M., de Moraes, P. B., Leal Zimmer, F. M., de Almeida, A. F., ... & Santos, C. C. A. D. A. (2022). Performance of wild *Saccharomyces* and Non-*Saccharomyces* yeasts as starter cultures in dough fermentation and bread making. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(5), 3046-3059.
- De Vuyst, L., De Vin, F., Vaningelgem, F., & Degeest, B. (2001). Recent developments in the biosynthesis and applications of heteropolysaccharides from lactic acid bacteria. *International Dairy Journal*, 11(9), 687-707.
- Dertli, E. (2015). Isolation and identification of an exopolysaccharide producer *Streptococcus thermophilus* strain from Turkish yogurt. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(2).
- Diñçer, E., & Kivanç, M. (2018). Lipolytic activity of lactic acid bacteria isolated from Turkish pastırma. *Anadolu University Journal of Science and Technology C-Life Sciences and Biotechnology*, 7(1), 12-19.
- Garcia-Diez, J., & Saraiva, C. (2021). Use of starter cultures in foods from animal origin to improve their safety. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2544.
- Goktas, H., Dikmen, H., Demirbas, F., Sagdic, O., & Dertli, E. (2021). Characterisation of probiotic properties of yeast strains isolated from kefir samples. *International Journal of Dairy Technology*, 74(4), 715-722.
- Imhof, R., Glättli, H., & Bosset, J. O. (1994). Volatile organic aroma compounds produced by thermophilic and mesophilic mixed strain dairy starter cultures. *LWT-Food Science and Technology*, 27(5), 442-449.
- Jolly, L., Newell, J., Porcelli, I., Vincent, S. J., & Stingle, F. (2002). *Lactobacillus helveticus* glycosyltransferases: from genes to carbohydrate synthesis. *Glycobiology*, 12(5), 319-327.
- Kılıç, G. B., Kaçar, H., Özkan, S., BALLI, S., Sönmez, E., & Erfilibeli, O. Tereyağı Örneklerinden Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu, Karakterizasyonu ve Bazı Endüstriyel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(2), 223-229.
- Kieliszek, M., Pobięga, K., Piwowarek, K., & Kot, A. M. (2021). Characteristics of the proteolytic enzymes produced by lactic acid bacteria. *Molecules*, 26(7), 1858.
- Labbo, Z., Onuh, O. A., Mbochi, A. C., Shanu, M. A., Olukotun, G. B., Wood, T. T., & Okolie, E. C. (2021). Studies on the effectiveness of wild and commercial strains of lactic acid bacteria starter culture during backslipping for yoghurt production. *Journal of Advances in Microbiology*, 21(12), 150-156.
- Lacroix, N., St-Gelais, D., Champagne, C. P., Fortin, J., & Vuilleumard, J. C. (2010). Characterization of aromatic properties of old-style cheese starters. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3427-3441.
- Laranjo, M., Potes, M. E., & Elias, M. (2019). Role of starter cultures on the safety of fermented meat products. *Frontiers in microbiology*, 10, 853.
- Liu, M., Bayjanov, J.R., Renckens, B., Nauta, A., & Siezen, R.J. (2010). The proteolytic system of lactic acid bacteria revisited: a genomic comparison. *BMC Genomics*, 11, 36 - 36.
- Liu, S., Yang, L., Zhou, Y., He, S., Li, J., Sun, H., ... & Xu, S. (2019). Effect of mixed moulds starters on volatile flavor compounds in rice wine. *Lwt*, 112, 108215.
- Nejati, F., Junne, S., & Neubauer, P. (2020). A big world in small grain: a review of natural milk kefir starters. *Microorganisms*, 8(2), 192.

- Oğuz, Ş., & Andiç, S. (2019). Peynir üretiminde kullanılan starter kültürler. *Gıda*, 44(6), 1174-1196.
- Olukotun, G. B., Salami, S. A., Okon, I. J., Ahmadu, J. H., Ajibulu, O. O., & Bello, Z. (2021). Assessment of the effects of back sloping on some starter culture strains and the organoleptic qualities of their yoghurt products. *Asian Food Science Journal*, 20(9), 29-36.
- Parente, E., Cogan, T. M., & Powell, I. B. (2017). Starter cultures: general aspects. In *Cheese* (pp. 201-226). Academic Press.
- Pérez-Alva, A., MacIntosh, A. J., Baigts-Allende, D. K., García-Torres, R., & Ramírez-Rodrigues, M. M. (2022). Fermentation of algae to enhance their bioactive activity: A review. *Algal Research*, 64, 102684.
- Pilevar, Z., & Hosseini, H. (2017). Effects of starter cultures on the properties of meat products: A review. *Annual Research & Review in Biology*, 17(6), 1-17.
- Sarıca, E. (2022). Kefirin üretimi, özellikleri ve alkol içeriği. *Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 69-82.
- Sarıtaş, S., Duman, H., & Karav, S. (2024). Nutritional and functional aspects of fermented algae. *International Journal of Food Science & Technology*, 59(8), 5270-5284.
- Soykut, E. A., & Tunail, N. (2009). Süt endüstrisinde sorun yaratan termofilik fajlar. *Gıda*, 34(2), 107-113.
- Świder, O., Roszko, M. Ł., Wójcicki, M., Bujak, M., Szczepańska, M., Juszcuk-Kubiak, E., ... & Cieślak, H. (2023). Non-aminobiogenic starter cultures in a model system of cucumber fermentation. *Lwt*, 177, 114574.
- Tieking, M., Korakli, M., Ehrmann, M. A., Gänzle, M. G., & Vogel, R. F. (2003). In situ production of exopolysaccharides during sourdough fermentation by cereal and intestinal isolates of lactic acid bacteria. *Applied and environmental microbiology*, 69(2), 945-952.
- Tokath, M., Elmacı, S. B., İşleyen, N. A., & Özçelik, F. (2019). Seçilmiş endojen laktik starter kültürler ile turşu üretimi. *Gıda*, 44(4), 742-757.

BÖLÜM 8

PROBİYOTİKLER VE YENİ NESİL PROBİYOTİKLER

Talha DEMİRCİ¹

8.1. Probiyotiklerin tarihçesi ve tanımı

Probiyotiklerin tarihini Milattan Önce (M.Ö) 10000'lerdeki ilk fermente gıda ve içeceklerin üretilmesi ile veya M.Ö 7000'li yıllardaki fermente içeceklerin üretiminde kullanılan mikroorganizmalarla başlatan kaynaklar olsa da bu bölümde o kadar eskilere gitmeden yakın tarihe uzanan probiyotik geçmişi anlatılacaktır. 1800'lü yıllarda fazla fermente süt ürünü tüketmenin sağlığa faydası bazı bilim adamları tarafından keşfedilmiştir fakat bu olumlu sağlık etkisinin sebebi tam olarak ortaya konulamamıştır. Modern gıda mikrobiyolojisinin kurucusu olarak bilinen Louis Pasteur (1822-1895) fermantasyon proseslerinden sorumlu bakteri ve mayaları tanımlamıştır fakat o da bu mikropları herhangi bir sağlık faydası ile bağdaştıramamıştır. 1899 yılında Pasteur Enstitüsü'nden araştırmacı Henry Tissier (1866-1916) anne sütüyle beslenen bebeklerin dışkılarından bifidobakterileri ilk kez izole etmiş ve 1906 yılında bu bakterilerin bağırsakta patojenlerle mücadele edebileceğini iddia etmiştir. Daha evvel Pasteur ile de çalışmış olan İlya İltich Meçnikov (1845-1916) 1905 yılında Bulgar köylülerin görece uzun ömürlü olmalarını bolca tükettikleri yoğurdun mayalanmasını sağlayan laktobasillere ve bu bakterilerin bağırsaktaki varlığına bağlamıştır.

Probiyotikler konusunda ilk insan çalışması ise 1922 yılında gerçekleştirilmiş ve *Lactobacillus acidophilus* bakterisi uygulanan kronik kabızlık, ishal ve egzama rahatsızlıkları olan 30 kişide iyileşmeler gözlenmiştir. 1940'lı yıllar mikrobiyologlar için sağlık faydası sunan mikroplarla ilgilenmek yerine daha çok patojen mikroorganizmalarla ilgilenerek geçerken, 1950'lerden sonra ise yeni probiyotiklerin izolasyonu, karakterizasyonu ve etki mekanizmaları üzerine çalışmalar hız kazanmıştır. Coloradoda (ABD) cerrahlık yapan Eiseman ve arkadaşlarının sonradan 'fokal mikrobiyota transplantasyonu' olarak adlandırılacak ve bir çeşit özel probiyotik tedavisi olarak sınıflandırılacak şekilde psödOMEMBRA-

¹ Doç.Dr., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, talahademirci@selcuk.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-3664-3502

Bölüm sonu soruları

1. Bir mikroorganizmaya probiyotik denilebilmesi için hangi özellikleri taşıması gerekmektedir?
2. Isıl işlem gören ürünlere probiyotikler nasıl kullanılabilir? Alınabilecek önlemleri yazınız.

KAYNAKLAR

- Binda S., Hill C., Johansen E., Obis D., Pot B., Sanders M.E., Tremblay A. Ouwehand, A.C. (2020). Criteria to qualify microorganisms as “probiotic” in foods and dietary supplements. *Frontiers in Microbiology*, 11: 1662.
- Bontsidis C., Mallouchos A., Terpou A., Nikolaou A., Batra G., Mantzourani, I., Alexopoulos A., Plessas S. (2021). Microbiological and chemical properties of chokeberry juice fermented by novel lactic acid bacteria with potential probiotic properties during fermentation at 4 C for 4 weeks. *Foods*, 10(4): 768.
- Bunešová V., Vlková E., Rada V., Ročková Š., Svobodová I., Jebavý L., Kmet V. (2012). *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* strains isolated from dog faeces. *Veterinary Microbiology*, 160(3-4): 501-505.
- Cunningham M., Azcarate-Peril M.A., Barnard A., Benoit V., Grimaldi R., Guyonnet D., Holscher H.D., Hunter K., Manurung S., Obis D., Petrova M.I., Steinert R.E., Swanson K.S., van Sinderen D., Vulevic J., Gibson, G.R. (2021). Shaping the future of probiotics and prebiotics. *Trends in Microbiology*, 29(8): 667-685.
- De Filippis F., Esposito A., Ercolini D. (2022). Outlook on next-generation probiotics from the human gut. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 79(2): 76.
- de Melo Pereira G.V., de Oliveira Coelho B., Júnior A.I.M., Thomaz-Soccol V., Soccol, C.R. (2018). How to select a probiotic? A review and update of methods and criteria. *Biotechnology Advances*, 36(8): 2060-2076.
- Demirci T. (2023a). Yeni Nesil Probiyotikler: Taksonimleri, Güvenlikleri, Uygulamaları ve Potansiyel Sağlık Faydaları. In A. Oraç (Ed.), *Gıdanın Geleceği* (Vol. 1, pp. 295-323): Nobel Akademik Yayıncılık.
- Demirci T. (2023b). Yeni Nesil Probiyotiklerin Üretim ve Uygulamalarında Karşılaşılan Zorluklar ve Çözüm Yolları. In C. Baltacıoğlu (Ed.), *Gıda İşleme ve Üretiminde Yenilikçi Teknolojiler* (Vol. 1, pp. 193-209): Akademisyen Yayınevi.
- Derrien M., van Hylckama Vlieg J.E. (2015). Fate, activity, and impact of ingested bacteria within the human gut microbiota. *Trends in Microbiology*, 23(6): 354-366.
- Fijan S. (2014). Microorganisms with claimed probiotic properties: an overview of recent literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(5): 4745-4767.
- Fonseca M., Vedor R., Barbosa J.C., Gomes A.M., Machado D. (2024). Can a functional cheese spread incorporating *Akkermansia muciniphila* deliver beneficial physicochemical and biological properties while enhancing probiotic stability and viability during aerobic storage and in vitro digestion? *LWT*, 200: 116187.
- Gao H., Li X., Chen X., Hai D., Wei C., Zhang L., Li, P. (2022). The functional roles of *Lactobacillus acidophilus* in different physiological and pathological processes. *Journal of microbiology and biotechnology*, 32(10): 1226.
- Gktsaki I., Potsaki P., Dimou I., Laskari Z., Koutelidakis A., Giaouris, E. (2024). Development of a functional Greek sheep yogurt incorporating a probiotic *Lactocaseibacillus rhamnosus* wild-type strain as adjunct starter culture. *Heliyon*, 10(2).
- González-Orozco B.D., McGovern C.J., Barringer S.A., Simons C., Jiménez-Flores R., Alvarez V.B.

- (2024). Development of probiotic yogurt products incorporated with *Lactobacillus kefiranofaciens* OSU-BSGOA1 in mono-and co-culture with *Kluyveromyces marxianus*. *Journal of Dairy Science*.
- Guarner F., Khan A.G., Garisch J., Eliakim R., Gangl A., Thomson A., Krabshuis J., Lemair T., Kaufmann P., de Paula J.A., Fedorak R., Shanahan F., Sanders M.E., Szajewska H., Ramakrishna B.S., Karakan T., Tarkan., Kim N. (2012). World gastroenterology organisation global guidelines: probiotics and prebiotics october 2011. *Journal of clinical gastroenterology*, 46(6): 468-481.
- Hadidi M., Majidiyan N., Jelyani A.Z., Moreno A., Hadian Z., Mousavi Khanegah, A. (2021). Alginate/fish gelatin-encapsulated *Lactobacillus acidophilus*: A study on viability and technological quality of bread during baking and storage. *Foods*, 10(9): 2215.
- Hill C., Guarner F., Reid G., Gibson G.R., Merenstein D.J., Pot B., Morelli L., Canini R.B., Flint H.J., Salminen S., Calder P.C., Sanders M.E. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*.
- Huang C.-H., Lin Y.-C., Jan, T.-R. (2017). *Lactobacillus reuteri* induces intestinal immune tolerance against food allergy in mice. *Journal of functional foods*, 31: 44-51.
- Isolauri E., Salminen S., Ouwehand A.C. (2004). Probiotics. *Best practice & research Clinical gastroenterology*, 18(2): 299-313.
- Latif A., Shehzad A., Niazi S., Zahid A., Ashraf W., Iqbal M.W., Rehman A., Riaz T., Aadil R.M., Khan I.M., Özogul F., Rocha J.M., Esatbeyoglu T., Korma S.A. (2023). Probiotics: Mechanism of action, health benefits and their application in food industries. *Frontiers in microbiology*, 14: 1216674.
- Lee N.-K., Kim W.-S., Paik, H.-D. (2019). *Bacillus* strains as human probiotics: characterization, safety, microbiome, and probiotic carrier. *Food science and biotechnology*, 28: 1297-1305.
- Lucatto J.N., da Silva-Buzanello R.A., de Mendonça S.N.T.G., Lazarotto T.C., Sanchez J.L., Bona E., Drunkler D.A. (2020). Performance of different microbial cultures in potentially probiotic and prebiotic yoghurts from cow and goat milks. *International journal of dairy technology*, 73(1): 144-156.
- Marnpae M., Chusak C., Balmori V., Kamonsuwan K., Dahlan W., Nhujak T., Hamid N., Adisakwatana, S. (2022). Probiotic Gac fruit beverage fermented with *Lactobacillus paracasei*: Physicochemical properties, phytochemicals, antioxidant activities, functional properties, and volatile flavor compounds. *LWT*, 169: 113986.
- McFarland L.V. (2015). From yaks to yogurt: the history, development, and current use of probiotics. *Clinical Infectious Diseases*, 60: S85-S90.
- Meenu M., Kaur S., Kaur M., Mradula M., Khandare K., Xu B., Pati, P.K. (2024). The golden era of fruit juices-based probiotic beverages: Recent advancements and future possibilities. *Process Biochemistry*.
- Metchnikoff I.I. (2004). *The prolongation of life: optimistic studies*: Springer Publishing Company.
- Monteagudo-Mera A., Rodríguez-Aparicio L., Rúa J., Martínez-Blanco H., Navasa N., García-Armeño M.R., Ferrero M.Á. (2012). In vitro evaluation of physiological probiotic properties of different lactic acid bacteria strains of dairy and human origin. *Journal of functional foods*, 4(2): 531-541.
- Munir A., Javed G.A., Javed S., Arshad N. (2022). *Levilactobacillus brevis* from carnivores can ameliorate hypercholesterolemia: In vitro and in vivo mechanistic evidence. *Journal of applied microbiology*, 133(3): 1725-1742.
- Nguyen B.T., Bujna E., Fekete N., Tran A.T., Rezessy-Szabo J.M., Prasad R., Nguyen Q.D. (2019). Probiotic beverage from pineapple juice fermented with *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *Frontiers in nutrition*, 6: 54.
- Organization W.H. (2004). Food and agriculture organization of the United Nations. Vitamin and mineral requirements in human nutrition, 2: 17-299.

- Ozen M., Dinleyici E. (2015). The history of probiotics: the untold story. *Beneficial microbes*, 6(2): 159-165.
- Öztürk H.İ., Demirci T., Akın N. (2018). Production of functional probiotic ice creams with white and dark blue fruits of *Myrtus communis*: The comparison of the prebiotic potentials on *Lactobacillus casei* 431 and functional characteristics. *LWT*, 90: 339-345.
- Ren D., Li C., Qin Y., Yin R., Du S., Ye F., Liu C., Wang M., Li Y., Sun Y., Li X., Tian M., Jin N. (2014). In vitro evaluation of the probiotic and functional potential of *Lactobacillus* strains isolated from fermented food and human intestine. *Anaerobe*, 30: 1-10.
- Ryan K.A., Jayaraman T., Daly P., Canchaya C., Curran S., Fang F., Quigley E.M., O'Toole, P.W. (2008). Isolation of lactobacilli with probiotic properties from the human stomach. *Letters in applied microbiology*, 47(4): 269-274.
- Saber A., Alipour B., Faghfoori Z., Yari Khosroushahi A. (2017). Cellular and molecular effects of yeast probiotics on cancer. *Critical Reviews in Microbiology*, 43(1): 96-115.
- Sanders M.E. (2011). Impact of probiotics on colonizing microbiota of the gut. *Journal of clinical gastroenterology*, 45: S115-S119.
- Sengun I. Y., Kirmizigul A., Atlama K., Yilmaz B. (2020). The viability of *Lactobacillus rhamnosus* in orange juice fortified with nettle (*Urtica dioica* L.) and bioactive properties of the juice during storage. *LWT*, 118: 108707.
- Shamekhi S., Abdolizadeh J., Ostadrahimi A., Mohammadi S.A., Barzegari A., Lotfi H., Bonabi E., Zarghami N. (2020). Apoptotic effect of *Saccharomyces cerevisiae* on human colon cancer SW480 cells by regulation of Akt/NF- κ B signaling pathway. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 12: 311-319.
- Siriwardhana J., Rasika D., Yapa D., Weerathilake W., Priyashantha H. (2024). Enhancing Probiotic Survival and Quality of Fermented Goat Milk Beverages with Bael (*Aegle marmelos*) Fruit Pulp. *Food Chemistry Advances*, 100792.
- Terpou A., Papadaki A., Lappa I.K., Kachrimanidou V., Bosnea L.A., Kopsahelis N. (2019). Probiotics in food systems: Significance and emerging strategies towards improved viability and delivery of enhanced beneficial value. *Nutrients*, 11(7): 1591.
- Yang A., Liao Y., Zhu J., Zhang J., Wu Z., Li X., Tong P., Chen H., Wang S., Liu, Z. (2021). Screening of anti-allergy *Lactobacillus* and its effect on allergic reactions in BALB/c mice sensitized by soybean protein. *Journal of functional foods*, 87: 104858.
- Yoon H.S., Cho C.H., Yun M.S., Jang S.J., You H.J., Kim J.-H., Han D., Cha K.H., Moon S.H., Lee, K., Kim Y.J., Lee S.-J., Nam T.-W., Ko G. (2021). *Akkermansia muciniphila* secretes a glucagon-like peptide-1-inducing protein that improves glucose homeostasis and ameliorates metabolic disease in mice. *Nature microbiology*, 6(5): 563-573.
- Zhu K., Hölzel C.S., Cui Y., Mayer R., Wang Y., Dietrich R., Didier A., Bassitta R., Märthlbauer E., Ding, S. (2016). Probiotic *Bacillus cereus* strains, a potential risk for public health in China. *Frontiers in microbiology*, 7: 718.
- Zhu Z., Sun H., Shen K., Liu Y., Nie R., Liu, G. (2024). Preparation and properties of biofilm-states *Bifidobacterium adolensentis* Gr19 under dynamic culture system and its application on probiotic ice cream manufacture. *Food Bioscience*, 57: 103580.
- Zielinska D. Kolozym-Krajewska D. (2018) Food origin lactic acid bacteria may exhibit probiotic properties: Review. *Biomedical Research International*.

BÖLÜM 9

MİKROBİYAL ORJİNLI GIDA BİYOKORUYUCULARI

Çiğdem KONAK GÖKTEPE¹

9.1. Giriş

Dünya nüfusunun sürekli arttığı ve insan tüketimi için üretilen gıdaların yaklaşık üçte birinin kaybolduğu veya israf edildiği göz önüne alındığında, günümüzde gıda kayıpları dünya çapında büyük bir endişe kaynağıdır. Bu kayıplar gıdalarda üretim, işleme, dağıtım ve depolama aşamalarında meydana gelmektedir. Küresel gıda kayıplarının nedenleri ürünlerde meydana gelebilecek çok çeşitli kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar olabilir. Ancak ürün kalitesi ve gıda güvenliğini etkileyen mikrobiyal bozulma bu kayıplarda önemli bir rol oynamaktadır.

Gıda ürünlerinin karmaşık üretim ve dağıtım zinciri, mikroorganizmaların gelişebileceği ve uyum sağlayabileceği ekolojik nişler oluşturmaktadır. Gıda güvenliğini sağlamak için bozucu ve patojenik mikroorganizmaların gelişimi kontrol altına alınmalıdır. Bu nedenle, gıda bilimi ve teknolojisi sürdürülebilir gıda kalitesi ve gıda güvenliği konusunda gıdaların üretim veya depolama süresi boyunca besinsel, duyuşal ve mikrobiyolojik kalitesini korumayı hedef almaktadır. Ayrıca gıda sektöründe gıdaların raf ömrünü artırmak, kalite kayıplarını önlemek, güvenilir ve sağlıklı kalabilmelerini sağlamak için birçok gıda koruma yöntemi uygulanmaktadır. Bunlar arasında koruyucu maddelerin kullanımı gibi kimyasal yöntemler; ısı işlem, kurutma, dondurma ve ambalajlama gibi fiziksel yöntemler ve çeşitli mikroorganizmaların doğal ve kontrollü fermantasyonu sırasında antimikrobiyal metabolitlerin oluşumu gibi biyolojik yöntemler yer almaktadır. Değişen tüketici alışkanlıkları, küreselleşen gıda sektörü, doğal ve az işlenmiş gıdalara olan talep gıda muhafaza yöntemleri arasında biyolojik yöntemlerin popüleritesini arttırmıştır.

Gıdaların doğal veya kontrollü mikrobiyotalarıyla ya da antimikrobiyal metabolitler kullanılarak korunması, kimyasal koruma uygulamalarıyla karışmaması adına biyokoruma olarak adlandırılmaktadır. Biyokoruma, flora ve faunadan (bir bölgedeki tüm hayvan

¹ Dr.Öğr.Üyesi, Selçuk Üniversitesi, Karapınar Aydoğanlar Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, ckonak@selcuk.edu.tr, eckonak@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-4615-1050

4. H₂O₂'nin mikroorganizmalar üzerindeki inhibisyon etkisini açıklayınız.
5. Bakteriyosin nedir tanımını yaparak, laktik asit bakterileri tarafından üretilen bakteriyosinleri listeleyiniz.
6. Bakteriyosinler nasıl gruplandırılır? Her gruptan bir örnek veriniz.
7. Bakteriyofajların antibakteriyel etki mekanizmasını açıklayınız.
8. Mikrobiyal orijinli biyokoruyucuların gıda sistemlerindeki uygulama teknikleri hakkında bilgi veriniz.

KAYNAKLAR

- Adams, M. R., Moss, M. O. (2008). *Food microbiology* (Third Edition ed.). Royal society of chemistry.
- Ahamad, N., Marth, E. H. (1989). Behavior of *Listeria monocytogenes* at 7, 13, 21, and 35 C in tryptose broth acidified with acetic, citric, or lactic acid. *Journal of Food Protection*, 52(10): 688-695.
- Akbar, A., Ali, I., Anal, A. (2016). Industrial perspectives of lactic acid bacteria for biopreservation and food safety. *JAPS: Journal of Animal and Plant Sciences*, 26(4): 938-948.
- Ameen, S. M., Caruso, G. (2017). *Lactic acid in the food industry*. Springer.
- Antone, U., Ciprova, I., Zolovs, M., Scerbaka, R., Liepins, J. (2022). Propionic acid fermentation—study of substrates, strains, and antimicrobial properties. *Fermentation*, 9(1): 26.
- Aymerich, T., Picouet, P. A., Monfort, J. M. (2008). Decontamination technologies for meat products. *Meat Science*, 78(1-2): 114-129.
- Baird-Parker, A. (1980). Organic acids. *Microbial Ecology of Foods*, 1: 126.
- Ben Said, L., Gaudreau, H., Dallaire, L., Tessier, M., Fliss, I. (2019). Bioprotective culture: A new generation of food additives for the preservation of food quality and safety. *Industrial Biotechnology*, 15(3): 138-147.
- Ceugniez, A., Coucheney, F., Jacques, P., Daube, G., Delcenserie, V., Drider, D. (2017). Anti-Salmonella activity and probiotic trends of *Kluyveromyces marxianus* S-2-05 and *Kluyveromyces lactis* S-3-05 isolated from a French cheese, Tomme d'Orchies. *Research in Microbiology*, 168(6): 575-582.
- Costa, J. C. C. P., Bover-Cid, S., Bolívar, A., Zurera, G., Pérez-Rodríguez, F. (2019). Modelling the interaction of the sakacin-producing *Lactobacillus sakei* CTC494 and *Listeria monocytogenes* in filleted gilthead sea bream (*Sparus aurata*) under modified atmosphere packaging at isothermal and non-isothermal conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 297: 72-84.
- Crowley, S., Mahony, J., van Sinderen, D. (2013). Current perspectives on antifungal lactic acid bacteria as natural bio-preservatives. *Trends in Food Science and Technology*, 33(2): 93-109.
- Cuevas-González, P., Liceaga, A., Aguilar-Toalá, J. (2020). Postbiotics and paraprobiotics: From concepts to applications. *Food Research International*, 136: 109502.
- Drosinos, E., Mataragas, M., Metaxopoulos, J. (2005). Biopreservation: A new direction towards food safety. *New developments in food policy, control and research*, 31-64.
- Fraise, A. P., Wilkinson, M., Bradley, C., Oppenheim, B., Moiemmen, N. (2013). The antibacterial activity and stability of acetic acid. *Journal of Hospital Infection*, 84(4): 329-331.
- García, P., Rodríguez, L., Rodríguez, A., Martínez, B. (2010). Food biopreservation: promising strategies using bacteriocins, bacteriophages and endolysins. *Trends in Food Science and Technology*, 21(8): 373-382.
- Hosseini, S. A., Abbasi, A., Sabahi, S., Khani, N. (2021). Application of postbiotics produced by lactic acid bacteria in the development of active food packaging. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 12: 6164-6183.
- Hui, Y. H., Evranuz, E. Ö. (2016). *Handbook of animal-based fermented food and beverage technology* (Vol. 1). CRC press.

- Jay, J. M. (1982a). Antimicrobial properties of diacetyl. *Applied and Environmental Microbiology*, 44(3): 525-532.
- Jay, J. M. (1982b). Effect of diacetyl on foodborne microorganisms. *Journal of Food Science*, 47(6): 1829-1831.
- Kasimin, M. E., Shamsuddin, S., Molujin, A. M., Sabullah, M. K., Gansau, J. A., Jawan, R. (2022). Enterocin: Promising Biopreservative Produced by *Enterococcus* sp. *Microorganisms*, 10(4): 684.
- Katla, T., Møretro, T., Sveen, I., Aasen, I., Axelsson, L., Rørvik, L., Naterstad, K. (2002). Inhibition of *Listeria monocytogenes* in chicken cold cuts by addition of sakacin P and sakacin P-producing *Lactobacillus sakei*. *Journal of Applied Microbiology*, 93(2): 191-196.
- Khorshidian, N., Khanniri, E., Mohammadi, M., Mortazavian, A. M., Yousefi, M. (2021). Antibacterial activity of pediocin and pediocin-producing bacteria against *Listeria monocytogenes* in meat products. *Frontiers in Microbiology*, 12: 709959.
- Lanciotti, R., Patrignani, F., Bagnolini, F., Guerzoni, M. E., Gardini, F. (2003). Evaluation of diacetyl antimicrobial activity against *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus*. *Food Microbiology*, 20(5): 537-543.
- Leyva Salas, M., Mounier, J., Valence, F., Coton, M., Thierry, A., Coton, E. (2017). Antifungal microbial agents for food biopreservation—A review. *Microorganisms*, 5(3): 37.
- Lone, A., Anany, H., Hakeem, M., Aguis, L., Avdjian, A.-C., Bouget, M., Atashi, A., Brovko, L., Rochefort, D., Griffiths, M. W. (2016). Development of prototypes of bioactive packaging materials based on immobilized bacteriophages for control of growth of bacterial pathogens in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 217: 49-58.
- Mapelli, C., Musatti, A., Barbiroli, A., Saini, S., Bras, J., Cavicchioli, D., Rollini, M. (2019). Cellulose nanofiber (CNF)-sakacin-A active material: production, characterization and application in storage trials of smoked salmon. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(10): 4731-4738.
- Maragkoudakis, P. A., Mountzouris, K. C., Psyrras, D., Cremonese, S., Fischer, J., Cantor, M. D., Tsakalidou, E. (2009). Functional properties of novel protective lactic acid bacteria and application in raw chicken meat against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enteritidis*. *International Journal of Food Microbiology*, 130(3): 219-226.
- Martinez, R. C. R., Staliano, C. D., Vieira, A. D. S., Villarreal, M. L. M., Todorov, S. D., Saad, S. M. I., Franco, B. D. G. d. M. (2015). Bacteriocin production and inhibition of *Listeria monocytogenes* by *Lactobacillus sakei* subsp. *sakei* 2a in a potentially synbiotic cheese spread. *Food Microbiology*, 48: 143-152.
- Moghanjoughi, Z. M., Bari, M. R., Khaledabad, M. A., Almasi, H., Amiri, S. (2020). Bio-preservation of white brined cheese (Feta) by using probiotic bacteria immobilized in bacterial cellulose: Optimization by response surface method and characterization. *LWT - Food Science and Technology*, 117: 108603.
- Monteiro, S. S., Schnorr, C. E., Pasquali, M. A. d. B. (2023). Paraprobiotics and postbiotics—current state of scientific research and future trends toward the development of functional foods. *Foods*, 12(12): 2394.
- Nataraj, B. H., Ali, S. A., Behare, P. V., Yadav, H. (2020). Postbiotics-parabiotics: The new horizons in microbial biotherapy and functional foods. *Microbial Cell Factories*, 19: 1-22.
- Ngongang, M. M., Ntwampe, S., du Plessis, H., Jolly, N., Mekuto, L. (2017). Biopreservatives from yeasts with antimicrobial activity against common food, agricultural produce and beverage spoilage organisms. *Book Antimicrobial Research: Novel Bioknowledge and Educational Programs*, Series(6): 219-228.
- Obeso, J. M., Martínez, B., Rodríguez, A., García, P. (2008). Lytic activity of the recombinant staphylococcal bacteriophage ΦH5 endolysin active against *Staphylococcus aureus* in milk. *International Journal of Food Microbiology*, 128(2): 212-218.
- Ozer, B., Akdemir-Evrendilek, G. (2014). Dairy microbiology and biochemistry: recent developments.

- Pawlowska, A. M., Zannini, E., Coffey, A., Arendt, E. K. (2012). "Green preservatives": combating fungi in the food and feed industry by applying antifungal lactic acid bacteria. *Advances in Food and Nutrition Research*, 66: 217-238.
- Pereira, P. R., Freitas, C. S., Paschoalin, V. M. (2021). Saccharomyces cerevisiae biomass as a source of next-generation food preservatives: evaluating potential proteins as a source of antimicrobial peptides. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(5): 4450-4479.
- Punia Bangar, S., Suri, S., Trif, M., Ozogul, F. (2022). Organic acids production from lactic acid bacteria: A preservation approach. *Food Bioscience*, 46: 101615.
- Radiati, L., Hati, D., Fardiaz, D., Sari, L. (2022). Effect of Saccharomyces cerevisiae on probiotic properties of goat milk kefir. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Ramos-Vivas, J., Elexpuru-Zabaleta, M., Samano, M. L., Barrera, A. P., Forbes-Hernández, T. Y., Giampieri, F., Battino, M. (2021). Phages and enzybiotics in food biopreservation. *Molecules*, 26(17): 5138.
- Ray, B. (2019). *Food biopreservatives of microbial origin*. CRC press.
- Ray, B., Bhunia, A. (2013). *Fundamental food microbiology* (5th Edition ed.). CRC Press.
- Ray, B., Sandine, W. E. (2019). Acetic, propionic, and lactic acids of starter culture bacteria as biopreservatives. In *Food biopreservatives of microbial origin*, pp. 103-136. CRC press.
- Rendueles, C., Duarte, A. C., Escobedo, S., Fernández, L., Rodríguez, A., García, P., Martínez, B. (2022). Combined use of bacteriocins and bacteriophages as food biopreservatives. A review. *International Journal of Food Microbiology*, 368: 109611.
- Robinson, R. K. (2014). *Encyclopedia of food microbiology*. Academic press.
- Rollini, M., Musatti, A., Cavicchioli, D., Bussini, D., Farris, S., Rovera, C., Romano, D., De Benedetti, S., Barbiroli, A. (2020). From cheese whey permeate to Sakacin-A/bacterial cellulose nanocrystal conjugates for antimicrobial food packaging applications: a circular economy case study. *Scientific Reports*, 10(1): 21358.
- Sanchez-Salas, J. L., Solis-Balandra, M. A. (2024). Bacteriocins, Underestimated Antimicrobials.
- Schnürer, J., Magnusson, J. (2005). Antifungal lactic acid bacteria as biopreservatives. *Trends in Food Science and Technology*, 16(1): 70-78.
- Shehata, M. G., Badr, A. N., El Sohaimy, S. A., Asker, D., Awad, T. S. (2019). Characterization of antifungal metabolites produced by novel lactic acid bacterium and their potential application as food biopreservatives. *Annals of Agricultural Sciences*, 64(1): 71-78.
- Shi, L. H., Balakrishnan, K., Thiagarajah, K., Ismail, N. I. M., Yin, O. S. (2016). Beneficial properties of probiotics. *Tropical Life Sciences Research*, 27(2): 73.
- Singh, P., Wani, A. A., Karim, A. A., Langowski, H.-C. (2012). The use of carbon dioxide in the processing and packaging of milk and dairy products: A review. *International Journal of Dairy Technology*, 65(2): 161-177.
- Skariyachan, S., Govindarajan, S. (2019). Biopreservation potential of antimicrobial protein producing *Pediococcus* spp. towards selected food samples in comparison with chemical preservatives. *International Journal of Food Microbiology*, 291: 189-196.
- Soltani, S., Couture, F., Boutin, Y., Ben Said, L., Cashman-Kadri, S., Subirade, M., Biron, E., Fliss, I. (2021). In vitro investigation of gastrointestinal stability and toxicity of 3-hydroxypropionaldehyde (reuterin) produced by *Lactobacillus reuteri*. *Toxicology Reports*, 8: 740-746.
- Wang, C., Chang, T., Yang, H., Cui, M. (2015). Antibacterial mechanism of lactic acid on physiological and morphological properties of *Salmonella Enteritidis*, *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, 47: 231-236.
- Wessels, S., Axelsson, L., Hansen, E. B., De Vuyst, L., Laulund, S., Lähteenmäki, L., Lindgren, S., Mollet, B., Salminen, S., von Wright, A. (2004). The lactic acid bacteria, the food chain, and their regulation. *Trends in Food Science and Technology*, 15(10): 498-505.
- Yusuf, M. (2018). Natural antimicrobial agents for food biopreservation. In *Food packaging and preservation*, pp. 409-438. Elsevier.

BÖLÜM 10

MIKROBİYAL ORİJİNLİ GIDA BİLEŞENLERİ

Mehmet YÜKSEL¹

10.1. Giriş

İnsanlıkla beraber var olan ve öteden beri büyük bir sorun olan açlık ve yetersiz/dengesiz beslenme günümüze kadar süre gelmektedir. Nüfusun artışıyla birlikte azalan gıda kaynaklarının daha fazla canlı tarafından tüketilmesi, dünyadaki kirlilik unsurları, doğal habitatların tahribatı veya yok edilmesi ve kaynakların aşırı derecede kullanımı büyük bir sorun olarak devam etmektedir. Bütün bu olgular göz önüne alındığında dünyada değişken iklim şartlarına bağlı olarak azalan ve yok edilen tarımsal alanların getirdiği açlık sorunu gündemi daha fazla meşgul etmeye başlamıştır. Bununla birlikte yetersiz gıda alımı, açlık ve protein malnutrisyonu gibi sorunları çözmek veya minimize etmek için yeni, güvenilir, bileşenler açısından zengin alternatif kaynaklarının elde edilmesi gerekmektedir. Bu kısa açıklamalardan anlaşılacağı gibi insanoğlunun hayatını devam ettirebilmesi için muhakkak besin kaynaklarına ihtiyacı vardır. Mikrobiyal orijinli gıda bileşenleri bu manada insanlık için büyük bir fırsat olarak görülebilir. Bu bileşenler/ürünler çok çeşitli olmasına rağmen bazıları aşağıdaki gibi izah edilmiştir.

10.2. Tek Hücre Proteini

Mikroorganizma temelli biyolojik kütleler, daha yaygın olarak bilinen adıyla mikrobiyal proteinler ya da tek hücre proteini (THP); prokaryotik veya ökaryotik mikroskobik canlılardan elde edilen bileşenlerdir. THP'lerin üretilmesinde çeşitli fermantasyon prosesleri kullanılabilir. Sanayi tipi üretim için submerged (batık) fermantasyon metodu daha fazla önerilmekte ve tercih edilmektedir. THP üretimi için kullanılan mikroskobik canlılar (bakteriler, funguslar ve algler) sıvı kültür ortamlarından filtrasyon ya da santrifüjleme teknikleriyle elimine edildikten sonra kalan süpernatant (üst faz veya sıvı faz) hem birincil bileşenler (aminoasit, yağ, şeker) hem de ikincil metabolitler (polisakkaritler, hormon, pigment vs.) açısından verimli ortamdır. Çoğunlukla endüstride bu sıvının işlenmeden atık olarak bertaraf edildiği bir gerçektir. Ayrıca bu bahsi geçen mikroorganiz-

¹ Dr.Öğr.Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, mehmet.yuksel@atauni.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-6566-1385

Alginatlar, L-glukuronik asit ve D-mannuranik asit ihtiva eden lineer heteropolimerlerdir. Aynı zamanda O-asetil gruplarına da sahiptir. Alginatlar *Pseudomonas* türleri ve *Azotobacter vinlandii* tarafından üretilir. Gıda sanayinde stabilizör özelliğinden dolayı kullanılmaktadır.

Kitin, N-asetilglukozamin birimlerinin bir araya gelmesinden oluşur. Kitosan ise kitinin deasetilasyonu (asetik asit ile muamele) sonucu meydana gelir. Endüstriyel üretimde kabuklu deniz hayvanları (yengeç, istakoz vb.) kullanılmaktadır. Gıda koruyucusu, beraklaştırıcı madde, şelatlama ajanı gibi işlevleri olan kitin ve kitosanın mantarlardan ekstrakte edilmesine dair araştırmalar devam etmektedir.

Kurdlan, β -1,3-glukan yapısında bir ekzopolisakarittir. *Alcanigenes* ve *Agrobacterium* türlerince üretilir. Sert bir jel yapı sergileyen kurdlan Japonya'da sıklıkla gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

Dekstranlar, dallı α -1,6-glikozidik şekilde bağlı kısa glukan yapılarından meydana gelir. Bu glukan yapısında α -1,3 bağlı dallanma noktaları mevcuttur. *Leuconostoc mesenteroides* dekstran üretiminde kullanılmaktadır.

Gellan gam, belirli oranda (2:1:1) glukoz, ramnoz, glukronik asit içeren bir heteropolimer yapıya sahiptir. *Pseudomonas elodea* tarafından aerobik fermentasyon koşullarında üretilmektedir. Gıdalarda agar ve karragenan gibi alg kaynaklı ürünler için bir alternatiftir.

Pullulan, α -1,6 bağlı dallanma noktası ihtiva etmektedir. Lineer, α -1,4 bağlı glukan birimlerinden oluşan bir yapıdadır. *Agrobasidium pullulans* suşlarınca üretilir.

Ksantan gam, yapısı selülozik yapıya çok benzerdir. Genel yapıya bakıldığında β -1,4 glukopiranosid ön plana çıkmaktadır. Ksantan gam çoğunlukla ticari olarak *Xanthomonas compestris*, *X. carotea*, *X. malvacearum* ve *X. phaseoli* gibi *Xanthomonas* türlerinden elde edilir. Glukoz, sukroz, nişasta gibi karbon kaynakları ksantan gam üretim süreçlerinde kullanılır.

KAYNAKLAR

- Agarwal, H., Bajpai, S., Mishra, A., Kohli, I., Varma, A., Fouillaud, M., ... & Joshi, N. C. (2023). Bacterial pigments and their multifaceted roles in contemporary biotechnology and pharmacological applications. *Microorganisms*, 11(3), 614.
- Algur, D. Ö. F. (2017). *Phanerochaete Chrysosporium biyomasının balık yemi olarak kullanabilme potansiyelinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Amchova, P., Kotolova, H., & Ruda-Kucerova, J. (2015). Health safety issues of synthetic food colorants. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 73(3), 914-922.
- Banerjee, S., Singh, S., & Rahman, L. U. (2012). Biotransformation studies using hairy root cultures—a review. *Biotechnology Advances*, 30(3), 461-468.
- Beal, C. M., Gerber, L. N., Thongrod, S., Phromkunthong, W., Kiron, V., Granados, J., ... & Huntley, M. E. (2018). Marine microalgae commercial production improves sustainability of global fisheries and aquaculture. *Scientific Reports*, 8(1), 15064.
- Bellou, S., Baeshen, M. N., Elazzazy, A. M., Aggeli, D., Sayegh, F., & Aggelis, G. (2014). Microalgal

- lipids biochemistry and biotechnological perspectives. *Biotechnology Advances*, 32(8), 1476-1493.
- Berger, R. G. (2009). Biotechnology of flavours—the next generation. *Biotechnology Letters*, 31, 1651-1659.
- Berger, R. G. (2015). Biotechnology as a source of natural volatile flavours. *Current Opinion in Food Science*, 1, 38-43.
- Berger, R. G., Krings, U., & Zorn, H. (2010). Biotechnological flavour generation. *Food Flavour Technology*, 89-126.
- Boo, H. O., Hwang, S. J., Bae, C. S., Park, S. H., Heo, B. G., & Gorinstein, S. (2012). Extraction and characterization of some natural plant pigments. *Industrial Crops and Products*, 40, 129-135.
- Bottini, R., Cassán, F., & Piccoli, P. (2004). Gibberellin production by bacteria and its involvement in plant growth promotion and yield increase. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 65, 497-503.
- Cantürk, Z. (2015). *Aspergillus* ve *Penicillium* cinslerine ait sekonder metabolitler ve sınıflandırılması. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, 13(2), 1-8.
- Collins, D. O., & Reese, P. B. (2002). Biotransformation of cadina-4, 10 (15)-dien-3-one and 3 α -hydroxycadina-4, 10 (15)-diene by *Curvularia lunata* ATCC 12017. *Phytochemistry*, 59(5), 489-492.
- Combs Jr, G. F., & McClung, J. P. (2016). *The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health*. Academic press.
- Considine, M. J., Siddique, K. H., & Foyer, C. H. (2017). Nature's pulse power: legumes, food security and climate change. *Journal of Experimental Botany*, 68(8), 1815-1818.
- Cordovez, V., Schop, S., Hordijk, K., Dupré de Boulois, H., Coppens, F., Hanssen, I., ... & Carrión, V. J. (2018). Priming of plant growth promotion by volatiles of root-associated *Microbacterium* spp. *Applied and Environmental Microbiology*, 84(22), e01865-18.
- Çelikyurt, G., & Arıcı, M. (2008). Gıda koruyucusu olarak mikrobiyal kaynaklı organik asitler ve önemi. Türkiye 10. Gıda Kongresi Bildiri Kitabı, 1023-1026.
- Darnton-Hill, I. (2019). Public health aspects in the prevention and control of vitamin deficiencies. *Current Developments in Nutrition*, 3(9), nzz075.
- Dawood, M. F., Hussein, N. A., Ismail, M. A., El-Khatib, A. A., & Ragaey, M. M. (2022). Improvement of germination, phosphate efficiency, antioxidants, metabolic products, and yield of wheat plants by *Aspergillus niger* and *Penicillium chrysogenum*. *Egyptian Journal of Botany*, 62(3), 709-738.
- Deetae, P., Bonnarme, P., Spinnler, H. E., & Helinck, S. (2007). Production of volatile aroma compounds by bacterial strains isolated from different surface-ripened French cheeses. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 76(5), 1161-1171.
- Demain, A. L. (2000). Small bugs, big business: the economic power of the microbe. *Biotechnology Advances*, 18(6), 499-514.
- Demirel, R., & Demirel, D. Ş. (2018). Tek hücre proteinlerinin insan ve hayvan beslemede kullanımı. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8(3), 327-336.
- Deptula, P., Chamlagain, B., Edelmann, M., Sangsuwan, P., Nyman, T. A., Savijoki, K., ... & Varmanen, P. (2017). Food-like growth conditions support production of active vitamin B12 by *Propionibacterium freudenreichii* 2067 without DMBI, the lower ligand base, or cobalt supplementation. *Frontiers in Microbiology*, 8, 368.
- Enzing, C., Ploeg, M., Barbosa, M., & Sijtsma, L. (2014). Microalgae-based products for the food and feed sector: an outlook for Europe. *Institute for Prospective Technological Studies/fashion Nutraceuticals*, 1017-1024.
- Faridy, J. C. M., Stephanie, C. G. M., Gabriela, M. M. O., & Cristian, J. M. (2020). Biological activities of chickpea in human health (*Cicer arietinum* L.). A review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75, 142-153.

- Gardner, N., & Champagne, C. P. (2005). Production of *Propionibacterium shermanii* biomass and vitamin B12 on spent media. *Journal of Applied Microbiology*, 99(5), 1236-1245.
- Ghisalba, O., Meyer, H. P., & Wohlgemuth, R. (2009). Industrial biotransformation. *Encyclopedia of Industrial Biotechnology: Bioprocess, Bioseparation, and Cell Technology*, 1-34.
- Hancock, R. D., & Viola, R. (2002). Biotechnological approaches for L-ascorbic acid production. *Trends in Biotechnology*, 20(7), 299-305.
- Izah, S. C., Enaregha, E. B., & Epidi, J. O. (2019). Vitamin content of *Saccharomyces cerevisiae* biomass cultured in cassava wastewater. *MOJ Toxicology*, 4(1), 42-45.
- Kallscheuer, N. (2018). Engineered microorganisms for the production of food additives approved by the European Union—A systematic analysis. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1746.
- Kam, S., Kenari, A. A., & Younesi, H. (2012). Production of single cell protein in stickwater by *Lactobacillus acidophilus* and *Aspergillus niger*. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 21(5), 403-417.
- Kato, T., & Park, E. Y. (2012). Riboflavin production by *Ashbya gossypii*. *Biotechnology Letters*, 34, 611-618.
- Keskin, S. Y., & Yıldırım, K. (2000). *Aspergillus terreus* MRC 200365 ve *Aspergillus fumigatus* MRC 200358 ile (-)-Nopol bileşiğinin biyotransformasyonları. *Sakarya University Journal of Science*, 14(1), 16-19.
- Khan, A. L., Hamayun, M., Kim, Y. H., Kang, S. M., Lee, J. H., & Lee, I. J. (2011). Gibberellins producing endophytic *Aspergillus fumigatus* sp. LH02 influenced endogenous phytohormonal levels, isoflavonoids production and plant growth in salinity stress. *Process Biochemistry*, 46(2), 440-447.
- Kirti, K., Amita, S., Priti, S., Mukesh Kumar, A., & Jyoti, S. (2014). Colorful world of microbes: carotenoids and their applications. *Advances in Biology*, 2014(1), 837891.
- Kunasundari, B., Murugaiyah, V., Kaur, G., Maurer, F. H., & Sudesh, K. (2013). Revisiting the single cell protein application of *Cupriavidus necator* H16 and recovering bioplastic granules simultaneously. *PLoS One*, 8(10), e78528.
- Kurbanoglu, E. B. (2001). Production of single-cell protein from ram horn hydrolysate. *Turkish Journal of Biology*, 25(4), 371-377.
- Ledesma-Amaro, R., Serrano-Amatriain, C., Jiménez, A., & Revuelta, J. L. (2015). Metabolic engineering of riboflavin production in *Ashbya gossypii* through pathway optimization. *Microbial Cell Factories*, 14, 1-8.
- Liaud, N., Giniés, C., Navarro, D., Fabre, N., Crapart, S., Gimbert, I. H., ... & Sigoillot, J. C. (2014). Exploring fungal biodiversity: organic acid production by 66 strains of filamentous fungi. *Fungal Biology and Biotechnology*, 1, 1-10.
- Limberger, R. P., Ferreira, L., Castilhos, T., Aleixo, A. M., Petersen, R. Z., Germani, J. C., ... & Henriques, A. T. (2003). The ability of *Bipolaris sorokiniana* to modify geraniol and (-)-alpha-bisabolol as exogenous substrates. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 61, 552-555.
- Liu, B., Li, Y., Song, J., Zhang, L., Dong, J., & Yang, Q. (2014). Production of single-cell protein with two-step fermentation for treatment of potato starch processing waste. *Cellulose*, 21, 3637-3645.
- Liu, D., Ding, L., Sun, J., Boussetta, N., & Vorobiev, E. (2016). Yeast cell disruption strategies for recovery of intracellular bio-active compounds – A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 36, 181-192.
- Liu, J. H., & Yu, B. Y. (2010). Biotransformation of bioactive natural products for pharmaceutical lead compounds. *Current Organic Chemistry*, 14(14), 1400-1406.
- Malik, K., Tokkas, J., & Goyal, S. (2012). Microbial pigments: a review. *International Journal of Microbial Resource Technology*, 1(4), 361-365.
- Mamilla, R. K., & Mishra, V. K. (2017). Effect of germination on antioxidant and ACE inhibitory activities of legumes. *LWT – Food Science and Technology*, 75, 51-58.
- Mehmeti, I., Kiran, F., & Osmanagaoglu, O. (2011). Comparison of three methods for determination

- of protein concentration in lactic acid bacteria for proteomics studies. *African Journal of Biotechnology*, 10(11), 2178-1285.
- Nasseri, A. T., Rasoul-Amini, S., Morowvat, M. H., & Ghasemi, Y. (2011). Single cell protein: production and process. *American Journal of Food Technology*, 6(2), 103-116.
- Olagnier, D., Costes, P., Berry, A., Linas, M. D., Urrutigoity, M., Dechy-Cabaret, O., & Benoit-Vical, F. (2007). Modifications of the chemical structure of terpenes in antiplasmodial and antifungal drug research. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 17(22), 6075-6078.
- Özkan, C., Yamaç, M., & Yıldız, Z. (2013). *Pleurotus ostreatus* makrofungusu ile derin kültür koşullarında biyoprotein üretiminin optimizasyonu. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(1), 35-42.
- Porro, D., & Branduardi, P. (2017). Production of organic acids by yeasts and filamentous fungi. *Biotechnology of Yeasts and Filamentous Fungi*, 205-223.
- Rocha-Valadez, J. A., Estrada, M., Galindo, E., & Serrano-Carreón, L. (2006). From shake flasks to stirred fermentors: Scale-up of an extractive fermentation process for 6-pentyl- α -pyrone production by *Trichoderma harzianum* using volumetric power input. *Process Biochemistry*, 41(6), 1347-1352.
- Rodríguez-Bustamante, E., & Sánchez, S. (2007). Microbial production of C13-norisoprenoids and other aroma compounds via carotenoid cleavage. *Critical Reviews in Microbiology*, 33(3), 211-230.
- Sadigov, R. (2022). Rapid growth of the world population and its socioeconomic results. *The Scientific World Journal*, 2022(1), 8110229.
- Sato, T., Yamada, Y., Ohtani, Y., Mitsui, N., Murasawa, H., & Araki, S. (2001). Production of menaquinone (vitamin K2)-7 by *Bacillus subtilis*. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 91(1), 16-20.
- Shahid, M., & Mohammad, F. (2013). Recent advancements in natural dye applications: a review. *Journal of Cleaner Production*, 53, 310-331.
- Simeo, Y., & Sinisterra, J. V. (2009). Biotransformation of terpenoids: a green alternative for producing molecules with pharmacological activity. *Mini-Reviews in Organic Chemistry*, 6(2), 128-134.
- Singh, T., Pandey, V. K., Dash, K. K., Zanwar, S., & Singh, R. (2023). Natural bio-colorant and pigments: Sources and applications in food processing. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12, 100628.
- Smitha, M. S., Singh, S., & Singh, R. (2017). Microbial biotransformation: a process for chemical alterations. *Journal of Bacteriology and Mycology: Open Access*, 4(2), 85.
- Sorrells, K. M., Enigl, D. C., & Hatfield, J. R. (1989). Effect of pH, acidulant, time, and temperature on the growth and survival of *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*, 52(8), 571-573.
- Suman, G., Nupur, M., Anuradha, S., & Pradeep, B. (2015). Single cell protein production: a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(9), 251-262.
- Şişman, T., Gür, Ö., Doğan, N., Özdal, M., Algur, Ö. F., & Ergon, T. (2013). Single-cell protein as an alternative food for zebrafish, *Danio rerio*: a toxicological assessment. *Toxicology and Industrial Health*, 29(9), 792-799.
- Tanner Jr, F. W., & Van Lanen, J. M. (1947). Riboflavin production by *Ashbya gossypii*. *Journal of Bacteriology*, 54(1), 38.
- Tian, Z., Wang, J. W., Li, J., & Han, B. (2021). Designing future crops: challenges and strategies for sustainable agriculture. *The Plant Journal*, 105(5), 1165-1178.
- Tiring, G., Satar, S., & Özkaya, O. (2021). Sekonder metabolitler. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1), 203-215.
- Tuli, H. S., Chaudhary, P., Beniwal, V., & Sharma, A. K. (2015). Microbial pigments as natural color sources: current trends and future perspectives. *Journal of Food Science and Technology*, 52,

4669-4678.

- Usta, C. (2013). Microorganisms in biological pest control—a review (bacterial toxin application and effect of environmental factors). *Current Progress in Biological Research*, 13, 287-317.
- Vandamme, E. J., & Revuelta, J. L. (2016). Vitamins, biopigments, antioxidants and related compounds: a historical, physiological and (bio) technological perspective. *Industrial Biotechnology of Vitamins, Biopigments, and Antioxidants*, 1-14.
- Venil, C. K., Zakaria, Z. A., & Ahmad, W. A. (2013). Bacterial pigments and their applications. *Process Biochemistry*, 48(7), 1065-1079.
- Xia, W., Chen, W., Peng, W. F., & Li, K. T. (2015). Industrial vitamin B 12 production by *Pseudomonas denitrificans* using maltose syrup and corn steep liquor as the cost-effective fermentation substrates. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 38, 1065-1073.
- Yilmaztekin, M., Erten, H., & Cabaroglu, T. (2008). Production of isoamyl acetate from sugar beet molasses by *Williopsis saturnus* var. *saturnus*. *Journal of the Institute of Brewing*, 114(1), 34-38.
- Zhang, J. Z., Xue, X. F., Zhou, J. H., Chen, F., Wu, L. M., Li, Y., & Zhao, J. (2009). Determination of tryptophan in bee pollen and royal jelly by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. *Biomedical Chromatography*, 23(9), 994-998.

BÖLÜM 11

GIDA MİKROORGANİZMALARININ TESPİTİ VE TANIMLANMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Onur BULUT¹

11.1. GİRİŞ

Bitkisel veya hayvansal kökenli bütün gıdalarda mikroorganizmalar bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalar, gıda ham maddesinin doğal mikrobiyotasından kaynaklanabileceği gibi hasat/kesim, işleme, depolama ve dağıtım gibi çeşitli üretim süreçlerinde de ortaya çıkabilir. Bir gıdadaki mikroorganizmanın türü, hangi organizmanın gıdaya erişim sağladığına ve gıda ile geçtiği etkileşim gibi değişik etkenlere bağlıdır. Farklı mikroorganizma türleri arasındaki denge ise gıda özelliklerine, saklama koşullarına ve uygulanan gıda işlemine göre belirlenir. Çoğu durumda bu mikroorganizmalar gözle görülür bir etki yaratmaz ve gıda olumsuz bir sonuç ortaya çıkmadan tüketilir. Ancak bazı durumlarda mikroorganizmalar varlıklarını birkaç yol ile gösterirler: (i) bozulmaya neden olabilir; (ii) gıda kaynaklı hastalıklara neden olabilir; (iii) gıda özelliklerini faydalı şekilde dönüştürebilirler. Bu nedenle, gıda ile ilişkili mikroorganizmalar kabaca “bozulmaya sebep olan”, “patojenik (hastalık yapıcı)” ve “yararlı” olmak üzere sınıflandırılır.

Bozulmaya neden olan mikroorganizmalar, gıdada tat, kıvam, renk veya görünümde istenmeyen değişikliklere yol açar. Bu tür mikroorganizmalardan kaynaklanan bozulmalar, dondurulmuş ve kurutulmuş gıdaların uzun süreli depolanması sırasında bile gerçekleşebilir ve gıda kalitesini düşürerek insan tüketimine uygunsuz hâle getirebilir. Örneğin, taze et, tavuk eti, balık, süt, meyve ve sebzeler gibi çabuk bozulan gıdalar uygun depolama koşullarında bile bazı kalite özelliklerini kaybedebilir ve nihayetinde bozulur. Bunun bir sebebi buzdolabı sıcaklıklarında çoğalabilen mikroorganizmaların aktivitesidir. Yoğun mikrobiyal çoğalma genellikle gıdadaki kalite kayıpları fark edilmeden meydana gelir.

¹ Dr.Öğr.Üyesi, Atılım Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya AD., onnbulut@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-8208-9445.

Bölüm sonu soruları

1. Gıda mikroorganizmalarının tespiti ve tanımlanması neden gereklidir?
2. Kültür tabanlı yöntemlerin avantajları ve dezavantajları nelerdir? Bu yöntemler neden hâlâ “altın standart” olarak kabul edilmektedir?
3. İmmünolojik yöntemlerin çalışma prensibini açıklayınız.
4. ELISA yönteminde kullanılan farklı formatları belirtiniz.
5. PCR yönteminin temel prensiplerini açıklayınız.
6. Geleneksel PCR, çoklu PCR ve kantitatif PCR arasındaki farklar nelerdir?
7. Metagenetik ve metagenomik analizlerin temel prensiplerini kıyaslayarak açıklayınız.
8. Gıda mikroorganizmalarının tespiti için en uygun yöntemleri belirlerken hangi faktörlerin göz önünde bulundurulması gerektiğini açıklayın.
9. Bir gıda örneğindeki spesifik bir mikroorganizmanın canlılığını ve miktarını belirlemek için hangi yöntemleri kullanırsınız?
10. Kültür tabanlı olmayan yöntemlerin gıda mikrobiyolojisindeki önemini tartışın. Bu yöntemler, geleneksel kültür tabanlı yöntemlerin yerini tamamen alabilir mi? Neden veya neden değil?
11. Bir gıda işletmesinde *Salmonella* kontaminasyonu şüphesi var. Hangi tespit yöntemini veya yöntemlerini kullanmayı önerirsiniz? Seçiminizi gerekçelendirin.
12. Gıda kaynaklı bir virüsün (örneğin, Norovirüs) tespiti için kullanılacak yöntemleri açıklayın. Bu yöntemlerin bakteriyel patojenlerin tespitinde kullanılan yöntemlerden farkları nelerdir?

KAYNAKLAR

- Aladhadh, M. (2023). A review of modern methods for the detection of foodborne pathogens. *Microorganisms*, 11(5), 1111.
- Cao, Y., Fanning, S., Proos, S., Jordan, K., & Srikumar, S. (2017). A review on the applications of next generation sequencing technologies as applied to food-related microbiome studies. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1829.
- De Filippis, F., Parente, E., & Ercolini, D. (2018). Recent past, present, and future of the food microbiome. *Annual Review of Food Science and Technology*, 9(1), 589-608.
- Ferone, M., Gowen, A., Fanning, S., & Scannell, A. G. (2020). Microbial detection and identification methods: Bench top assays to omics approaches. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6), 3106-3129.
- Graham, A. E., & Ledesma-Amaro, R. (2023). The microbial food revolution. *Nature Communications*, 14(1), 2231.
- Hilt, E. E., & Ferrieri, P. (2022). Next generation and other sequencing technologies in diagnostic microbiology and infectious diseases. *Genes*, 13(9), 1566.
- Martínez, N., Martín, M. C., Herrero, A., Fernández, M., Alvarez, M. A., & Ladero, V. (2011). qPCR as a powerful tool for microbial food spoilage quantification: Significance for food quality. *Trends in Food Science & Technology*, 22(7), 367-376.
- Mazur, F., Tjandra, A. D., Zhou, Y., Gao, Y., & Chandrawati, R. (2023). Paper-based sensors for bacteria detection. *Nature Reviews Bioengineering*, 1(3), 180-192.

- Quijada, N. M., Hernández, M., & Rodríguez-Lázaro, D. (2020). High-throughput sequencing and food microbiology. *Advances in Food and Nutrition Research*, 91, 275-300.
- Settanni, L., & Corsetti, A. (2007). The use of multiplex PCR to detect and differentiate food-and beverage-associated microorganisms: a review. *Journal of Microbiological Methods*, 69(1), 1-22.
- Snyder, A. B., Martin, N., & Wiedmann, M. (2024). Microbial food spoilage: impact, causative agents and control strategies. *Nature Reviews Microbiology*, 1-15.
- Váradi, L., Luo, J. L., Hibbs, D. E., Perry, J. D., Anderson, R. J., Orenge, S., & Groundwater, P. W. (2017). Methods for the detection and identification of pathogenic bacteria: past, present, and future. *Chemical Society Reviews*, 46(16), 4818-4832.
- Yu, H. W., Halonen, M. J., & Pepper, I. L. (2015). Immunological methods. In: *Environmental Microbiology* (pp. 245-269). Academic Press.

BÖLÜM 12

GIDALARDA BOZULMAYA NEDEN OLAN MİKROORGANİZMALAR

Ayça GEDİKOĞLU¹
Hale İnci ÖZTÜRK²

12.1. Giriş

Gıdalar da mikrobiyal kaynaklı bozulma, mikroorganizmaların gıdalardaki besin maddelerini metabolize etmeleri sonucunda oluşturdukları ürünlerle, gıdalarda oluşan kabul edilemez duyuşal değişimler olarak tanımlanır. Gözle görülür ve hissedilir bu değişimler gıdaların renk, doku ve koku gibi önemli kalite parametrelerini etkilemektedir. Bozulma noktasına gelmiş bir ürünün tüketimi her ne kadar ölümcül bir risk teşkil etmese de ürün kalitesini kabul edilemez şekilde değiştirdiğinden ürün yenilemez hale gelir. Gıdalarda sıklıkla görülen bu değişimlere örnek olarak, sosislerde görülen siyah veya yeşil noktalar veya mokus oluşumu, yoğurt, peynir gibi ürünlerde görülen misel gelişimi, soğuk muhafaza gerektiren paketli ürünlerde görülen sıvı birikimi, gaz oluşumu vs. verilebilir.

Temelde mikrobiyal bozulma iki şekilde gerçekleşir. İlki mikroorganizmaların hızlıca çoğalmaları esnasında gıdalardaki besin maddelerini kullanarak ürettikleri metabolik ürünlerle gerçekleşen bozulma. Dięeri ise ölen, parçalanan mikroorganizmalardan salınan hücre içi ve hücre dışı enzimlerin gıdalardaki besin maddelerini metabolize ederek daha uzun süre içinde gerçekleştirdikleri bozulmadır. Bu duruma örnek sütü verebiliriz. Örneğın pastörize edilene sütte bulunan bozulmaya yol açan bazı bakteriler, laktoz gibi besinleri kullanarak hızlı şekilde sayılarını artırıp, ürettikleri metabolitler (asetik ve propiyonik asit) ile sütte ekşimeye sebep olurken, UHT sütlerde, yüksek ısıl işlem sonucu ölen hücrelerden salınan proteaz ve lipazlar uzun raf ömrü sürecinde pıhtılaşmaya veya jelleşmeye sebep olur. UHT sütler de sık görülen bu sorun, özellikle paketler standart saklama koşullarında saklanmadığında, ısıl işleme dayanıklı bir proteaz olan plasminin uzun depolama sürecinde proteinleri hidrolize etmesi sonucu jelleşme olarak görülür.

¹ Dr., Gıda Mühendisi, ayca.gedikoglu.77@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-5105-141X

² Doç.Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya - Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği AD., haleinciozturk@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0001-8334-0403

profillerinde bozulmaya yol açtığı tespit edilmiştir. Bu maya cinsinden olan *Byssoschlamys* sporları yüksek ısı direncine dayanıklıdır ve bu nedenle pastörize meyve sularının ve konsantrelerinin bozulmalarından sorumludur.

Rhizopus

Meyve ve sebze gibi birçok gıdanın bozulmasından sorumludur. Özellikle elma, armut, kayısı, şeftali, üzüm ve incir gibi meyvelerde sulu, yumuşak çürüklüğe neden olur. Bu cinsin en yaygın türlerinden biri olan *Rhizopus stolonifer* “ekmek küfü” olarak da bilinir. Bazıları dana eti ve dondurulmuş koyun eti üzerinde “siyah noktaya” neden olur. Pastırma ve diğer işlenmiş etlerde bulunabilir.

KAYNAKLAR

- Adams, M. R., & Moss, M. O. (2008). *Food Microbiology* (3rd ed.). RSC.
- Botha, A., & Botes, A. (2014). Mucor. In C. A. Batt & M. Lou Tortorello (Eds.), *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)* (Second Edition, pp. 834–840). Academic Press.
- Bullerman, L. B. (2003). SPOILAGE | Fungi in Food – An Overview. In B. Caballero (Ed.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition, pp. 5511–5522). Academic Press.
- Chavan, R. S., Chavan, S. R., Khedkar, C. D., & Jana, A. H. (2011). UHT Milk Processing and Effect of Plasmin Activity on Shelf Life: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10, 251–268.
- de Melo Pereira, G., Maske, B., de Carvalho Neto, D., Karp, S., De Dea Lindner, J., Martin, J., de Oliveira Hosken, B., & Soccol, C. (2022). What Is Candida Doing in My Food? A Review and Safety Alert on Its Use as Starter Cultures in Fermented Foods. *Microorganisms*, 10(9), 1855.
- Garnier, L., Valence, F., & Mounier, J. (2017). Diversity and Control of Spoilage Fungi in Dairy Products: An Update. *Microorganisms*, 5(3), 42.
- Gram, L., Ravn, L., Rasch, M., Bruhn, J. B., Christensen, A. B., & Givskov, M. (2002). Food spoilage—interactions between food spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 78(1), 79–97.
- Howell, K. (2016). Spoilage: Yeast Spoilage of Food and Beverages. In B. Caballero, P. M. Finglas, & F. Toldrá (Eds.), *Encyclopedia of Food and Health* (pp. 113–117). Academic Press.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern Food Microbiology* (7th ed.). Springer.
- Johnson, E. A., & Echavarrri-Erasun, C. (2011). Chapter 3 - Yeast Biotechnology. In C. P. Kurtzman, J. W. Fell, & T. Boekhout (Eds.), *The Yeasts (Fifth Edition)* (Fifth Edition, pp. 21–44). Elsevier.
- Krisch, J., Chandrasekaran, M., Kadaikunnan, S., Alharbi, N. S., & Vágvölgyi, C. (2016). Latest about Spoilage by Yeasts: Focus on the Deterioration of Beverages and Other Plant-Derived Products. *Journal of Food Protection*, 79(5), 825–829.
- Kumar, H., Franzetti, L., Kaushal, A., & Kumar, D. (2019). Pseudomonas fluorescens: a potential food spoiler and challenges and advances in its detection. In *Annals of Microbiology* (Vol. 69, Issue 9, pp. 873–883). Springer Verlag.
- Lorenzo, J. M., Munekata, P. E., Dominguez, R., Pateiro, M., Saraiva, J. A., & Franco, D. (2018). Chapter 3 - Main Groups of Microorganisms of Relevance for Food Safety and Stability: General Aspects and Overall Description. In F. J. Barba, A. S. Sant’Ana, V. Orlien, & M. Koubaa (Eds.), *Innovative Technologies for Food Preservation* (pp. 53–107). Academic Press.

- Ray, B. (2003). *Fundamental Food Microbiology* (3rd ed.). CRC Press.
- Sybrén de Hoog, G., & Smith, M. Th. (2011). Chapter 91 - Geotrichum Link: Fries (1832). In C. P. Kurtzman, J. W. Fell, & T. Boekhout (Eds.), *The Yeasts (Fifth Edition)* (Fifth Edition, pp. 1279–1286). Elsevier.
- Walker, G. M. (2000). *Yeast Physiology and Biotechnology*. Wiley.
- Yeeh, Y. (1999). RHODOTORULA. In R. K. Robinson (Ed.), *Encyclopedia of Food Microbiology* (pp. 1900–1905). Elsevier.

BÖLÜM 13

GIDA KAYNAKLI MİKROBİYAL HASTALIKLAR

Aysun ORAÇ¹

13.1. GİRİŞ

Gıda kaynaklı hastalıklar, insanlığın başlangıcından bu yana tüm toplumlar için sorun oluşturmuştur. Bu hastalıkların türleri, şiddeti ve etkileri çağlar boyunca değişim gösterse de hala bölgeler, ülkeler ve toplumların sağlık sistemleri, turizm, ticaret ve ekonomileri bu hastalıklardan etkilenmektedir. Hastalıklar, temel olarak gıdaya patojen bir mikroorganizmanın bulaşmasından kaynaklanır. Dolayısı ile gıda üretimi, dağıtımı ve tüketim zincirinin herhangi bir aşaması buna sebep olabilir. Son yüzyılda artan uluslararası ticaret ve seyahat, karmaşık gıda zincirleri, iklim değişikliği ve göç gibi etkenler de bu riski daha da arttırmaktadır. Dünya Sağlık Örgütüne göre dünya genelinde her yıl güvenli olmayan gıdaların tüketimi sonucu yaklaşık 600 milyon gıda kaynaklı hastalık vakası meydana gelmekte ve bunun 420 bini ölümlerle sonuçlanmaktadır. Bu hastalıkların sorumluları Doğu Akdeniz bölgesi için *E. coli*, *Salmonella*, *Campylobacter*, Norovirüs; Güney doğu Asya bölgesi için *E. coli*, *Salmonella*, Norovirüs, Avrupa bölgesi için Norovirüs, *Campylobacter*, Afrika bölgesi için *Salmonella*, *E. coli*, *Vibrio cholerae* ve batı pasifik bölgesi için parazitler ve aflatoksindir.

Gıda kaynaklı hastalıklar, ishalden kansere kadar çok geniş bir yelpazeye sahiptir. Çoğu gastrointestinal sorunlar olarak ortaya çıkar, ancak nörolojik, jinekolojik ve immünolojik semptomlar da gelişebilir. Yedikleri gıdalar nedeniyle hastalanan insanların sadece bir kısmı tıbbi yardım almaktadır. Bu sebeple vakaların sadece bir kısmının gıda kaynaklı olduğu tespit edilip, resmi hastalık istatistiklerine kaydedilmektedir. Bu hususta özellikle ülkelerin gelir durumları ve gelişmişlik seviyeleri önem arz etmektedir. Öte yandan kontamine gıdalardan kaynaklanan kanser, böbrek veya karaciğer yetmezliği gibi bazı kronik hastalıklar, gıda alımından uzun süre sonra ortaya çıkmakta ve her vaka için nedensel bağlantı kurulamamaktadır. Yukarıda bahsedilen hususlar sebebi ile dünya çapında gıda kaynaklı hastalıkların sayısı ve bunların yaşam ve ekonomiler üzerinde yarattığı tahribat tam anlamıyla ölçülememektedir.

¹ Dr.Öğr.Üyesi, Selçuk Üniversitesi, Karapınar Aydoğanlar Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, aysunorac@selcuk.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2974-3356

nun hem nüfusların sosyal refahı hem de ulusal ekonomiler üzerinde muazzam etkileri olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Adams, M. R., & Moss, M. O. (2000). *Food Microbiology*. Royal society of chemistry. RSC Publishing.
- Adeyeye, S. A. (2016). Fungal mycotoxins in foods: A review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1213127.
- Alshannaq, A., & Yu, J. H. (2017). Occurrence, toxicity, and analysis of major mycotoxins in food. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6), 632.
- Altekruse, S. F., Cohen, M. L., & Swerdlow, D. L. (1997). Emerging foodborne diseases. *Emerging Infectious Diseases*, 3(3), 285.
- Anburaj, R. R. (2020). *Food Microbiology*. Ryan Publishers.
- Avire, N. J., Whiley, H., & Ross, K. (2021). A review of *Streptococcus pyogenes*: public health risk factors, prevention and control. *Pathogens*, 10(2), 248.
- Bhat, R., Rai, R. V., & Karim, A. A. (2010). Mycotoxins in food and feed: present status and future concerns. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(1), 57-81.
- Bosch, A., Pintó, R. M., & Guix, S. (2016). Foodborne viruses. *Current Opinion in Food Science*, 8, 110-119.
- Cliver, D. O., & Riemann, H. P. (2011). *Foodborne Infections and Intoxications*. Elsevier.
- Chlebicz, A., & Śliżewska, K. (2018). Campylobacteriosis, salmonellosis, yersiniosis, and listeriosis as zoonotic foodborne diseases: a review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(5), 863.
- Dodd, C. E., Aldsworth, T. G., & Stein, R. A. (Eds.). (2017). *Foodborne Diseases*. Academic Press.
- Doron, S., & Gorbach, S. L. (2008). Bacterial infections: overview. *International Encyclopedia of Public Health*, 273.
- Doyle, M. P., Diez-Gonzalez, F., & Hill, C. (Eds.). (2020). *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. John Wiley & Sons.
- El-Sayed, R. A., Jebur, A. B., Kang, W., & El-Demerdash, F. M. (2022). An overview on the major mycotoxins in food products: Characteristics, toxicity, and analysis. *Journal of Future Foods*, 2(2), 91-102.
- Ingham, S. C., Wadhwa, R. K., Chu, C. H., & DeVita, M. D. (2006). Survival of *Streptococcus pyogenes* on foods and food contact surfaces. *Journal of Food Protection*, 69(5), 1159-1163.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2008). *Modern Food Microbiology*. Springer Science & Business Media.
- Kadariya, J., Smith, T. C., & Thapaliya, D. (2014). *Staphylococcus aureus* and staphylococcal food-borne disease: an ongoing challenge in public health. *BioMed Research International*, 2014(1), 827965.
- Kanaan, M. H. G., & Tarek, A. M. (2020). *Clostridium botulinum*, a foodborne pathogen and its impact on public health. *Annals of Tropical Medicine and Public Health*, 23(5), 49-62.
- Käferstein, F. (2003). Foodborne diseases in developing countries: aetiology, epidemiology and strategies for prevention. *International Journal of Environmental Health Research*, 13(sup1), S161-S168.
- Letchumanan, V., Loo, K. Y., Law, J. W. F., Wong, S. H., Goh, B. H., Ab Mutalib, N. S., & Lee, L. H. (2019). *Vibrio parahaemolyticus*: The protagonist of foodborne diseases. *Progress In Microbes & Molecular Biology*, 2(1).
- Liu, D. (Ed.). (2018). *Handbook of Foodborne Diseases*. CRC Press.
- Magan, N., & Olsen, M. (Eds.). (2004). *Mycotoxins in Food: Detection and control*. Woodhead Publishing.

- Montville, T. J., Matthews, K. R., & Kniel, K. E. (2012). *Food Microbiology: An introduction*. ASM press.
- Nichols, G. L. (2000). Food-borne protozoa. *British Medical Bulletin*, 56(1), 209-235.
- Noor, R. (2019). Insight to foodborne diseases: Proposed models for infections and intoxications. *Biomedical and Biotechnology Research Journal*, 3(3), 135-139.
- Olaimat, A. N., Taybeh, A. O., Al-Nabulsi, A., Al-Holy, M., Hatmal, M. M. M., Alzyoud, J., ... & Holley, R. (2024). Common and Potential Emerging Foodborne Viruses: A Comprehensive Review. *Life*, 14(2), 190.
- Pal, M., Merera, O., Abera, F., Rahman, M. T., & Hazarika, R. A. (2015). Salmonellosis: A major foodborne disease of global significance. *Beverage Food World*, 42(12), 21-24.
- Province of British Columbia Ministry of Health (2020). *Introduction to Food Microbiology*. FOODSAFE™ program open textbook.
- Ray, B., & Bhunia, A. (2007). *Fundamental Food Microbiology*. CRC press.
- Robinson, R. K. (2014). *Encyclopedia of food microbiology*. Academic press.
- Silva, C., Calva, E., & Maloy, S. (2014). One Health and food-borne disease: *Salmonella* transmission between humans, animals, and plants. *One health: People, animals, and the environment*, 137-148.
- Singh, S. K., Pandey, V. D., & Verma, V. C. (2011). Bacterial food intoxication. *Microbial Toxins and Toxigenic Microbes*.
- Singha, S., Thomas, R., Viswakarma, J. N., & Gupta, V. K. (2023). Foodborne illnesses of *Escherichia coli* O157 origin and its control measures. *Journal of Food Science and Technology*, 60(4), 1274-1283.
- World Health Organization (2008). *Foodborne disease outbreaks: guidelines for investigation and control*. WHO press.
- Yang, S. C., Lin, C. H., Aljuffali, I. A., & Fang, J. Y. (2017). Current pathogenic *Escherichia coli* food-borne outbreak cases and therapy development. *Archives of Microbiology*, 199, 811-825.

BÖLÜM 14

GIDALARDA MİKROBİYAL İNAKTİVASYON

Sencer BUZRUL¹

14.1. Giriş

Gıda sanayinde tüketicilerin talep etmiş olduğu güvenilir gıdaları ortaya çıkartabilmek için gıdalarda hastalık yapıcı mikroorganizmaların etkisizleştirilmesi (inaktive edilmesi) gereklidir. Dahası insanlarda hastalık yapmayan ama gıdalarda bozulmaya yol açan mikroorganizmaların da inaktive edilmesi hem ekonomik açıdan hem de gıdaların raf ömrünü artırmak için önemlidir. Mikroorganizmaların inaktivasyonu için farklı yöntemler (yüksek basınç, ışınlama, vurgulu elektrik alan vd.) kullanılmakla birlikte gıdalara yönelik en eski ve yaygın yöntem ısı işlemidir. Bu nedenle bu bölümde özellikle ısı işlem üzerine durulacaktır.

Isıl işlemin uygulanan sıcaklık-zaman ikilisine bağlı olarak sınıflandırılması yapılmıştır. Örneğin süte termizasyon, pastörizasyon, sterilizasyon veya uzatılmış raf ömrü işlemlerinden herhangi biri uygulanabilir. Termizasyon süte uygulanabilecek en hafif ısı işlemidir ve sütün daha fazla işlenmeden önce bir süre soğuk tutulması gerektiği durumlarda muhafaza kalitesini artırmak için kullanılır. Termizasyon için genellikle 57 °C–68 °C arası sıcaklıklar ile 5 s–20 s arası süreler kullanılır ve sonrasında süt soğutulur. Termizasyon işlemi sütte bozulmaya yol açan psikrotrofik bakterilerin çoğunu etkisiz hale getirir. Termize sütün raf ömrü uygulamaya bağlı olarak değişir. Örneğin, 65 °C, 20 s işleminde sütün raf ömrü 4 °C sıcaklıkta “dört gün” olarak rapor edilirken, 64 °C–68 °C, 10 s işleminde sütün raf ömrü 4 °C–7 °C sıcaklıkta “üç gün” olarak belirtilmiştir.

Pastörizasyon (Fransız bilim insanı Louis Pasteur’e ithafen bu isimlendirme kullanılmaktadır.) işleminde süt için her ne kadar birçok ülkede yaygın kabul 72 °C, 15 s (yüksek sıcaklık kısa süre, HTST: high temperature short time) olsa da farklı uygulamalar görülebilmektedir. Örneğin, 63 °C, 30 dk (düşük sıcaklık uzun süre, LTLT: low temperature long time) ya da 65 °C, 15 dk gibi işlemler de pastörizasyon için (genellikle küçük işletme ve mandıralar tarafından) kullanılabilir. Sütün pastörizasyonu için gıda sanayinde genellikle tercih edilen sıcaklık ve zaman aralıkları sırasıyla 72 °C–82 °C, 15 s–30 s’dir.

¹ Prof. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, sencer.buzrul@erbakan.edu.tr, sencer.buzrul@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2272-3827

Bölüm sonu soruları

1. Örnek 14.2'yi Denklem 14.6 yerine Denklem 14.5'i kullanarak çözünüz.
2. Kıymada başlangıç miktarı 10^5 KOB/g olan bir bakteri sabit sıcaklıkta ısıtılmaktadır. Bu bakterinin inaktivasyon verileri $\log_{10}N(t) = \log_{10}N_0 - b \cdot t^n$ modeliyle tanımlanmakta olup zamanın (t) birimi dk, $b = 0,2$ ve $n = 0,75$ 'tir. Bu durumda,
 - a) Bu bakterinin sayısını 10^5 KOB/g'dan 10^4 KOB/g'a (t_1 : bir log azalma) indirmek için gerekli süreyi bulunuz.
 - b) Bu bakterinin sayısını 10^5 KOB/g'dan 10^3 KOB/g'a (t_2 : iki log azalma) indirmek için gerekli süreyi bulunuz.
 - c) Bu bakterinin sayısını 10^5 KOB/g'dan 10^2 KOB/g'a (t_3 : üç log azalma) indirmek için gerekli süreyi bulunuz.

Kaynaklar

- Anderson, W.F., McClure, P.J., Baird-Parker, A.C., Cole, M.B. (1996). The application of a log-logistic model to describe the thermal inactivation of *Clostridium botulinum* 213B at temperatures below 121.1 °C. *Journal of Applied Bacteriology*, 80, 283–290.
- Buzrul, S. (2024). Fen Bilimleri ve Mühendislik Uygulamalarında Deneysel Verilerin Matematik Modellerle Tanımlanması. *Excel Uygulamalı Anlatım*. Akademisyen Kitabevi, Ankara.
- Buzrul, S. (2007). Gıdalarda etkisizleştirilen mikroorganizmaların tanımlanması 1: doğrusal taslam ve eksiklikleri. *Dünya Gıda*, 8: 61–64.
- Deeth HC, Lewis MJ (2017) High temperature processing of milk and milk products. Wiley Blackwell, Chichester.
- Erkmen, O., Bozoglu, T.F. (2016). *Food Microbiology. Principles into Practice*. John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex.
- Jarvis, B. (2016). *Statistical Aspects of the Microbiological Examination of Foods*. 3rd Edition. Academic Press, London.
- Geeraerd, A.H., Valdramidis, V.P., Van Impe, J.F. (2005). GInaFiT, a freeware tool to assess non-log-linear microbial survivor curves. *International Journal of Food Microbiology*, 102, 95– 105.
- Halkman, A.K., Halkman, H. (2019). Mikroorganizma indirgenmesi. Halkman, A.K. (Ed.) *Gıda Mikrobiyolojisi* içinde. Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd., ISBN: 978-605-245-683-5, pp. 61–70, Ankara.
- Halkman, A.K. (2019). Sterilizasyon. Halkman, A.K. (Ed.) *Gıda Mikrobiyolojisi* içinde. Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd., ISBN: 978-605-245-683-5, pp. 131–152, Ankara.
- Humpheson, L., Adams, M.R., Anderson, W.A., Cole, M.B., 1998. Biphasic thermal inactivation kinetics in *Salmonella enteritidis* PT4. *Applied and Environmental Microbiology* 998, 459–464.
- LeJean, G.G, Abraham, G., Debray, E., Candau, Y., Piar, G. (1994). Kinetics of thermal destruction of *Bacillus stearothermophilus* spores using a two reactions model. *Food Microbiology*, 11, 229–237.
- Özkan, M., Cemeröglü, B., Kırca Toklucu, A. (2010). Gıda Mühendisliğinde Reaksiyon Kinetiği. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:42, Ankara.
- Peleg, M. (2006). *Advanced Quantitative Microbiology for Food and Biosystems: Models for Predicting Growth and Inactivation*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Ray, B. (2014). *Fundamental Food Microbiology*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Valdramidis, V.P., Geeraerd, A.H., Bernaerts, K., van Impe, J.F., (2006). Microbial dynamics versus mathematical model dynamics: the case of microbial heat resistance induction. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 7, 80–87.
- van Boekel, M.A.J.S. (2008). *Kinetic modeling of reactions in foods*. CRC Press, Boca Raton FL.