



Review / Derleme

GIDA VE TARIM İÇİN MİKROORGANİZMA GENETİK KAYNAKLARININ BİYOEKONOMİDEKİ ÖNEMİ

Arzu ÜNAL¹

ÖZET

Gıda ve tarım sektöründe Biyoteknoloji alanının temel amacı Bilgi Temelli Biyoekonomi oluşturmaktır. Biyoekonomi, biyolojik süreçlerle biyomateryallerden (bitki, hayvan, mikroorganizma) üretilen mal, enerji ve hizmet gibi ürünlerin ticari dağılım ve tüketimini ele alan ekonomik bir süreçtir. Biyoekonomi aynı zamanda biyolojik kaynakların üretimi, yönetimi ve yayılımına ilişkin her türlü endüstriyi ve ekonomik sektörü de kapsamaktadır. Üstün rekabet edilebilirlik özelliğinin bulunması, yüksek katma değere sahip olması, yeni istihdam alanları yaratabilmesi, toplumun etik, kültürel ve ekonomik talepleriyle uyumlu olması yüksek eko-yetkinlik değerine sahip olması Biyoteknoloji biliminin ve modern biyoekonominin sürdürülebilirlik özellikleri arasında yer almaktadır. Biyoteknoloji biyoekonominin itici gücüdür. Biyoloji Bilimi ve Biyoteknoloji diğer teknolojilerle uyum içerisinde çalışmaktadır. Ortak amaçlar; biyolojik kaynakların sürdürülebilir yönetimi, üretimi ve kullanımı için bilgi-temeli sağlamak, yeni, güvenli, daha düşük maliyetli ve eko-verimli ürünler elde etmek, endüstride rekabet edebilirliği ve sürdürülebilirliği desteklemektir (Ünal, 2020). Mikroorganizmalar biyolojik güç ve zengin gen potansiyelleri olup, biyoekonomi için en temel ve ekonomiye aktarmada en pratik biyolojik sistemlerdir. Gelişen teknolojiyle birlikte, insanların mikroorganizmalar ile karşı karşıya geldikleri ortam ve şartlar da değişmektedir. Önceleri sadece bir enfeksiyon etkeni (mikrop) olarak değerlendirilmekte olan mikroorganizmalar ile bugün, çok çeşitli sektörlerde çalışılmaktadır. Bu çeşitlilik çevre, tarım, gıda ve endüstri sektöründen biyolojik silaha kadar kendini göstermektedir. Mikrobiyal biyoçeşitliliğin ve mikroorganizma genetik kaynaklarının izlenmesi, klasik olarak ekosistemlerden alınan örneklerdeki mikroorganizmaların kültürü yapıp taksonomik değerlendirilmesi ile gerçekleştirilmektedir.

Bugüne değin kültürü yapılabilen yeryüzündeki prokaryotik mikroorganizma sayısının 5.000'in üzerinde olduğu saptanmıştır. Doğadaki kültürü yapılamayan mikroorganizmalarla birlikte toplam prokaryot sayısının 2.000.000 civarında olacağı hesaplanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyoteknoloji, Biyoekonomi, Mikrobiyal biyoçeşitlilik, Genetik kaynak

THE IMPORTANCE OF MICROBIAL GENETIC RESOURCES FOR FOOD AND AGRICULTURE IN THE BIOECONOMY

ABSTRACT

The main purpose of the Biotechnology field in the food and agriculture sector is to create Knowledge Based Bioeconomy. Bioeconomy is an economic process that deals with the commercial distribution and consumption of products such as goods, energy and services produced from biomaterials (plants, animals, microorganisms) and covers all kinds of industries and economic sectors that produce, manage and spread biological resources. It is among the sustainability features of the Biotechnology science and modern bioeconomy. Biotechnology is the driving force of the bioeconomy. Biology Science, Life Sciences and Biotechnology work in harmony with other technologies. Common goals; To provide the knowledge-based for sustainable management, production and use of biological resources, to provide new, safe, lower cost and eco-efficient products, to promote competitiveness and sustainability in the industry (Ünal, 2020). Microorganisms are biological power and rich gene potentials, the most basic for the bioeconomy and the most practical biological systems in transferring to the economy. The developing technology changes the environment and conditions that microorganisms encounter with people. With microorganisms, which were previously considered only as an infectious agent (microbe), today many fields are studied, from education to health, from industry to production, from agriculture to food, environment, industry to biological weapon. The monitoring of microbial biodiversity and genetic resources of microorganisms has been performed by culture and taxonomic evaluation of microorganisms in samples taken from ecosystems.

It has been determined that the number of prokaryotic microorganisms on earth, which can be cultured until today, is over 5.000. It has been calculated that the total number of prokaryotes will be around 2.000.000 microorganisms in the nature.

Key words: Biotechnology, Bioeconomy, Microbial biodiversity, Genetic resource

¹ Sorumlu Yazarlar/Corresponding Authors: Arzu ÜNAL (Orcid ID: 0000-0003-4427-3169) Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Turkey. arzuunal@gmail.com

GİRİŞ

Mikroorganizmalar, yeryüzünde milyarlarca yıl önce meydana gelen ilk canlı sistemlerdir (Schopf, 2006). 3 milyar yıl boyunca Kambriyen (paleozoik zaman) öncesi devirde tüm canlılar mikroskobikti. Dünya tarihinin büyük bir bölümünde mikroorganizmalar tek canlı biçimiydi. (Altermann and Kazmierczak, 2003).

Tüm canlılar alemi altında mikroorganizmalar alt-alemler olarak diğer canlılardan daha fazla yer işgal ederler. Canlılar (bitki, hayvan, mikroorganizma) aleminin 3/5'ini mikroorganizmalar oluşturur (Schopf, 1994; Cavalier-Smith, 2006).

Funguslar (Mantar, Maya, Küf) ve bakteriler mikroorganizma gruplarını oluştururlar. Moleküler filogenetik sınıflandırmaya göre canlılarda biyoçeşitlenme, 16S ribozomal RNA baz dizilimine göre yapılan filogenetik sınıflandırmaya göre canlılar Bakteriler, Arkeler ve Ökaryotlar olarak 3 üst-alemden toplanmaktadır. 16S ribozomal RNA baz dizilimine göre sınıflandırma ilk kez 1977 yılında Carl Richard Woese tarafından yapılmıştır. Birçok mikroorganizma, hızlıca yenilenebilir ve çok farklı türler arasında, konjugasyon, transformasyon ve transdüksiyon ile serbestçe gen transferi yapabilir (Kolankaya ve Ünal, 1996).

Mikroorganizmalar; başta gıda, tarım, çevre, endüstri ve enzim üretimi sektörü olmak üzere pek çok sektörde ekonomik ve pratik olarak kullanılacak genetik kaynaklar olup; aynı zamanda Biyoteknoloji araştırmalarında, yenilenebilir enerji (biyogaz ve biyoetanol gibi), biopolimer, gıda ve değişik fermantasyon ürünlerinin üretiminin yanı sıra çevresel hizmet amaçlı biyokatalizör olarak biyoremediasyon sektöründe ve Rekombinant DNA teknolojisinde kullanılacak en önemli gen kaynakları olup; biyoekonomiye hizmet verecek biyolojik sistemlerdir.

Mikrobiyal Biyoteknoloji, ürün ve hizmet üretiminde biyolojik sistem olarak mikroorganizmaların kullanıldığı bir bilim dalıdır. Mikrobiyal genetik kaynaklar başta Ar-Ge çalışmaları olmak üzere, tarımsal, çevresel ve endüstriyel uygulamalar ile biyoekonomiye hizmet eder (Ünal ve ark., 2014)

MİKROBİYAL BİYOTEKNOLOJİNİN ÇALIŞMA ALANLARI VE KULLANILAN YÖNTEMLER

- Mikroorganizmaların tanımlanması,
- Fermentasyon süreçlerinin optimizasyonu,
- Rekombinant mikroorganizma geliştirilmesi,
- cDNA kütüphanesinin oluşturulması,
- Vektör ve cDNA yapısının mikroorganizmaya transformasyonu,
- Enzim bilimi uygulamaları,
- Enzimlerin endüstriyel üretimi,
- Enzim saflaştırma ve karakterizasyon süreçlerinin belirlenmesi,
- Enzimlerin immobilizasyonu (tutuklanması) ve stabilizasyonu,
- Enzim kinetiği modellemesi,
- Mikrobiyal enzimler ve genetik çalışmaları,
- Mikroorganizmaların moleküler tanımlama çalışmaları,
- Gen manipülasyonları ile katma değeri yüksek ürünleri üretebilen mikroorganizmaların geliştirilmesi,
- Tarımsal ve endüstriyel önemi olan proteinlerin üretilmesi, saflaştırılması, karakterize edilmesi ve endüstrinin kullanımına sunulması,

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve biyoekonomiye hizmet sunulması,
- Gıda ve tarım sektöründe kullanılan mikroorganizma izolasyonu, tanımlanması ve muhafazası,
- Fermantasyon süreçleri ile metabolitlerin üretimi,
- Mikrobiyal enzimlerin üretimi, saflaştırılması, immobilizasyonu ve stabilizasyonunu içeren süreçlerin ve yöntemlerin geliştirilmesi,
- Protein yapı-işlev ilişkilerinin incelenmesi,
- Mutasyon teknikleri ile mikroorganizma geliştirilmesi,
- Rekombinant DNA teknolojileri ile enzimlerin aktivitelerinin geliştirilmesi ve sürdürülebilir alternatif enerji odaklı mikroorganizma eldesi,
- Buğday, mısır, kolza, aspir vb. tarla bitkilerinin sap, saman vb. biyokütlesinden (biomass) mikroorganizma katalizörlüğünde biyoetanol ve biyodizel üretimi,
- Mikrobiyal genom, proteom çalışmaları,
- Mikrobiyal gübre üretim çalışmaları.

MİKROORGANİZMA GENETİK KAYNAKLARI

Mikrobiyal biyoçeşitlilik

Mikrobiyal Biyoçeşitlilik, mikroorganizmaların (bakteri, maya, küf) arasındaki genetik farklılığı ifade eder.

Mikroorganizmalarda biyoçeşitlenme hız ve endeksi

Mikroorganizma genetik kaynaklarında biyoçeşitlenme hız ve endeksi diğer organizmalardan (bitki, hayvan) daha yüksektir. Çünkü:

- Tek hücreli yaşamları ve çıplak kromozomal yapıları bunları mutasyonel çevre baskılarına açık tutar.
- Diğer canlılardan daha yüksek çoğalma hızına sahiptirler.
- Mutasyon sıklıkları diğer organizmalardan yüksektir.
- Haploid olduklarından genetik değişimler fenotipe kolayca yansır.

Mikrobiyal biyoçeşitliliğin saptanmasında ve izlenmesinde günümüzde kullanılan süreçler

1. Klasik Taksonomik Değerlendirme Süreci

- Fizyolojik Çeşitlilik
- Metabolik Çeşitlilik
- Morfolojik Çeşitlilik

2. Moleküler Filogenetik Değerlendirme Süreci

- DNA ve rRNA baz dizilimlerine göre akrabalıkların saptanması

Mikrobiyal ekosistemde mikrobiyal biyoçeşitlilik nasıl ortaya çıkar?

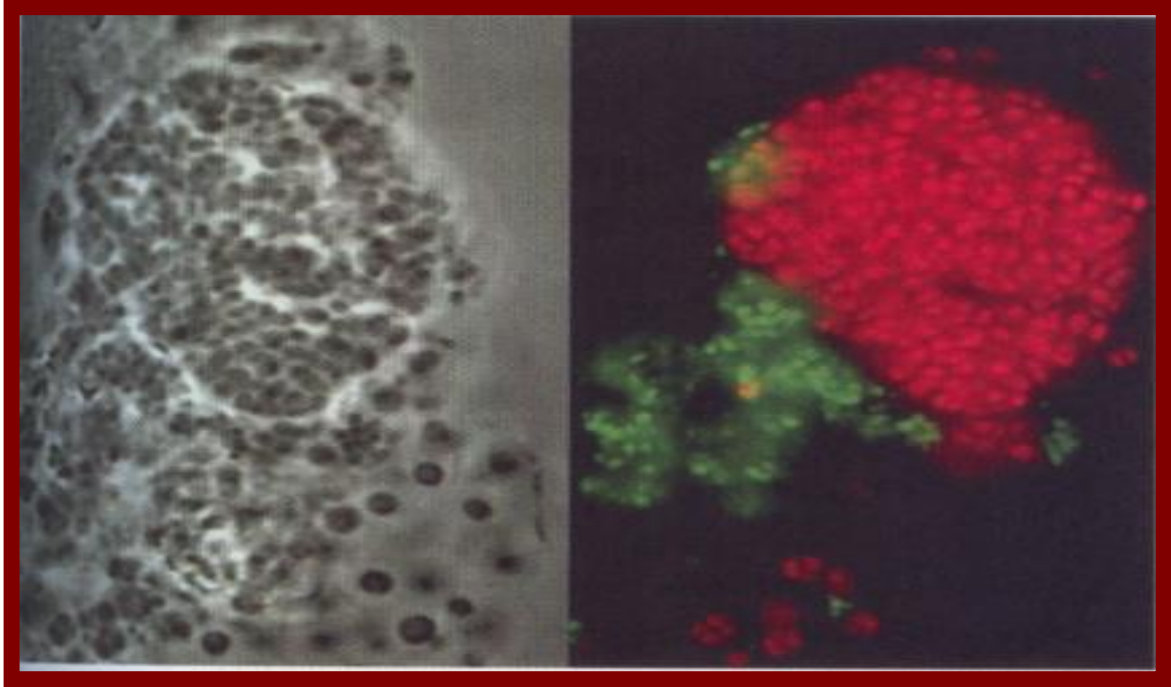
Ekolojik izolasyonlar, sürekli mutasyonlar ve yatay gen alışverişleri sonucunda bir türün popülasyonlarının farklılaşması ile yeni ekotipler oluşur. Tür düzeyinde ekotip oluşması için SSrRNA baz dizilimindeki farklılaşmanın >%70, DNA baz diziliminde farklılaşmanın da >%90 olması gerekir

Ekosistemlerde mikrobiyal biyoçeşitlilik nasıl izlenmektedir?

Klasik olarak ekosistemlerden alınan örneklerdeki mikroorganizmaların kültürü yapıp taksonomik değerlendirilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Bugüne değin kültürü yapılabilen yeryüzündeki prokaryotik (bakteriyel) mikroorganizma sayısının 5.000'in üzerinde olduğu saptanmıştır. Doğadaki kültürü yapılamayan mikroorganizmalarla birlikte toplam prokaryot sayısının 2.000.000 civarında olacağı hesaplanmaktadır (Wilson, 1988).

Ekosistemde doğrudan mikrobiyal popülasyonlar izlenebilir mi?

Günümüzde türe özgü olarak hazırlanmış ve floransans boya içeren rRNA propları ile tür temelinde mikrobiyal popülasyonları izlemek mümkündür (Şekil 1 A-B). (Kolankaya ve Ünal, 2012).



A

B

Şekil 1. Tarım Arazilerinde Mikroorganizmaların İzlenmesi.

A: Aktif çamurda flogenetik boylarla boyanmış nitrifikasyon bakterilerinin faz kontrast mikroskopunda granüle görünümü.

B: Aynı sahanın Amonyak (NH_3) oksitleyen bakterilerinin rRNA'larına karşı hazırlanmış floransans boyalı prop-boya (flogenetik boya) ile boyandıktan sonra yeşil renkte görünümü, Azot dioksit (NO_2) oksitleyenlerin de, bunlara karşı hazırlanmış flogenetik boya ile kırmızı boyalı görünümü.

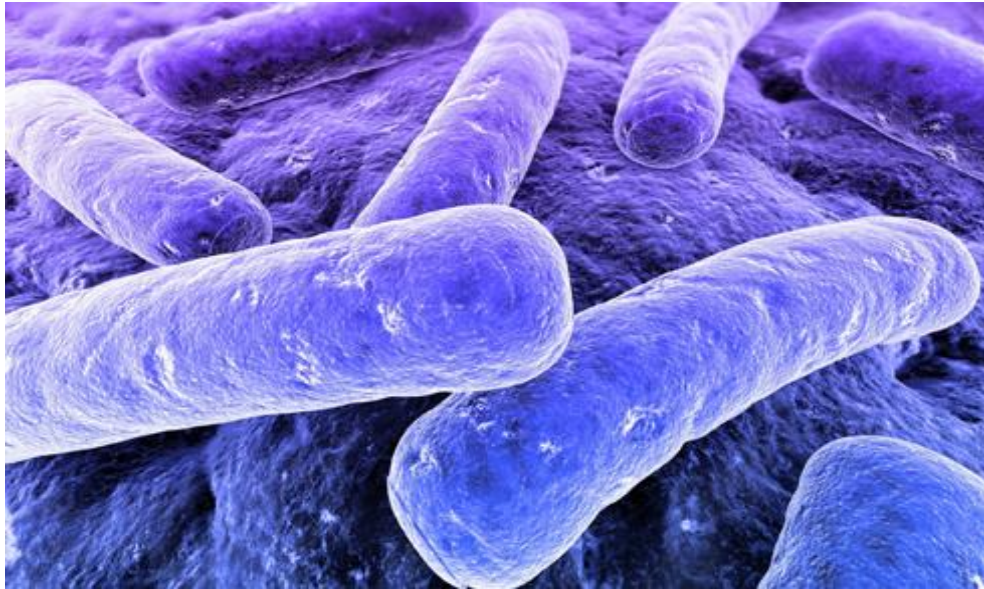
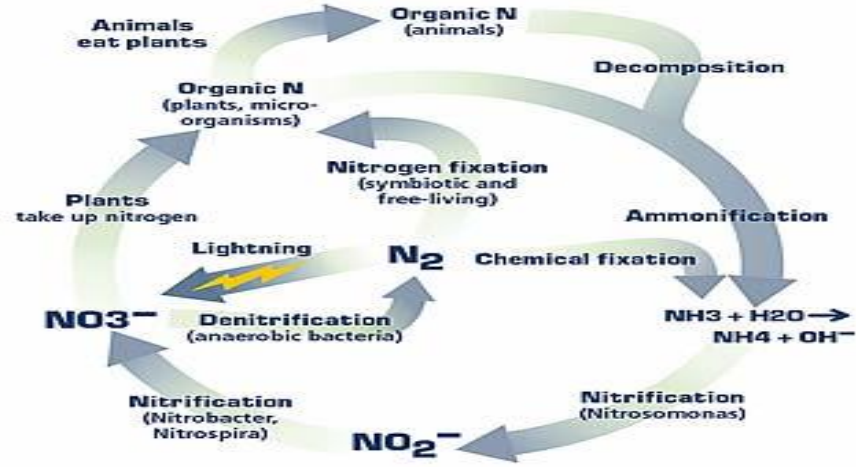
Farklı ekosistemler farklı mikrobiyal komünitelere mi sahiptir?

Farklı habitat ve ekosistemlerin mikroorganizmal florası farklıdır. Ekosistemler üzerindeki fiziksel ve kimyasal baskılar ekosistemin mikrobiyal florasını da niteliksel ve niceliksel açıdan etkiler. Benzer ekolojik nişdeki ekosistemlerdeki mikroorganizma florası da benzerdir.

MİKROBİYAL GENETİK KAYNAKLARIN ÖNEMİ

Mikrobiyal genetik kaynakların çevresel önemi

Bazı grup mikroorganizmalar Azot (N), Karbon (C) ve Kükürt (S) gibi elementlerin doğadaki biojeokimyasal döngülerinde işlev gördüklerinden global ekosistemin devamlılığını sağlar. Doğadaki kirliliklerin özümlemesinde çeşitli grup mikroorganizmalar rol oynar (Şekil 2) (Kolankaya ve Ünal, 2012).



Şekil 2. Biojeokimyasal Döngü ve Mikroorganizmalar.

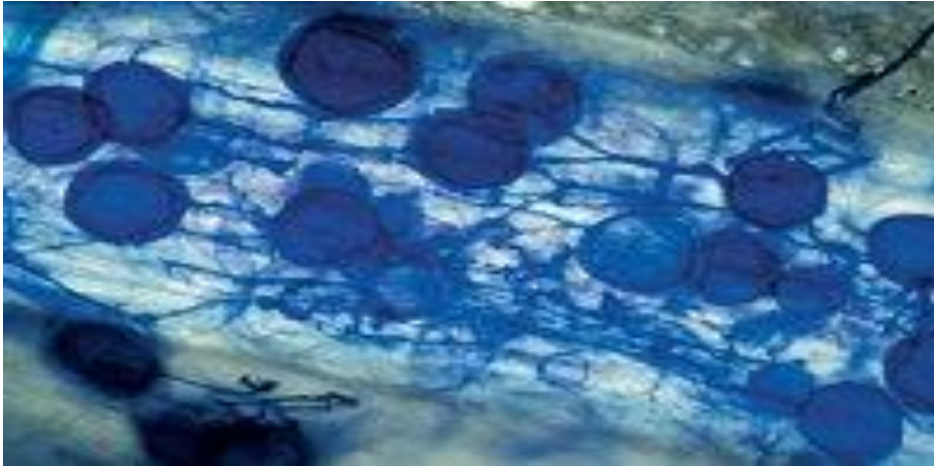
Mikrobiyal genetik kaynakların tarımsal önemi ve biyogübre

1978 yılından beri İsveç'te yapılan karşılaştırmalı çalışmada (Şekil 3-A) organik tarım verimi, konvansiyonelden %20 düşük bulunurken gübre ve enerji girdilerinde %35 ve %50, ilaçta ise %90 kazanım sağlanmıştır (Ünal, 2013).



Şekil 3-A. Organik Tarım: Karşılaştırmalı Çalışma.

Yapılan araştırmalarda organik tarım topraklarının, konvansiyonel tarım topraklarından daha zengin mikrobiyal çeşitliliğe sahip oldukları saptanmıştır. Organik tarım alanlarında kök funguslarında (*mycorrhiza*) çeşitliliğinin arttığı gözlenmiştir (Şekil 3-B) (Ünal, 2013).



Şekil 3-B. Organik Tarım Alanlarında Kök Fungusları (*Mycorrhiza*).

Bitkinin beslenmesi amacıyla toprağa verilen ya da tohumla karıştırılan mikroorganizmalara “mikrobiyal gübre” veya “biyogübre” adı verilir. Mikroorganizmalar havanın serbest azotunu fikse eder veya topraktaki fosforu çözerek bitki beslenmesine yardımcı olurlar. Mikroorganizmalar toprakta serbest ya da bitkilerle ortak olarak yaşamlarını sürdürebilirler.

Bitkilerin azottan yararlanılabilmesi için N_2 formundaki azotun NO_3 veya NH_3 formuna dönüştürülmesi gerekmektedir. Toprakta mevcut bazı mikroorganizmalar (*Azotobakter*) havadaki serbest azotu fikse ederek bitkilerin alabileceği azot formuna dönüştürebilirler.

Toprakta serbest olarak yaşayan ve simbiyotik yaşam göstermeyen mikroorganizmalar her yıl toprağa 2-10 kg / dekar arasında azot kazandırmaktadır. Toprağa kazandırılan azot miktarı topraktan toprağa değişmektedir. Serbest yaşayan mikroorganizmaların toprağa kazandırdığı azot miktarı, çayır, mera ve orman alanlarında daha çoktur. Baklagil köklerinde simbiyotik yaşayan *Rhizobium* bakterileri de havanın serbest azotunu fikse ederek bitki için gerekli azot kaynağını sağlarlar. Bu şekilde toprağa kazandırılan azot miktarları bitkiden

bitkiye değişiklik gösterir. Örneğin yonca bitkisi ekildiğinde yılda 15 kg / dekar'a kadar toprağa azot kazandırılabilir (Kolankaya ve Ünal, 2012).

Mikrobiyal genetik kaynakların teknolojik önemi

Endüstride ve tarımda değişik amaçlarla kullanılacak mikroorganizmal kaynak olmaları

- Çevre kirliliği sorunlarının çözümünde kullanılacak mikroorganizmal kaynakları oluşturmaları,
- Rekombinant DNA teknolojisinde kullanılacak gen kaynakları olmaları,
- Yenilenebilir enerji (biyogaz ve biyoetanol gibi), biopolimer, gıda ve değişik fermantasyon ürünlerinin üretiminde biyokatalizör görevi yapmaları,
- Biyoteknoloji ve Biyoekonomide kullanılmaları.

MİKROBİYAL GENETİK KAYNAKLARIN MUHAFAZASI

Mikrobiyal genetik kaynakların saklanması ve korunması

Bir mikroorganizma suşunun orijinal şeklinin muhafazası ve aynı özellikleri taşıyacak biçimde tekrar elde edilebilmesi, ancak uygun şartlarda saklanması ve muhafaza edilmesi ile mümkündür. Tüm özellikleri daha önceden tanımlanmış standart bir suşun canlılığını koruyarak bünyesinde barındırdığı tüm özelliklerini kaybetmeden saklanması, o standart suşun yeniden tanımlanmasından daha kolay ve ekonomik olmaktadır.

Biyoteknolojinin gıda ve tarım sektöründe uygulanabilmesi için genetik kaynakların muhafazası ve mikroorganizma kültür koleksiyonlarının hazırlanması gerekmektedir. Ulusal koleksiyonların uluslararası kültür koleksiyonu organizasyonları ile işbirliği ve iletişim halinde çalışmalarını sürdürmesi gerekmektedir.

Bilim ve teknolojiye gelişmeler, kültür muhafazasına yönelik çok sayıda yöntemin bugün başarı ile uygulanmasını sağlamaktadır. Buna rağmen, tüm mikroorganizmalar için aynı yüksek başarı düzeyi ile kullanılacak tek bir yöntem yoktur. Bu yüzden farklı mikroorganizma grupları için farklı yöntemler ya da aynı yöntemin başka modifikasyonları önerilmektedir.

Mikrobiyal suşların kültürlerinin korunmasına yönelik olarak uygulanan yöntemler; transfer, kurutma, liyofilizasyon ve dondurarak saklama şeklindedir. Günümüzde mikroorganizmal çeşitliliğin muhafazasında en sık kullanılan yöntem dondurup-kurutma (Liyofilizasyon. Freeze Drying) yöntemidir. Taksonomik değerlendirilmesi yapılan kültürler liyofilize edilip ulusal ya da uluslararası koleksiyon merkezlerinde saklanırlar (Şekil 4-5).



Şekil 4. Mikroorganizma Kültürlerinin Korunması, Saklanması ve Liyofilizasyon ile Muhafazası



Şekil 5. Mikroorganizmaların Muhafazası- *The Leibniz Institute DSMZ - German Collection of Microorganisms and Cell Cultures GmbH (Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH)*

Dünya'daki bazı önemli mikrobiyal kültür koleksiyon merkezlerine örnekler

- ATCC American Type Culture Collection
- CABRI CABRI (Common Access to Biological Resources and Information) by EC
- DSMZ Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH

- Fungal Genetics at U. Texas Houston Medical School
- IMI CABI Bioscience Genetic Resource Collection
- INVAM The International Culture Collection of Arbuscular and VA Mycorrhizal Fungi
- JCM Japan Collection of Microorganisms
- JSCC Japan Society for Culture Collections on-line database
- MICH University of Michigan Fungus Collection
- NCTC National Collection of Type Cultures(U.K.)
- RDPII (Ribosomal Database Project II)
- The Chlamydomonas Genetics Center
- VKM All Russian Collection of Microorganisms (Anonim, 2020).

SONUÇ

Mikroorganizmalar zengin gen potansiyelleri olmalarının yanı sıra biyolojik güç olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsanlar teknolojinin gelişmesiyle birlikte mikroorganizmalar ile çok farklı ortam ve şartlarda karşı karşıya gelmektedir.

İlk kültür koleksiyonları, riskli, patojen enfeksiyon ajanlar ve biyolojik materyallerin üretiminin sınırlandırılması, mikroorganizmaların uluslararası giriş ve çıkışlarında kontrolün sağlanması amacıyla kurulmuştur.

Türkiye’de ilk kurulan suş koleksiyonu Refik Saydam Ulusal Tıp Kültür Koleksiyonu (RSKK)’dır. Koleksiyon 1951 yılında “araştırma ve üretimde kullanılan bütün suşların herhangi bir virülans değişikliğinden korunması için kurutma usulünün kabul edilmesi” kararıyla "Diagnostik Servisi" adı altında 1954 yılında kurulmuştur. 1 yıl sonra "Suş Koleksiyon Laboratuvarı" olarak geliştirilen Koleksiyon, 1984 yılına kadar “Suş Koleksiyon Laboratuvar Şefliği” olarak çalışmalarına devam etmiştir. 1985 yılından itibaren Salgın Hastalıklar Araştırma Müdürlüğü bünyesinde Refik Saydam Ulusal Tıp Kültür Koleksiyonu adı altında çalışmalarını sürdürmüştür (Bağlum,1974).

Mikroorganizma genetik kaynaklarının muhafazası amacıyla faaliyet gösteren kültür koleksiyonu organizasyonları, mikroorganizmaların sahip oldukları biyolojik potansiyelin büyüklüğünü, biyolojik gücün boyutunu ve kaynağını tespit etmeye yönelik çalışmalar yapmaktadırlar. Biyolojik çeşitliliğin korunması amacıyla ulusal ve uluslararası genetik kaynakların dolaşımını ve üretimini kontrol altında tutmak için çeşitli yaptırımlarda bulunurlar.

Dünya Kültür Koleksiyonu Federasyonu (WFCC: World Federation for Culture Collections) mikrobiyal genetik kaynakların korunması amacıyla 1970 yılında kurulmuştur. Uluslararası Birleşik Biyolojik Bilimler ve Birleşik Mikrobiyoloji Cemiyetleri içinde yer alan çok disiplinli bir yapıdır. Avrupa’daki kültür koleksiyonları arasında işbirliği ve iletişimi sağlamak ve koleksiyonlara danışmanlık yapmak amacı ile 1981 yılında da Avrupa Kültür Koleksiyonları Birliği (ECCO: European Culture Collection Organisation) kurulmuştur.

WFCC ve ECCO organizasyonları işbirliği içerisinde çalışmalarını sürdürmekte olup araştırmacılar için gerekli olan aktivite ve faaliyetleri gerçekleştirmektedirler.

Refik Saydam Kültür Koleksiyonu ilk yıllarında 161 mikroorganizma suşu ile çalışmalarına başlamış ve 2001 yılında WFCC'na üye olmuştur. ECCO üyeliği ise 2003 yılında gerçekleştirmiştir. RSKK, uluslararası mikrobiyal kültür koleksiyon kuruluşlarına üye olmakla, çalışmalarının uluslararası boyutta kabul görmesini de sağlamıştır.(Yumuşak ve ark., 2006).

Türkiye’de üniversitelerde Ulusal Mikrobiyal Kültür Koleksiyonu çalışmaları 1970’li yıllarda Çapa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Kürsüsünde Prof. Dr. Enver Tali ÇETİN’in önderliğinde başlatılmıştır. Bu amaçla KÜKEM (Kültür Koleksiyonları Endüstriyel Mikrobiyoloji) Derneği kurulmuştur. 2014-2015 yıllarında Prof. Dr. Nazif KOLANKAYA ve Doç. Dr. Arzu ÜNAL tarafından Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde Ulusal Mikrobiyal Kültür Koleksiyon Merkezi kurulmasına yönelik projeler Kalkınma Bakanlığı’na sunulmak üzere titizlikle hazırlanmış ve Tarım ve Orman Bakanlığı TAGEM ilgili Daire Başkanlıklarına 2014-2015 yıllarında teslim edilmiştir.

Ülkemizde bu kapsamda Refik Saydam Hıfzıssıhha Enstitüsü, TÜBİTAK-MAM gibi bazı kuruluşlar ile üniversitelerin bünyesinde mikroorganizma kültür depolamaları yapılmış olsa da ülkemizin bu alanda ulusal mikrobiyal kültür koleksiyonlarını muhafaza edecek Ulusal Mikrobiyal Genetik Kaynaklar Merkezi’ne gereksinimi vardır.

Gıda ve tarım sektörü başta olmak üzere pek çok sektörde gerek Ar-Ge düzeyinde, gerek endüstriyel ölçekte ve gerekse ticari amaçlı kullanılacak yerel ve diğer mikroorganizma suşlarının yanı sıra yerli ve milli mikroorganizmaların tanısı, karakterizasyonu ve muhafazasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Mikroorganizma genetik kaynaklarımızın ve Mikrobiyal biyoçeşitliliğimizin korunması amacıyla ülkemizde Ulusal Mikrobiyal Genetik Kaynaklar Merkezi’nin kurularak Biyoekonomi ve Biyoteknoloji çalışmalarına hizmet verilmesi oldukça büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2020. <http://www.wfcc.info/index.php/about/sites/> (Erişim tarihi: 06.05.2020)
- Altermann, W., Kazmierczak, J., 2003. Archean microfossils: a reappraisal of early life on Earth. *Res. Microbiol.* 154 (9): 611–7.
- Bağlum, S., 1974. Refik Saydam Merkez Hıfzıssıhha Enstitüsü 1973 yılı çalışmaları. *Türk Hijyen ve Tecrubi Biyoloji Dergisi*, 34 (1-2):7-24.
- Cavalier-Smith, T., 2006. Cell evolution and Earth history: stasis and revolution. *Philos. Trans. R Soc. Lond B Biol. Sci.*, 361 1470: 969–1006.
- Kolankaya, N., Ünal, A. 1996. *Genel Mikrobiyoloji-I Ders Notları*, Hacettepe Üniversitesi-Ankara.
- Kolankaya, N., Ünal, A., 2012. *Gıda ve Tarım için Mikrobiyal Genetik Kaynaklar*. TAGEM Program Değerlendirme Grup Toplantıları, Antalya
- Schopf, J., 1994. Disparate rates, differing fates: tempo and mode of evolution changed from the Precambrian to the Phanerozoic *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91 (15): 6735–42.
- Schopf, J., 2006. Fossil evidence of Archaean life. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 361: 869-885.
- Ünal, A., 2013. Mikrobiyal Genetik Kaynaklar ve Önemi “Biyokaçakçılıkla Mücadele” Hizmet İçi Eğitim Toplantısı, Afyon.
- Ünal, A., Çalışkan, M., Şahin, M., Bıyık, E. and Kolankaya N., 2014. Biotechnology, Genetic Resources and Bio-Economy Related Activities in Turkey. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7 (1): 49-51.
- Ünal, A., 2020. Endüstriyel Biyoteknoloji Uygulamaları ve Biyoekonomi. In K. Hürkan (Ed.), *Tarımsal ve Endüstriyel Biyoteknoloji Uygulamaları - Biyoekonomi*. Ankara, Türkiye; IKSAD Publishing House. ISBN: 9786257914987.
- Wilson, E.O., 1988. The Current State of Biological Diversity, *Nat. Acad. Science*.
- Yumuşak, D., Öncül, Ö., Esen, B., 2005. Kültür Koleksiyonu Genel Tanımı ve Türkiye’deki Kültür Koleksiyonları. *Türk. Hij. Den. Biyol. Derg.*, 62 (1,2,3), 67-72.