

FUNGUS BİYOTEKNOLOJİSİ VE UYGULAMA ALANLARI

Doç. Dr. Demet Cansaran-DUMAN

Ankara Üniversitesi

Biyoteknoloji Enstitüsü

BİYOTEKNOLOJİ NEDİR?

- 👉 **Biyolojik araç, sistem ve süreçlerin üretim ve hizmet endüstrilerine uygulanması**
- 👉 **Endüstriyel uygulamalarda başarılı olabilmek için Biyokimya, Mikrobiyoloji ve Mühendislik bilimlerinin ortak kullanımı ile mikroorganizmaların, doku ve hücre kültürlerinin kapasitelerinin artırılması**
- 👉 **Çeşitli yararlı maddelerin üretilmesi için biyolojik özellikleri kullanan bir teknoloji olması**
- 👉 **Biyolojik araçlar tarafından üretilen materyallerin daha iyi ürün ve hizmet vermek üzere bilim ve mühendislik ilkelerinin uygulanması**
- 👉 **Biyoteknoloji sadece teknik ve süreçlerin toplamına verilen bir addır.**
- 👉 **Biyoteknoloji canlı organizmaları ve onların yapıtaşlarını tarım, gıda ve diğer endüstrilerde kullanan bir tekniktir.**

BİYOTEKNOLOJİNİN BAŞLICA UYGULAMA ALANLARI

- **Biyosüreç Teknolojisi**

- Alkollü içeceklerin üretimi
- Antibiyotik üretimi
- Memeli hücre kültürleri
- Yeni ürünlerin üretimi (Ör: Polisakkaritler)
- İlaç üretimi
- Organik çözücü üretimi (Ör:Aseton, butanol)
- Protein bakımından zenginleştirilmiş gıdaların üretimi
- Üretim kapasitesi artışı için fermentasyon tasarımı optimizasyonu

- **Enzim Teknolojisi**

- Özgün kimyasal reaksiyonlar için kullanımları
- Enzim immobilizasyonu (tutuklanması)
- Yarı sentetik penisilin üretiminde
- Nişasta ve sellüloz hidrolizinde
- Biyolojik analizler için sensörlerin oluşturulmasında

BİYOTEKNOLOJİNİN BAŞLICA UYGULAMA ALANLARI

➤ Atık Teknolojisi

- Atıkların yeniden kullanılabilmesi
- Atıklardan yeni ürünlerin üretilmesi (Ör: alkol)

➤ Çevre Teknolojisi

- Kirliliğin kontrolü
- Atık toksinlerin uzaklaştırılması
- Düşük dereceli madenlerden ve madencilik endüstrisi atıklarından metallerin geri kazanılması

➤ Yenilenebilen Kaynaklar Teknolojisi

- Kimyasal ham madde ve etanol, metan ve hidrojen üretimi için lignosellülozik materyalin yenilenebilen enerji kaynağı olarak kullanılması
- Bitki ve hayvan materyalinin tamamının kullanılması

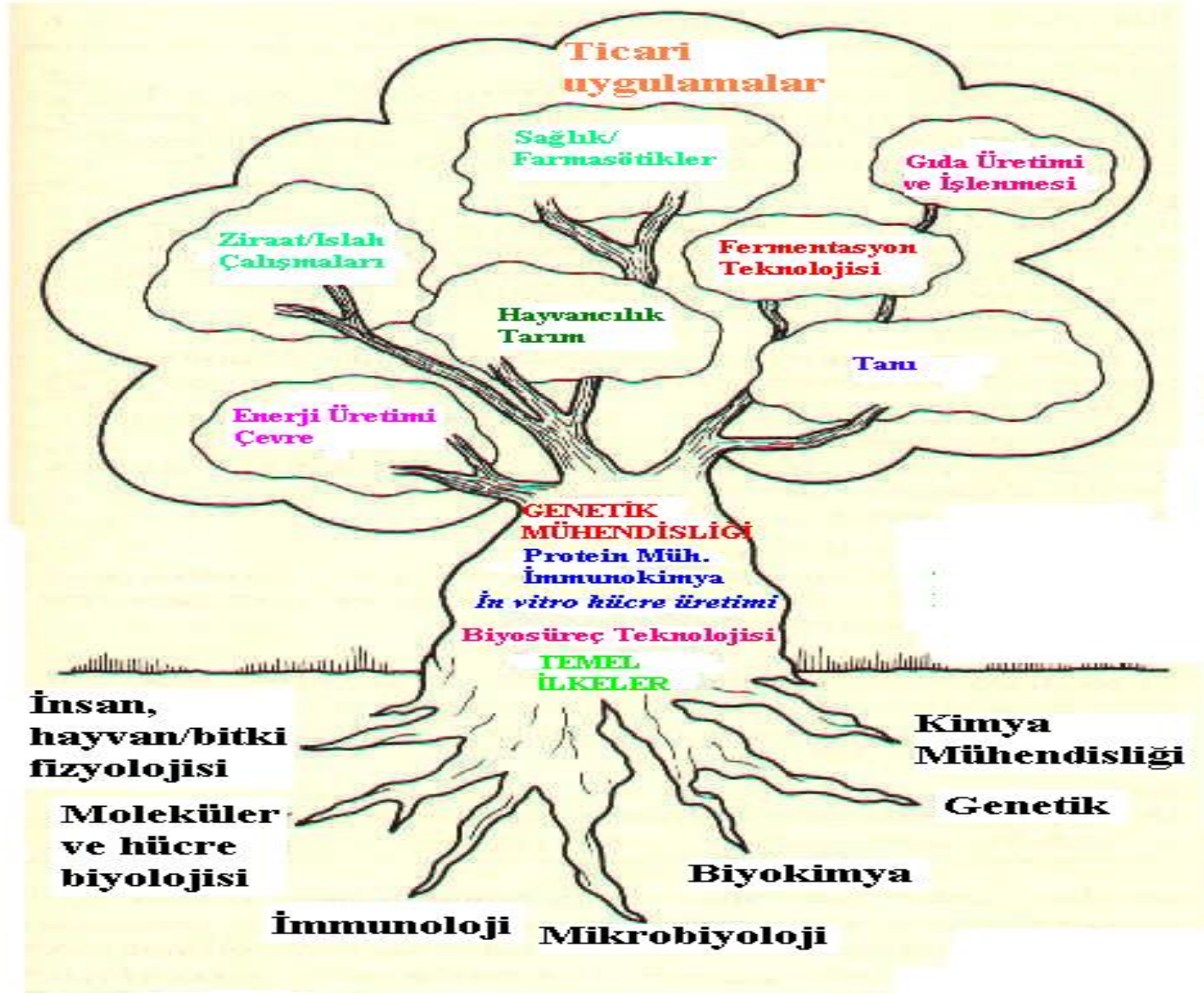
BİYOTEKNOLOJİNİN BAŞLICA UYGULAMA ALANLARI

➤ Ziraat ve Hayvancılık

- Besin değeri yüksek, hastalığa dirençli, strese toleranslı, yüksek kalitede ve verimde genetik mühendisliği ile geliştirilmiş bitkilerin oluşturulması
- Hayvancılıkta ürün artırımını sağlamak

➤ Sağlık

- Yeni ilaçların oluşturulması
- İlaçların sadece hastalıklı bölgeye ulaşmasının sağlanması
- Hastalık tanılarının geliştirilmesi
- Aşıların geliştirilmesi
- İnsan genomunun anlaşılması
- Gen tedavisi



BİYOTEKNOLOJİ AĞACI

FUNGUS NEDİR?

Funguslar; ökaryotik, klorofil içermeyen, hücre çeperine sahip ve sporla çoğalan heterotrof organizmalardır.

Mikoloji; fungusların biyolojik özelliklerinin incelenmesi ile ilgili bir bilim dalıdır.

1. Tüm funguslar **ökaryottur**;

- a. Kromozomları içeren membranlı nükleusları vardır
- b. Mitekondri, vakuoller gibi membranlı hücre organelleri vardır
- c. DNA'larında kodlanmayan bölgeler (intron) vardır.
- d. Membranları streoller içerir
- e. Ribozomları 80 S tiptedir.

2. Funguslar tipik olarak **hif** olarak adlandırılan ve uçtan (apikal) uzayan filamentler biçiminde büyürler
3. Mantarlar **heterotrof** beslenirler. Yani, beslenme açısından önceden oluşmuş organik maddeye bağımlıdırlar.
4. Diğer tüm ökaryotlardan farklı olarak haploid genoma sahiptirler. Ancak hif hücrelerinde birçok nükleus içeren bazı fungal hiflerde ve tomurcalanan mayalarda diploid durum söz konusudur.

5. Hücre çeperi **kitin** ve **glukandan** oluşur.

6. Eşeyli ve eşeysiz üreme sırasında spor oluştururlar.

7. Funguslar **mannitol**, **trehaloz** ve **glikojen** gibi maddeleri depo ederler.

FUNGUSLARIN ÖNEMİ

Funguslar, çöller ve okyanuslardan, canlı yüzeyleri ve besin maddelerine kadar birçok yaşam çevresinde yer alan canlılardır. Şimdiye kadar belirlenen yaklaşık 110.000 kadar fungus türünün olduğu bilinmektedir.

Funguslar, buldukları yaşam çevrelerindeki etkinlikleri ile uzun zamandır insanlığı etkilemektedir. Bu etki insanlar açısından yararlı olabileceği gibi zararlı da olabilir:

YARARLARI:

Maya fermentasyonu; alkol ve ekmek,
Steroidler,
Yararlı metabolitler; antibiyotikler ve bitki büyüme hormonları,
Enzim aktivitesi; besin, peynir olgunlaştırması ve endüstriyel enzimler,
Biyomas; maya ve mikoprotein,
Biyolojik kontrol; böcek ve nematodlar,
Ormancılık; mikrorizal birlikler

ZARARLARI:

Bitki hastalıkları,
İnsan ve hayvanlarda mikoz,
Alerji,
Çürüme

FUNGUSLARI YARARLI ETKİNLİKLERİ

Funguslar, organik maddeler üzerindeki faaliyetleri sonucunda mineralizasyona sebep olurlar.

Bazı funguslar, bitki kökleri ile simbiyotik bir ilişkiye girerek bitki gelişimine katkıda bulunan **mikoriza** oluşumuna neden olurlar. Diğer bazıları ise, bitki süksesyonunda ilk basamağı oluşturan '**liken**' yapısına katılırlar.

Bazı funguslar, doğrudan doğruya besin olarak kullanılırlar. Doğadan toplanan çeşitli zehirsiz mantarlar yenilebildiği gibi, *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinus* gibi taksonun kültürü yapılmaktadır.

Birçok fungus, antibakteriyal, antifungal, antitümör ve antiviral etkileri nedeni ile tıpta kullanımı bulunmaktadır.

Bazı funguslar, besin maddelerinin hazırlanmasında önemli rol oynarlar. Örneğin, rokfort peynirinin hazırlanmasında *Penicillium roqueforti*; kamembert peynirinin hazırlanmasında *P. camemberti* kullanılarak adı geçen küflü peynirler yapılmaktadır.

Ayrıca ekmek yapımında kullanılan maya, ekmeğin iyi pişmesini sağladığı gibi besin değerini de arttırmaları.

Bazı funguslardan, zararlılarla biyolojik mücadelede yararlanır.

Bazı funguslardan ise farklı özellikleri nedeniyle biyolojik çalışmalarda test organizması olarak yararlanır.

FUNGUSLARIN ZARARLI ETKİLERİ

- 1) İnsan ve hayvanlarda patojen olabilirler.
- 2) Alerjik reaksiyonlara neden olurlar.
- 3) Bitkilerde hastalıklara neden olarak ekonomik kayba yol açarlar.
- 4) Bazı şapkalı mantarlar, zehirli oldukları için, besin olarak tüketilmesi durumunda, ölüme varan sonuçlara yol açarlar.
- 5) Bazı funguslar, besin maddelerinin bozulmasına neden olurlar.
- 6) Bazı funguslar, özellikle ağaç ve ahşap ağaçtan yapılan eşyaların çürümesine neden olurlar.

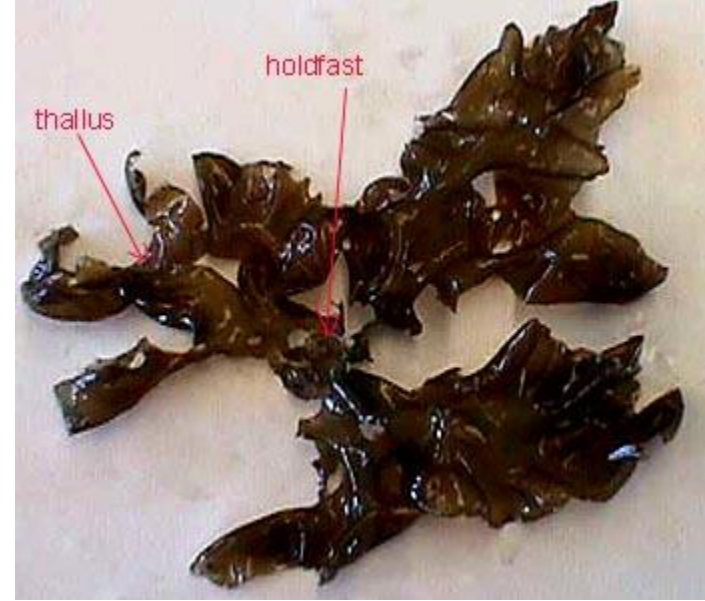
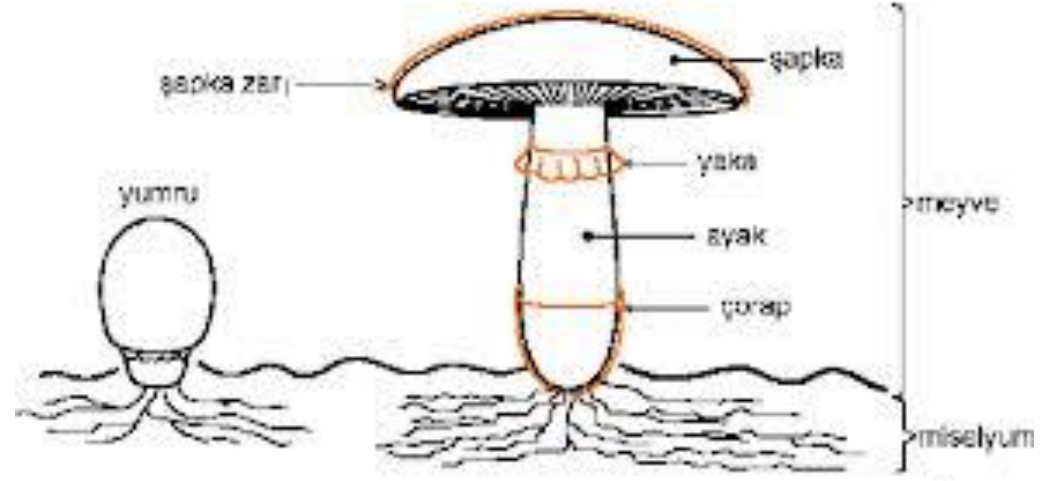
FUNGUSLARDA SOMATİK YAPI

Funguslarda somatik yapı; misel, maya ve rhizoidal form olmak üzere 3 farklı morfoloji göstermektedir. Maya formundaki funguslarda genellikle tomurcuklanma veya ortadan ikiye bölünme şeklinde büyümeye rastlanır. Rhizoidal formda ise tek bir hücre veya hücreler zinciri, bir substrata bağlı olarak kalır.

- A) Tallus
- B) Hif
- C) Hif dokuları
- D) Özel somatik yapılar



MANTARIN BÖLÜMLERİ



FUNGUSLARDA ÜREME

Üreme, “türün tüm tipik özelliklerini taşıyan yeni bireyler meydana getirme süreci” olarak tanımlanabilir. Funguslarda çoğalma; **vejetatif, eşeysiz ve eşeyli** olmak üzere 3 farklı şekilde gerçekleşmektedir.

Eşeysiz üreme sırasında karşıt eşeylere ait çekirdeklerin kaynaşması (karyogami) ve mayoz olayları gerçekleşmez. Eşeysiz üreme sırasında, özelleşmiş seks hücreleri ya da organları da görülmez.

Eşeyli üreme ise, uygun iki nukleusun birleşmesi esasına dayanır ve 3 ayrı faza sahiptir. Bu fazlar sırasıyla, plazmogami, karyogami ve mayoz bölünmedir. Bu yolla yeni genetik bileşime sahip bireyler oluşacak ve tür değişen çevre koşullarına karşı direnci sağlayacak genetik çeşitliliğe kavuşacaktır.

Eşeysiz üreme, her mevsimde birkaç kez gerçekleşmesi nedeni ile fungus türünün bir ortamda bulunması ya da yerleşmesinde önemli etkiye sahiptir. Oysa eşeyli üreme genellikle yılda bir kez gerçekleşmektedir. Birçok tür bu iki safhadan sadece birini gösterebilir.

Hennebert ve Weresub, **telemorf** teriminin eşeyli üreme safhasını, **anamorf** teriminin ise, eşeysiz üreme safhasını belirtmek için kullanılmasını önermişler ve bu öneri geniş kabul görmüştür. Son zamanlarda bu terimlerin '**meiosporic**' (telemorf) ve '**mitosporic**' (anamorf) terimleri ile değiştirilmesi önerilmektedir.

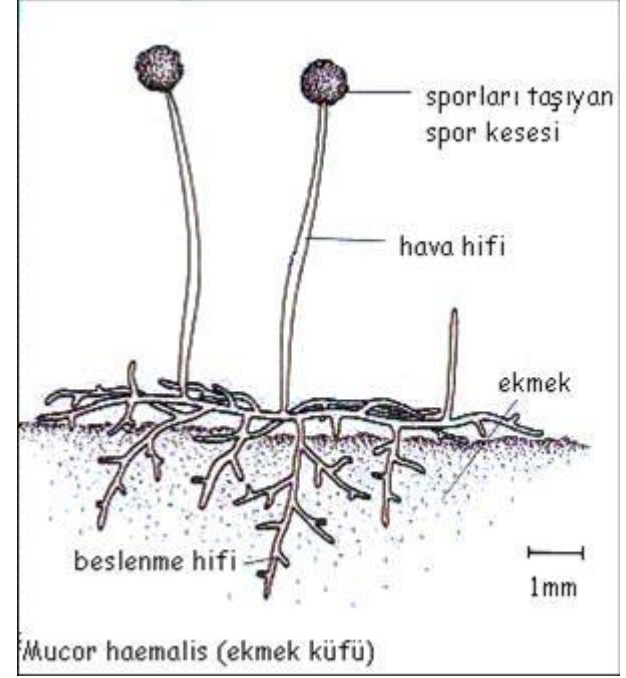
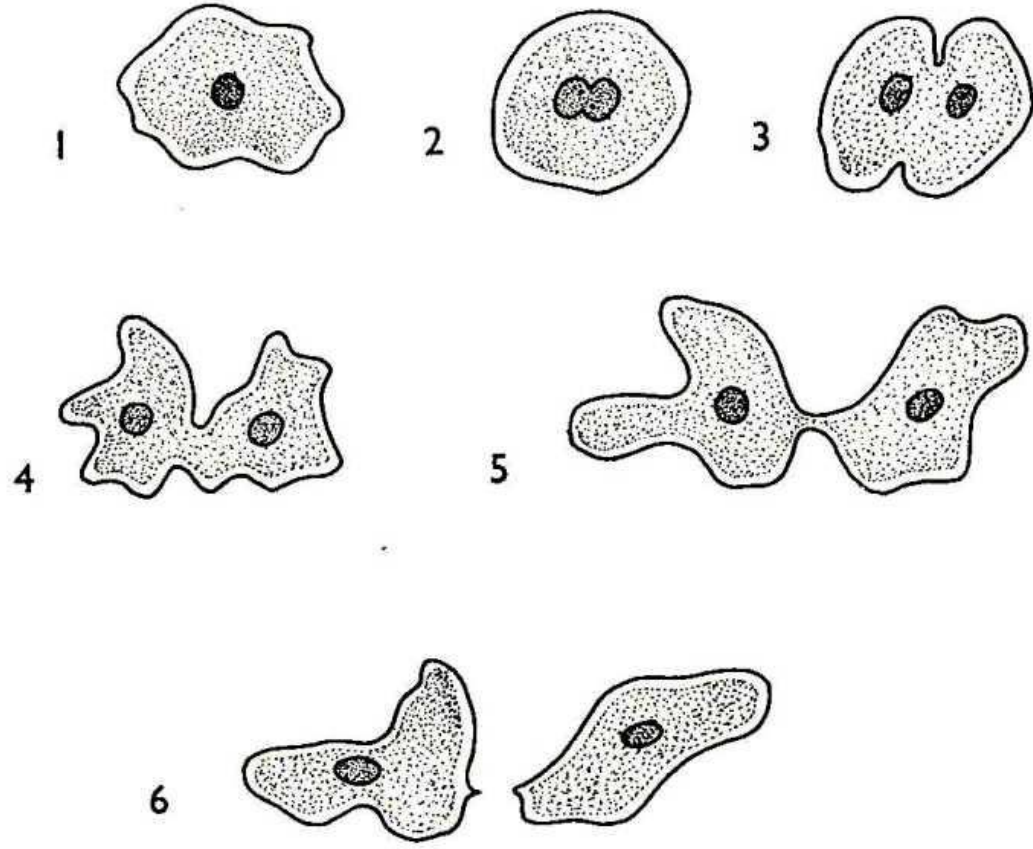
EŞEYSİZ ÜREME:

Funguslarda görülen eşeysiz üreme tiplerini şu biçimde sıralayabiliriz:

- 1) Vejetatif çoğalma
- 2) Mitotik sporlar ile
 - a. Bir kese içinde spor oluşturanlar
 - b. Sporları bir kese içinde olmayanlar
 - c. Özel yapılar içinde spor oluşturanlar
- 1) Tomurcuklanma ile
- 2) İkiye bölünme ile
- 3) Fragmentasyon ile

Diaspor terimi, bu parçacıkların tümünü ve eşeyli üreme sırasında oluşturulan sporları ifade etmek için kullanılmaktadır.





1) VEJETATİF ÇOĞALMA

Funguslarda vejetatif çoğalma, fungusun üremeye yönelik olmayan herhangi bir kısmından yeni kısımların yada fertlerin gelişmesidir. Örneğin herhangi bir saprofit fungusun bir hif parçası, bir petri kabından alınarak içinde uygun steril besiyeri bulunan diğer bir petri kabına aktarıldığında çoğalmaya başlar ve yeni bir koloni oluşturur.

2) SPORLA ÜREME

Funguslarda en sık görülen eşeysiz üreme biçimidir. Miselyumlar olgunlaşır,yeterince gıda depo ederse ve çevresel koşullar sporulasyona uygunsa, hiflerde çeşitli tiplerde sporlar gelişirler.

Karasal fungusların sporlarının çevresinde kalın bir **epispor** tabakası vardır. Bu tabakanın altında protoplazmayı çevreleyen **endospor** yer alır. Bazı fungus sporlarında ise, sporu en dıştan saran ayrı bir tabaka (**perispor**) daha bulunabilmektedir.

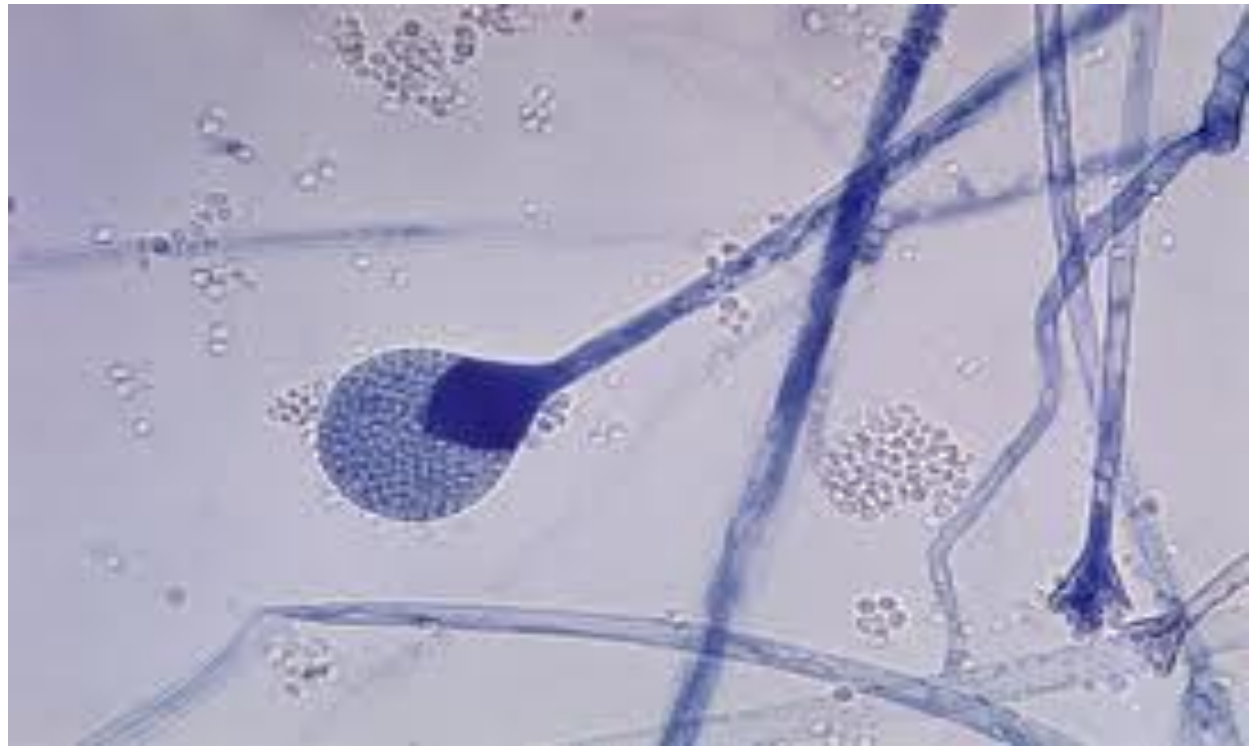
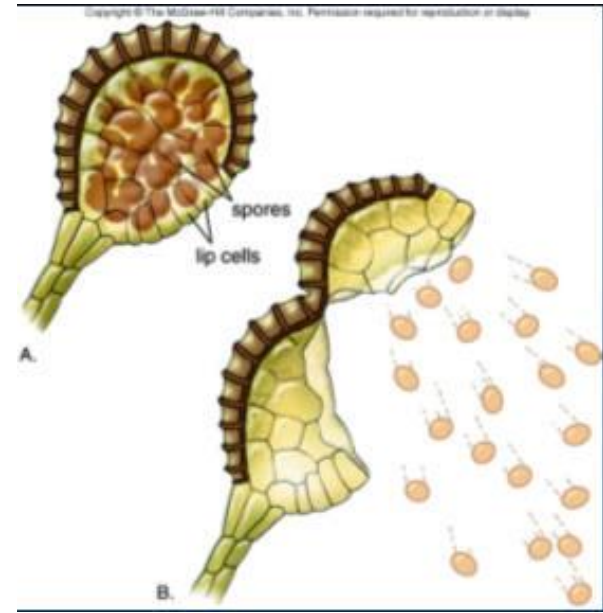
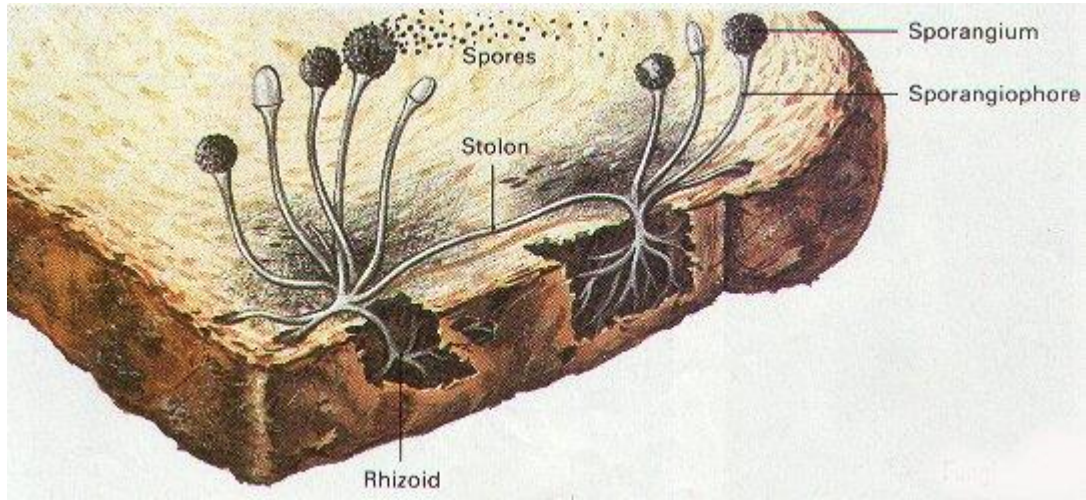
a) Bir kese içinde spor oluşturanlar

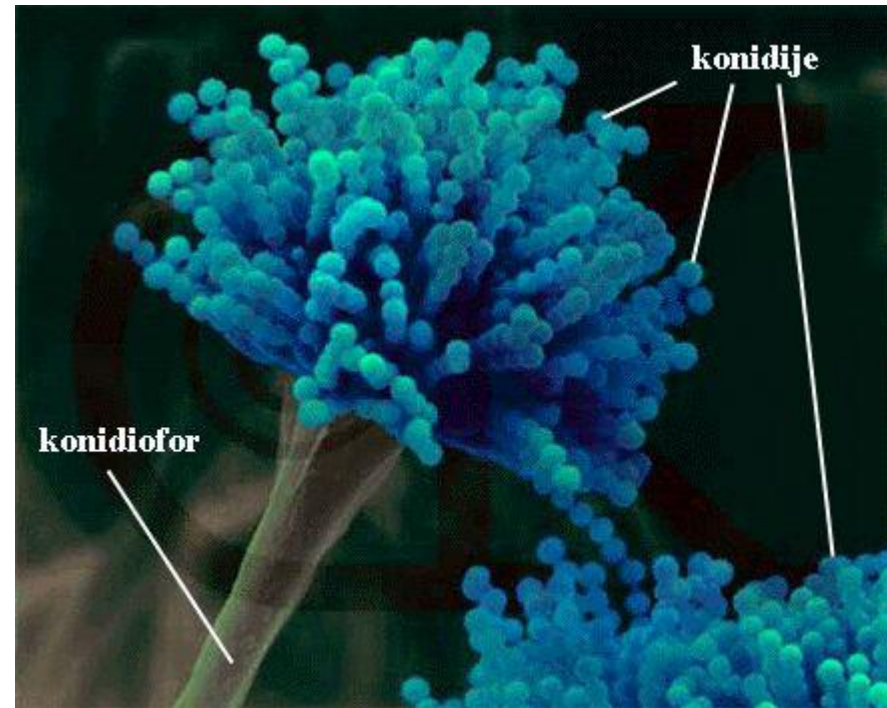
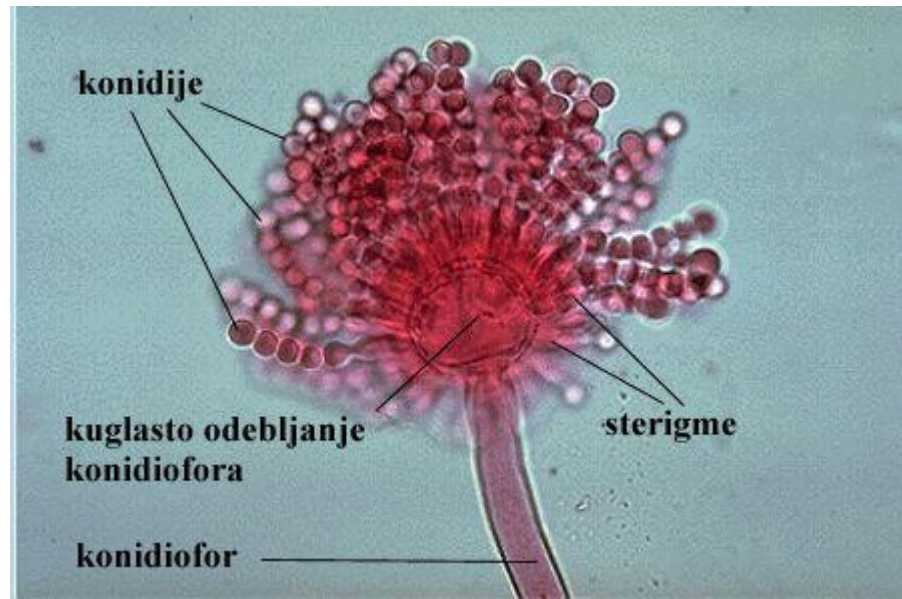
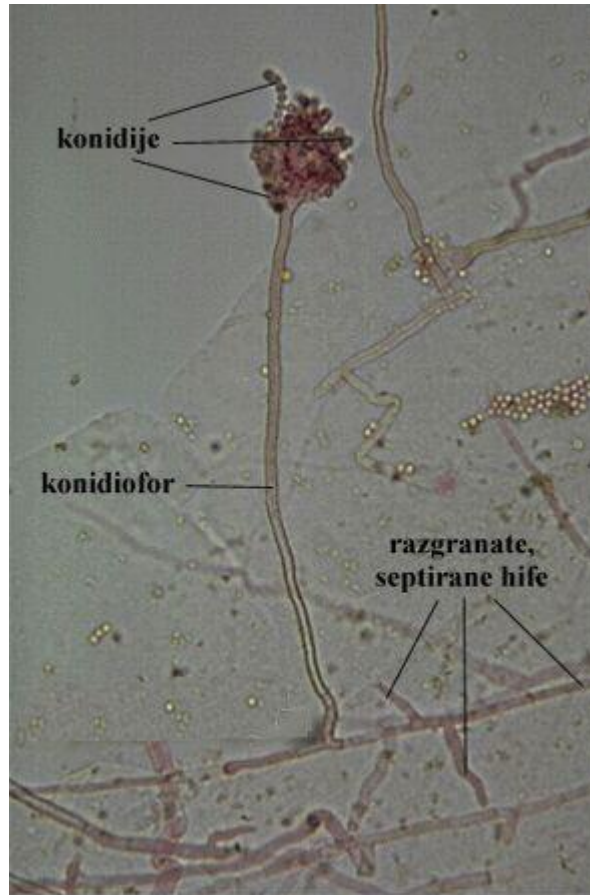
Bu tip sporlanmaya *Mastigomycotina* ve *Zygomycotina* üyelerinde rastlanır. Sporlar, bunları taşıyan özel hiflerin uçlarında oluşan büyük ve yuvarlak keseler içinde bulunurlar.

Bu kese **Sporangium** adını almaktadır.

a) Sporları bir kese içinde olmayanlar

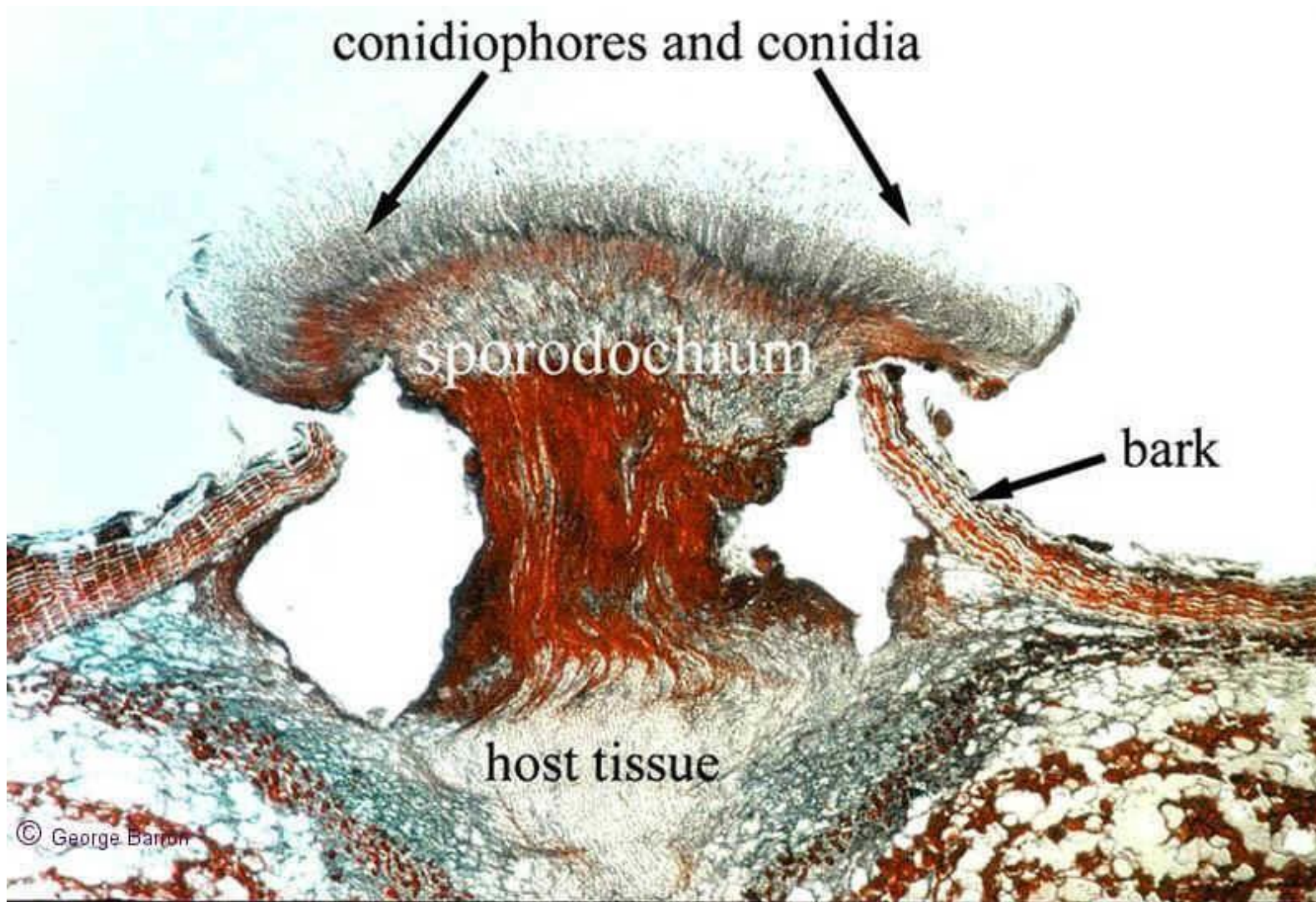
Bu tip sporlanmaya filamentöz *Ascomycetes* ve birçok *Deuteromycetes* üyelerinde rastlanmaktadır. Oluşan sporlar '**conidium**', bu sporları taşıyan hifler ise '**konidiofor**' adını alır.





a) Özel yapılar içinde spor oluşturanlar

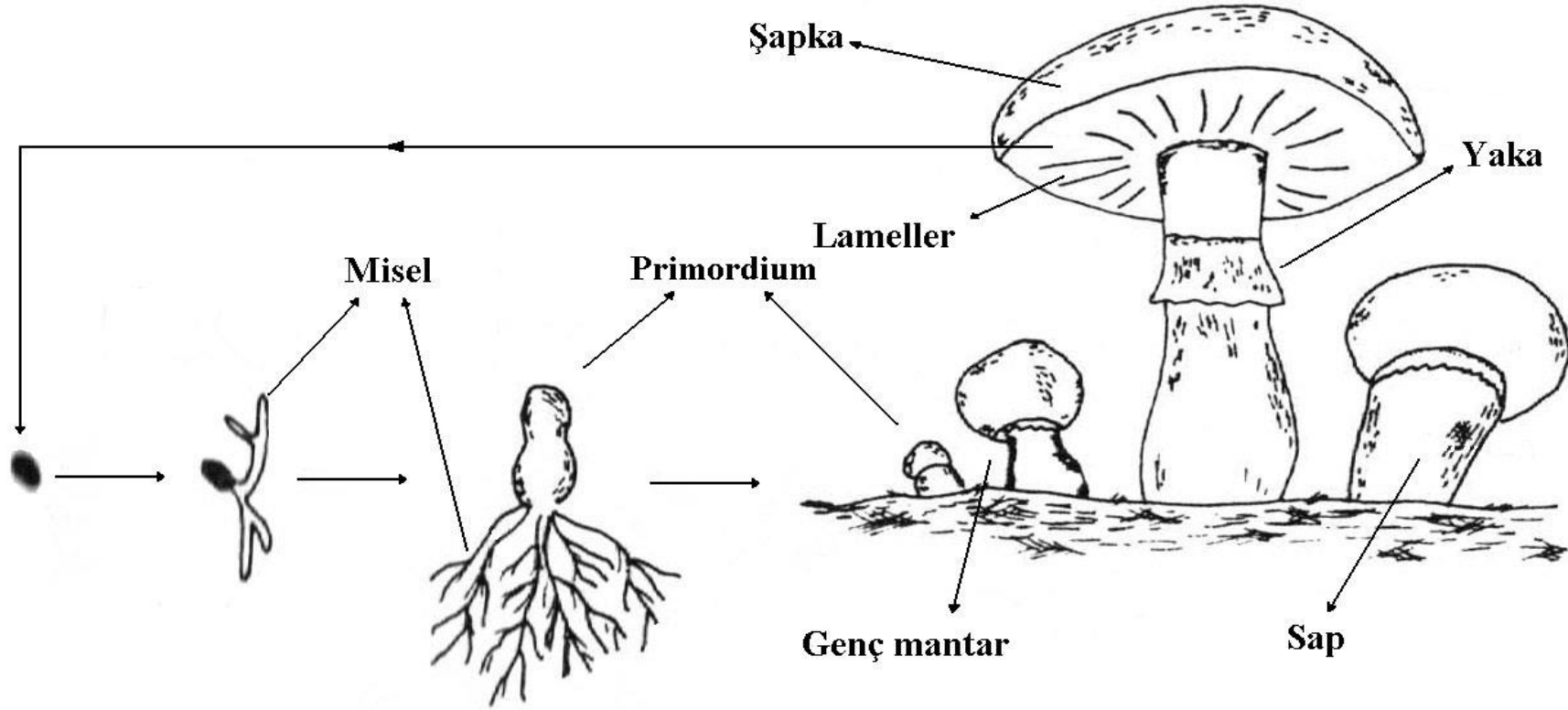
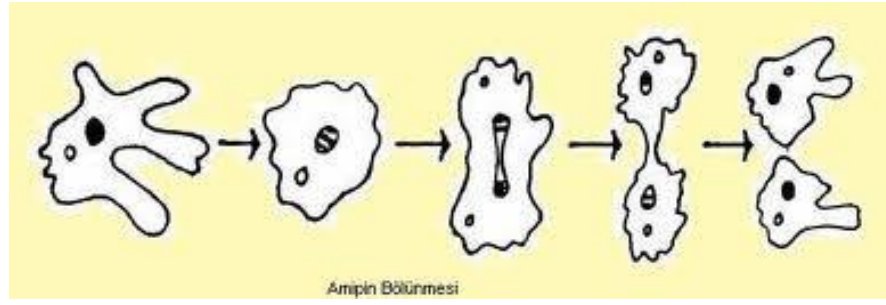
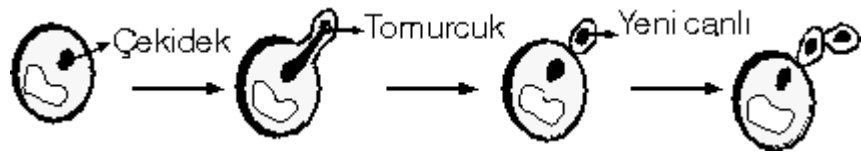
Bazı funguslarda konidiforlar özel şekillerde bir araya gelebilmekte ya da özel yapılar oluşturabilmektedir. **Synnema** oldukça uzun konidioforları ile ayırt edilir. **Sporodochium** ise kısa konidioforlara sahiptir. Bazı funguslarda spor tiplerinden sadece biri oluşurken diğer bazıları farklı tipte sporlar oluşturabilmektedir.



3) TOMURCUKLANMA

Funguslarda görülen ikinci eşeysiz üreme tipi somatik hücrelerin tomurcuklanması biçimindedir. Bu tip eşeysiz çoğalma, meyve yüzeyleri, çiçek nektarları gibi şekerli olan yerlerde çok rastlanan mayalarda görülür.

Hücre içinde bulunan nükleus, mitoz bölünme geçirdikten sonra hücrenin protoplazması bir taraftan çeperi iterek dışarı çıkar ve ana hücrenin yan tarafından tomurcuk biçimli bir hücre daha meydana gelir.

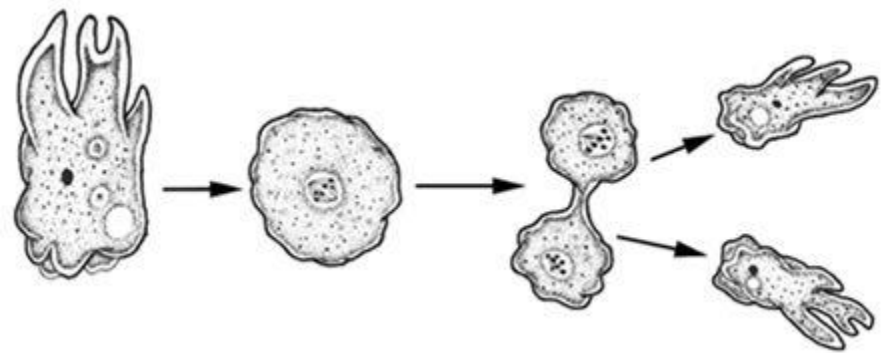
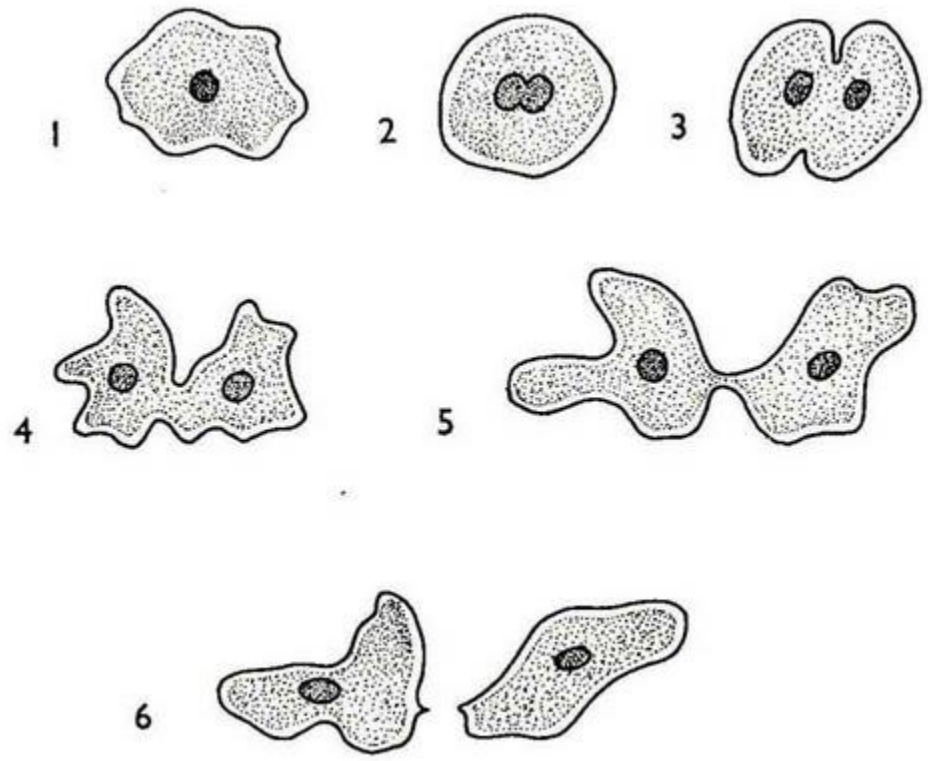


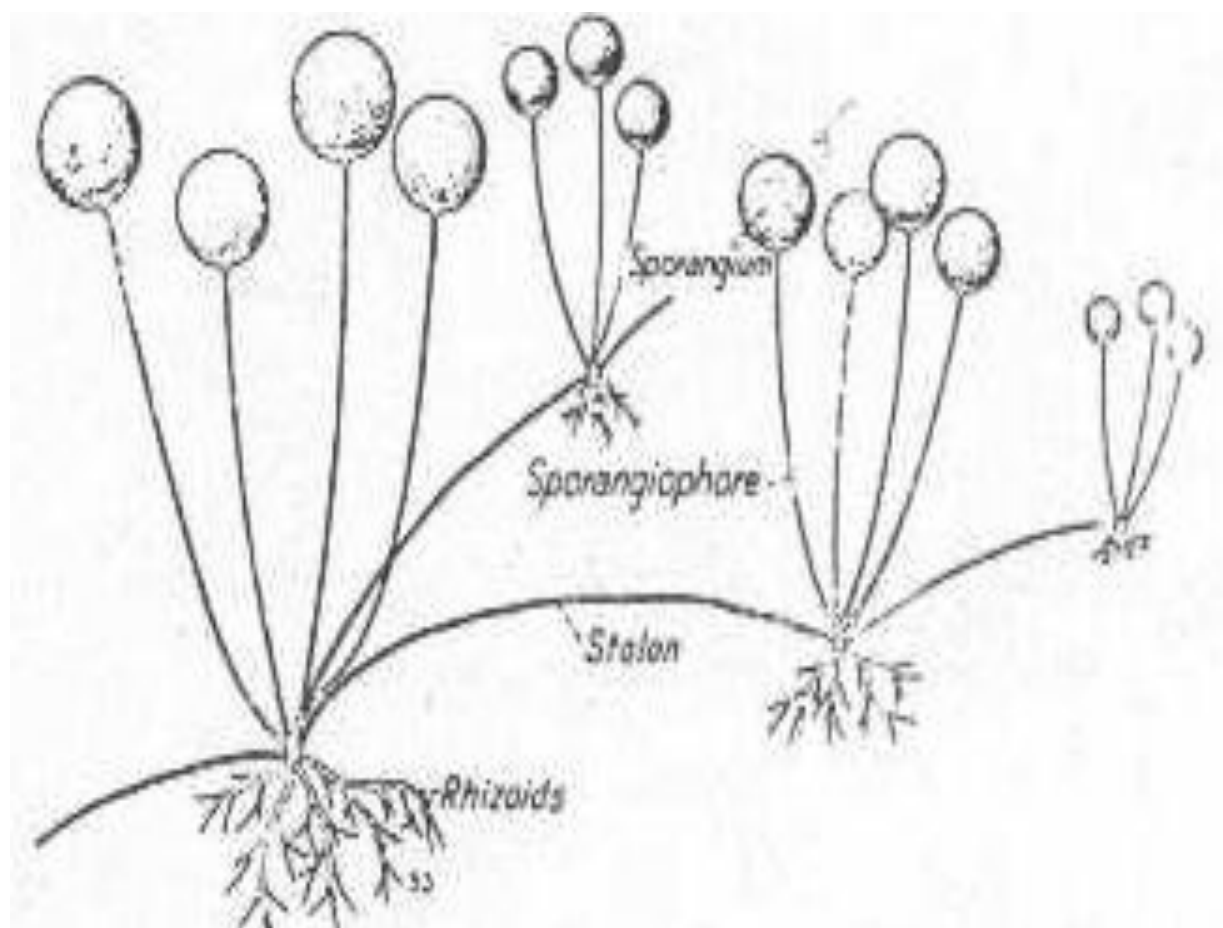
4) İKIYE BÖLÜNME

Somatik hücrelerin ikiye ayrılmaları biçiminde olan bu eşeysiz üreme tipine ‘**FİSYON**’ adı verilir. Mayalarda görülen bir üreme tipidir. Öncelikle nükleus ikiye bölünür. Bu sırada hücre boyuna uzar. Bölünen nükleuslardan bir tanesi uca, diğeri ise öteki uca hareket eder. Bu olaylardan sonra orta kısımda enine çeper oluşur ve böylece ana maya hücresi iki yavru hücreye ayrılmış olur.

4) FRAGMENTASYON

Bu tip üremede somatik hif parçalanır. Hifi oluşturan hücreler birbirinden ayrılarak serbest hale geçerler. Bu hücrelere ‘**OİDİUM**’ ya da ‘**ARTHROSPOR**’ adı verilir. Oidiumlar bir spor gibi çimlenerek yeni hifler oluşturma yeteneğine sahiptirlerdir.

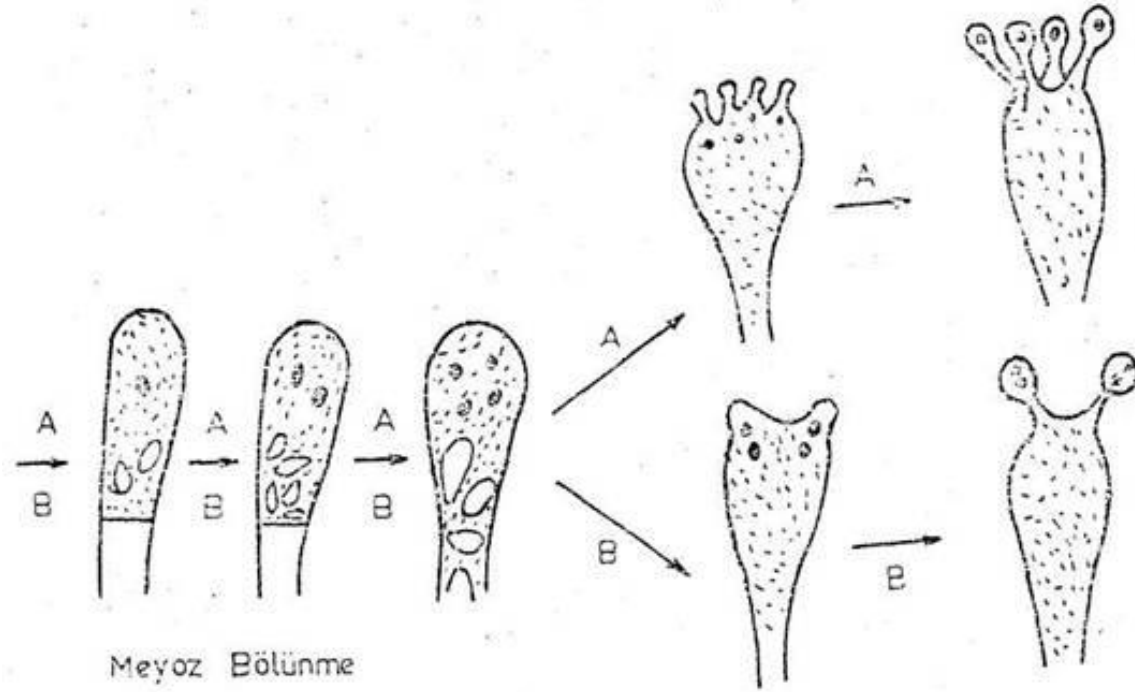




EŞEYLİ ÜREME:

Funguslarda eşeyli üreme, diğer canlılarda olduğu gibi, iki uygun nükleusun birleşmesi ilkesine dayanır. Bu çoğalma 3 ayrı faza sahiptir. Bu fazlar sırasıyla **plazmogami, karyogami ve mayoz** bölünmedir.

Plazmogami, farklı eşeyleri temsil eden nükleusların aynı hücre içinde bir araya gelmesi (birleşmesi değil!!!) olayıdır. İçinde farklı genoma sahip iki nükleusun bulunduğu bu hücre, ‘**DİKARYON**’ olarak tanımlanır. Bu iki nükleusun kaynaşması olayı ise ‘**KARYOGAMİ**’ terimi ile ifade edilir. Karyogami ile haploid olan hücreler, diploid hale gelmiş olacaktır. Karyogamiden sonra yaşam döngüsünün özelliğine bağlı olarak er-geç bir ‘**MAYOZ BÖLÜNME**’ gerçekleşir. Bu yolla hücreler tekrar haploid hale dönerler.



Şekil 4.9. Lameller Üzerinde Basidiumların Oluşumu ve Sporların Meydana Gelişi (A. dörtlü sporlar, B. Agaricus bisporus'da ikili sporlar).

Fungusların eşeyli üremelerinde çeşitli üreme tipleri görülür. Bunlar, **izogami, oogami, gametangiogami ve somatogami**'dir.

Gametlerin birleşmesi sonucu meydana gelen zigot, farklı özellik gösterebilir. Birçok fungusta zigotun etrafında kalın bir çeper oluşarak kuraklık, ısı değişiklikleri, uygun olmayan besin koşulları gibi ekstrem koşullardan korur.

Bazı funguslarda farklı eşem karakterleri aynı tallusta, bazılarında ise farklı talluslarda bulunabilir. İlk durumdaki funguslara **'HERMAFRODİT'** yada **'HOMOTALLİK'**, ikincilere ise **'DİOİK'** yada **'HETEROTALLİK'** fungus adı verilir.

FUNGUS FİZYOLOJİSİ

1) FUNGUSLARIN GELİŞİMİNE ETKİLİ OLAN ÇEVRESEL
FAKTÖRLER

A) SICAKLIK

Mikroorganizmalar, sıcaklık ile olan ilişkilerine göre **psikrofil**, **mezofil**, **termofil** olmak üzere 3 grupta incelenir. Buzdolabı ısısında üreyebilen ve gıdaların bozulmalarına neden olan funguslara her zaman rastlanmaktadır. Termofiller ise, 60oC'nin üzerinde gelişebilirler. Ancak 'DERMATOFİT' adı verilen, ,insan ve hayvan patojeni türler, deride lokalize oldukları için potimum sıcaklıkları, ortam sıcaklığına yakın olan sıcaklık dereceleridir. Bunlar 20-25oC'de gelişirler.

Her mikoroorganizma grubu için bu grupların sınırları değişebilir. Örneğin, birçok fungus mezofil olmasına karşın 37oC'nin üzerinde gelişimini sürdürenler pek fazla değildir. Oysa bu sıcaklık derecesi birçok mezofil bakterinin oldukça iyi geliştiği bir ortam sağlar.

B) pH

Funguların yaşadıkları pH dereceleri geniş bir varyasyon göstermektedir. pH limitleri 2-11 arasında değişirse de genellikle asidik pH'ları tercih ederler. Birçok fungus pH 5.0-6.5 arasında optimum gelişim gösterir. Bu nedenle asidik meyve sularında sıklıkla bulunurlar. Enzimler açısından optimum pH aralığı ise 4.0-8.0'dır.

eksternal pH derecelerinde büyüyen funguslarda yapılan çalışmalarda hücre içi pH'ının 7.0 civarında olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar yüksek bir tamponlanma özelliğine sahip olduğunu göstermiştir. Hücre dışı pH'sının birkaç derece düşmesi durumunda bile, hücre içi pH'sının en fazla 0.2-0.2 birim değiştiğini göstermektedir.

c) NEM

Funguslar, yüksek nemli ortamlarda gelişim gösterirler. Birçok fungus için maksimum gelişme %95-100 nispi nemde gerçekleşmektedir. Bu fungusların gelişimi, nem %80-85'e düştüğünde yavaşlamakta yada tamamen durmaktadır. Anca kuru meyve ve yemelerde canlılıklarını sürdürürler.

D) ATMOSFER

Fungusların gelişiminde önemli olan diğer bir faktör de, **oksijen**'dir. Funguslar, bazı insan ve hayvan patojenleri hariç tutulursa, aerobiktirler. Funguslar, oksijen ile ilişkilerine bağlı olarak temelde 4 farklı grupta incelenirler.

Birçok fungus '**zorunlu aerobik**'tir. Bu grup funguslar, havadaki oksijen basıncından daha düşük ortamlarda büyümelerini yavaşlatır ve giderek durdururlar. Böyle durumlarda hifin etrafındaki su filmin kalınlığı da önemlidir. Oksijen, bu funguslar tarafından son elektron alıcısı olarak kullanılırlar.

'**Fakültatif aerob**' funguslara ise birçok maya ve *Fusarium oxysporium*, *Mucor hiemalis*, *Aspergillus fumigatus* gibi bazı filamentöz funguslar örnektir. Bu funguslar, oksijen varlığında büyürler. Ancak oksijenin bulunmadığı durumlarda şekerleri fermente ederek büyüme özelliğindedirler.

Bazı sucul funguslarda rastlanan 3. Grup ‘zorunlu fermentatifler’dir. Funguslar içinde moleküler oksijen olmaksızın geliştiği belirlenen ilk fungus, *Aqualinderella fermentans*’tır. Bu fungusta mitokondri ve sitokromlar bulunmamaktadır.

Son olarak bazı fungusların ‘ zorunlu aneorobik’ olduğu bilinmektedir. Karbon ve azotlu bileşiklerin besin kaynağı olarak kullanılmasına atmosferde bulunan oksijen miktarı etki etmektedir. Anca aneorobik şartlarda sadece heksosları karbon kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Fungusların çoğu yüksek CO₂ konsantrasyonlarında gelişme göstermezler. Bazı funguslar, CO₂’yi tolere edebilirlerse de , çeşitli CO₂ konsantrasyonlarını tolere etme güçleri açısından funguslar farklılıklar gösterebilmektedir.

E) IŞIK

Fungusların geliőebilmeleri için ıŐıŐa gerek duyulmazsa da ışık, fungus yaŐamına çeşitli yönlerden etki etmektedir. Büyüme derecesi, üreme organlarının oluşumu, üreme organlarının fototropik hareketleri, ışık etkisi altındadır. Őiddetli ıŐıŐın büyüme üzerinde fazla bir önemi yoksa da genellikle fungus büyümesini engellemektedir.

Funguslar, ışığa karşı olan reaksiyonları açısından 5 grupta toplanmaktadır. Bunlar:

1. Işığın etkisi olmayan funguslar
2. Işıktaki sporlanmanın öneldendiği ve azaldığı funguslar
3. Sporlanma için periyodik ışık ve karanlığa gerek duyan funguslar
4. Karanlıkta canlı spor oluşturmalarına karşın, ışıktaki sporlanmanın arttığı funguslar

F) OSMOTİK BASINÇ

Funguslar, kitin ve selülozdan ibaret olan kalın bir çeper yapısına sahip olduklarından çok farklı çevre koşullarına uyabilirler. Örneğin, %5 şeker konsantrasyonunda canlı kalabilirler ve hatta çoğalabilirler. Yani, bakterilere oranla osmotik basınca duyarlılıkları azdır. Bu nedenle reçel ve jöleler, funguslar tarafından kolayca kontamine edilebilirler.

FUNGUSLARIN SİSTEMATIĞI

CANLILARIN SINIFLANDIRILMASI

PROKARYOTLAR	ÖKARYOTLAR			
MONERA ALEMİ	PROTİSTA ALEMİ	FUNGI ALEMİ	BİTKİLER ALEMİ	HAYVANLAR ALEMİ
Virüsler* Bakteriler Mavi Yeşil Algler	Protozoalar Kamçıllar Silliler Kök ayıdıklar Sporülalar Tek Hücreli Algler Cıvık Mantarlar	Küf Mantarları Maya Mantarları Şapka Mantarlar Hastalık Yapıcı Mantarlar	Tohumlu Bitkiler (Çiçekli Bitkiler) Açık tohumlular Kapalı tohumlular Tek çenekliler Çift çenekliler	Omurgasızlar Süngerler Sölenterler Solucanlar Eklem bacaklılar Yumruakçular Derisi dikenliler İkel Omurgalılar (Amfilyoksüs) Omurgalılar Balıklar Kurbağalar Sürüngenler Kuşlar Memeliler

*Virüsler kütresel yapıda değildir.