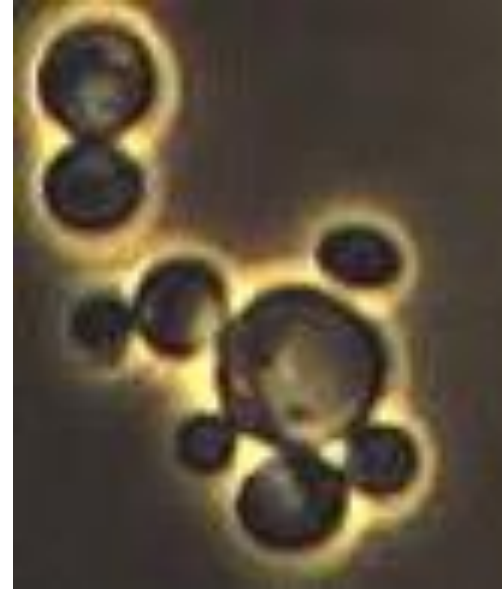


Biyoteknolojide Biyolojik Sistemler

Mayalar

Maya

- **Mayalar;**
 - tek hücreli
 - Ökaryotik
 - Tomurcuklanarak veya bölünerek eşeysiz



- Mayaların tanımlanması maya biyoteknolojisi için oldukça önemlidir.
- Örneğin endüstriyel süreçlerde yabancı ve kültüre edilmiş mayalar arasındaki farkı gösterebilmek esastır.
- Bira üretiminde üründe istenmeyen aroma oluşumuna neden olan yabancı ırkın karışması veya ekmek mayası üretiminde şeker transport yeteneği daha fazla olan *Candida utilis* mayasının karışması ekmek mayası üretiminde kullanılan *Saccharomyces cerevisiae* mayasının üremesini engelleyecektir

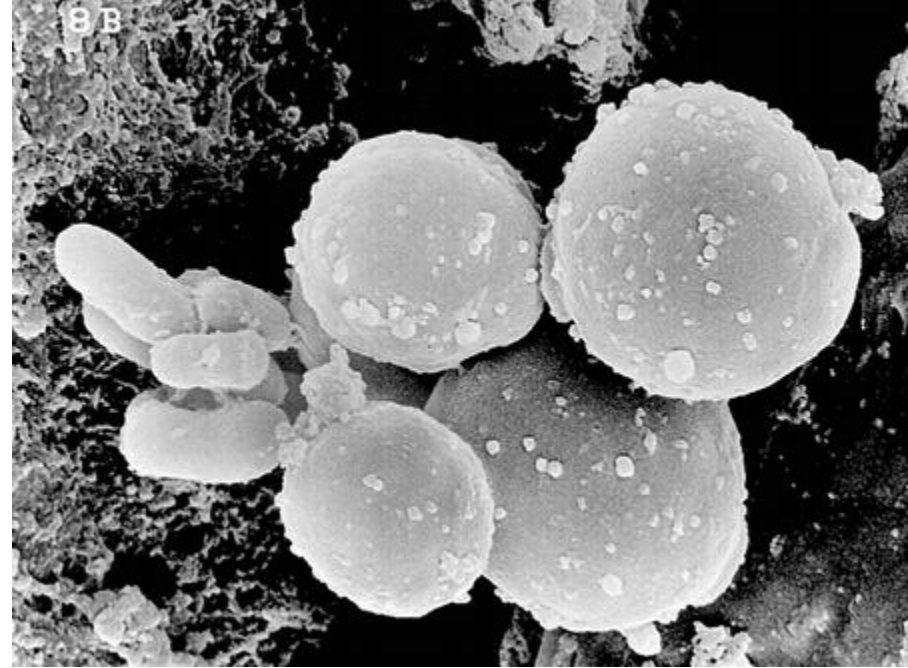
- Maya genuslarının ayırımında fizyolojik testlerle birlikte morfolojik testler de kullanılır.
- Günümüzde 700 civarında maya türü tanımlanmıştır.
- Fakat bu sayı maya çeşitliliğinde sadece çok küçük bir bölümü temsil etmektedir.
- Tanımlanmamış maya genus ve tür sayısı çok daha fazladır.

- Maya biyologları için maya çeşitliliğini tanımlamak kadar diğer önemli bir nokta özellikle biyoteknolojik öneme sahip türleri belirleyip saklamak ve koruyabilmektir.
- Moleküler biyoloji tekniklerinin yaklaşımıyla türler daha hızlı ve kolay bir şekilde karakterize edilebilmektedir.
- Günümüzde 6 mayanın genom projesi tamamlanmış ve işlevsel genomik çalışmaları ile genlerin işlevlerinin belirlenmesine devam edilmektedir.

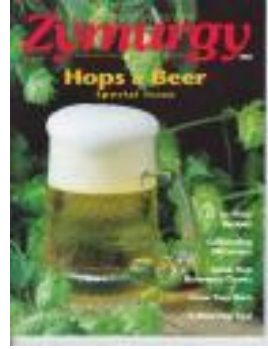
- Maya hücreleri klorofil içermez ve zorunlu olarak kemoorganotroftirler.
- Üremek için organik karbona gerek duyarlar.
- Karbon metabolizmaları çok çeşitlidir. Örneğin basit şekerleri, polioller, organik ve yağ asitleri alifatik alkoller, hidrokarbonlar ve çeşitli heterosiklik ve polimerik bileşikleri karbon kaynağı olarak kullanabilirler.
- Bu özellikleri nedeniyle farklı habitatlar için özelleşmiş türler kolaylıkla saptanabilir.



- Mayalar toprak, hava ve sudan izole edilebilirler. Bazı mayalar ekstrem ortamlarda örneğin ozmofilik mayalar şeker bakımından zengin ortamlarda yaşayabilirler. Bu tür mayalar genellikle gıda bozucu olarak bilinir. Bunun dışında fırsatçı patojen olarak bazı maya türleride örneğin *Candida albicans* pek çok infeksiyondan sorumludur.



- **Mayalar insanlar için;**
- ekonomik,
- sosyal ve
- sağlık ağısından oldukça önemli en eski evcilleştirilmiş organizmalardır.
- Alkollü içeceklerin üretiminde, ekmeek yapımında hamurun kabarması için binlerce yıl öncesinden beri kullanılmaktadırlar. Gerçekte bira yapımı belkide dünyanın ilk biyoteknolojisini temsil etmektedir.



- Günümüzde mayalar geleneksel gıda fermentasyonunun dışında çok çeşitli alanlarda da kullanılmaktadır.
- Özellikle genetik mühendisliğiyle geliştirilmiş mayalar hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde kullanılan pek çok farmasötik ajanın üretilmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.



BIOTECHNOLOGIES INVOLVING YEAST

FOOD/CHEMICAL TECHNOLOGIES

Savoury flavors, enzymes, baking, pigments, food acidulants, chemical reductions

FERMENTATION INDUSTRIES

Brewing, bioethanol, novel processes and fermentation products

BIOLOGICAL RESEARCH

Cell biology, genetics, molecular biology, biochemistry

YEAST BIOTECHNOLOGY

BIOMEDICAL RESEARCH

Cancer, AIDS, drug metabolism, genotoxicity screens, human genetic disorders

HEALTH-CARE INDUSTRIES

Pharmaceuticals, vaccines, probiotics, hormones, blood factors

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES

Bioremediation, waste utilization, crop protection, biosorption of metals

Biyoteknolojik Öneme Sahip Bazı Mayalar

- *Axula adenivorans*
 - Nitrat ve aminleri asimile eder, 45 C üzerinde üreyebilir, pek çok hidrolaz salgılayabilir.
- *Candida* türleri
 - ***C.albicans*** hidrokarbonlardan aminopenisillanik asit ve B6 vitamin üretimi, ***C.boydii*** NAD, FAD metil ketonlar ve sitrik asit üretimi, ***C.famata*** riboflavin, ***C.maltosa*** biyokütle proteini için yağ asiti ve alkan kullanımı, ***C.tropicalis*** triptofan, ***C.pelliculosa*** selülozik materyalden biyokütle proteini, ***C.utilis***, pek çok ürün eldesi, ksilozda üreyebilme, klonlama teknolojisinde kullanım, ***C.shehatae*** ksiloz fermentasyonu

Biyoteknolojik Öneme Sahip Bazı Mayalar

- *Hansenula polymorpha*
- *Kluyveromyces marxianus* ve *K.lactis*
- *Pachysolen tannophilus*
- Heterolog gen anlatımı için kullanılabilen metilotrofik maya
- Laktoz ve polyfruktosani fermente eder. Doğal kakao fermentasyonu. Pek çok enzim için kaynak olabilir, klonlama teknolojisinde kullanılabilir.
- Bitki lignoselülozik hidrolizatlarından kaynaklı pentoz şekerlerinin fermentasyonu

Biyoteknolojik Öneme Sahip Bazı Mayalar

- *Phaffia rhodozyma* ve *Pichia* türleri
- Gıda boyası olan astaksantin pigment üretimi. ***P.guilliermondii*** riboflavin sentezi ve hidrokarbonlardan biomas protein eldesi. ***P.methanolica*** etanol biosensörü olarak kullanılan alkol oksidaz üretimi. ***P.pastoris*** metanolden biomas protein eldesi, heterolog gen anlatımı ve insan terapötik proteinlerini üretebilen metilotrofik maya
- *Rhodospiridium toruloides*
- Fenilketanüri tedavisinde kullanılan PAL enzim kaynağı

Biyoteknolojik Öneme Sahip Bazı Mayalar

- *Saccharomyces* türleri
 - ***S.cerevisiae*** klasik gıda fermentasyonu. Bira, şarap, ekmek, rom, cin yapımı. Yakıt, alkol, gliserol, invertaz ve hayvan besini kaynağı. Rekombinant DNA teknolojisiyle sayısız protein üretimi.
- *Saccharomycopsis* türleri
 - ***S.fibuligera*** amilolitik maya.
- *Schizosaccharomyce pombe*
 - Geleneksel Afrika alkollü bira yapımı. Şarapların deasidifikasyonu. Yüksek etanol ozmotik tolerans.. Biyokütle protein eldesi, heterolog gen anlatımı ve mutagenез testlerinde kullanım.

- *Schwanniomyces türleri*
- *Trichosporon cutaneum*
- *Yarrowia lipolytica*
- *Zygosaccharomyces rouxii*

- ***S.castellii*** ve ***S.occidentalis*** amilolitik mayalar. Nişastanın ve inülinin etanole çevrimi ve heterolog gen anlatımında kullanılabilirler.
- Fenol varlığına ilişkin bisensor olarak kullanılır.
- Lipid ve hidrokarbonlardan biomas protein eldesi. Sitrik asit ve hücre dışı enzim üretimi.
- Japon soya sosu karakteristik aromasını vermede kullanılan halofilik ve ozmotolerant maya türü.

- Endüstriyel mayaların çoğu özellikle fermente içeceklerin üretiminde kullanılanlar genetik bakımından karmaşıktırlar ve stabil bir haploidi göstermezler.
- Örneğin bira yapımında kullanılan *Saccharomyces* türleri poliploid veya anöpliod (diploid-heptaploid) ırklardır. Bu nedenle geliştirilmelerinde eşeyli üreme özelliklerinden yararlanılamaz.

- Bunun yerine klasik bira tadını veren organoleptik özellikleri iyi olan karakteristik fermentasyon yapan ırklardan doğal seçimle en iyi olan seçilir.
- Bunun dışında endüstriyel mayaların geliştirilmesinde şüphesiz genetik mühendisliğin önemi oldukça fazladır.

- Rekombinant DNA teknolojisi ile geliştirilen rekombinant mayalar tarafından üretilen biyolojik olarak aktif rekombinant proteinlerin veriminin arttırılmasında iki önemli yaklaşım vardır:
 - moleküler genetik tekniklerin kullanımı
 - fermentasyon teknolojisi.

Gıda Tüzüğüne Uygun, Genetik Olarak Değiştirilmiş Mayalar

Maya

Tanımlama

- Ekmek Mayası

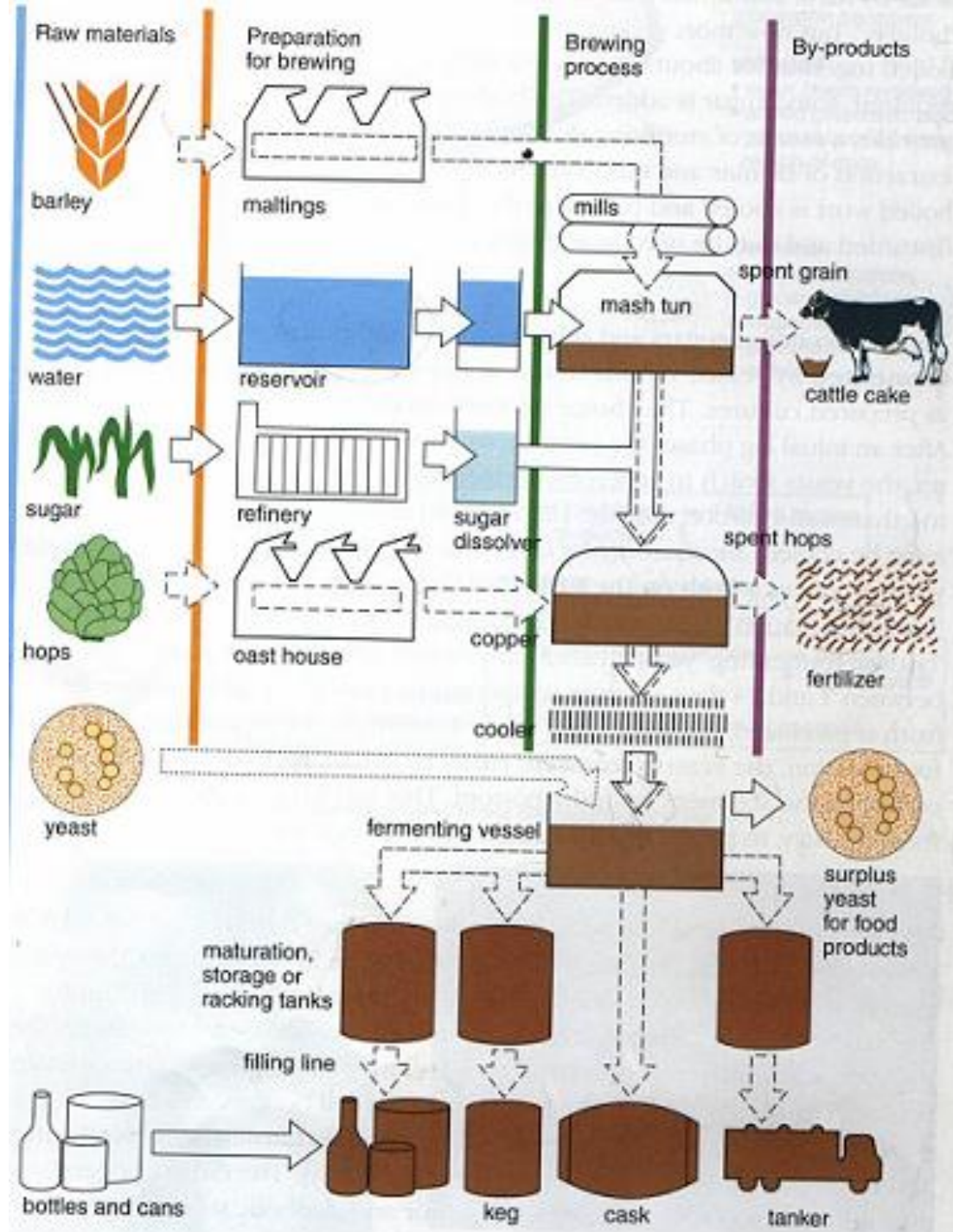
- Glukoz baskısından kaçınmak ve hamurlaşmayı önlemek için maltoz kullanım genleri değiştirilmiş.

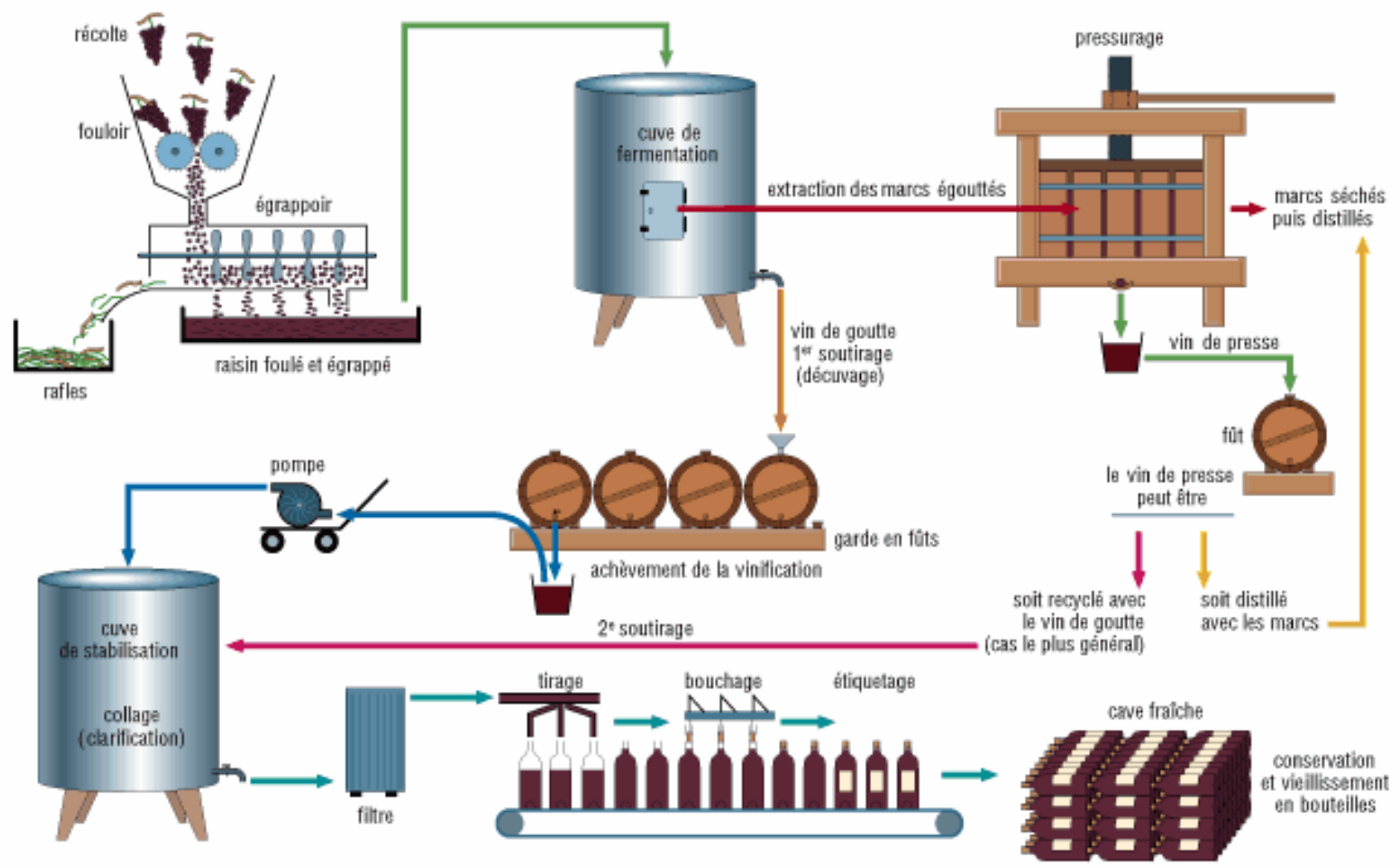
- Bira Mayası

- Maltodekstrinleri kısmi olarak parçalayan STA2 genini içeren plazmidi taşır.

Alkollü içeceklerin üretiminde mayalar

- Alkollü içeceklerin üretimi tarih olarak çok eskidir. Günümüzde maya fermentasyonu pek çok ülkenin ekonomisi için oldukça önemlidir.
- Bira üretimi bilinen en eski biyoteknolojik süreçtir. Bira dışında şarap distillenmiş içecekler "cider", "sake" ve çeşitli likörler





récolte

fouloir

égrappoir

raisin foulé et égrappé

rafles

cuve de fermentation

extraction des marcs égouttés

vin de goutte
1^{er} soutirage
(décuvage)

pressurage

marcs séchés
puis distillés

vin de presse

fût

le vin de presse
peut être

soit recyclé avec
le vin de goutte
(cas le plus général)

soit distillé
avec les marcs

pompe

garde en fûts

achèvement de la vinification

2^e soutirage

cuve de stabilisation

collage
(clarification)

filtre

tirage

bouchage

étiquetage

cave fraîche

conservation
et vieillissement
en bouteilles

Bazı alkollü içeceklerin Üretim Özeti

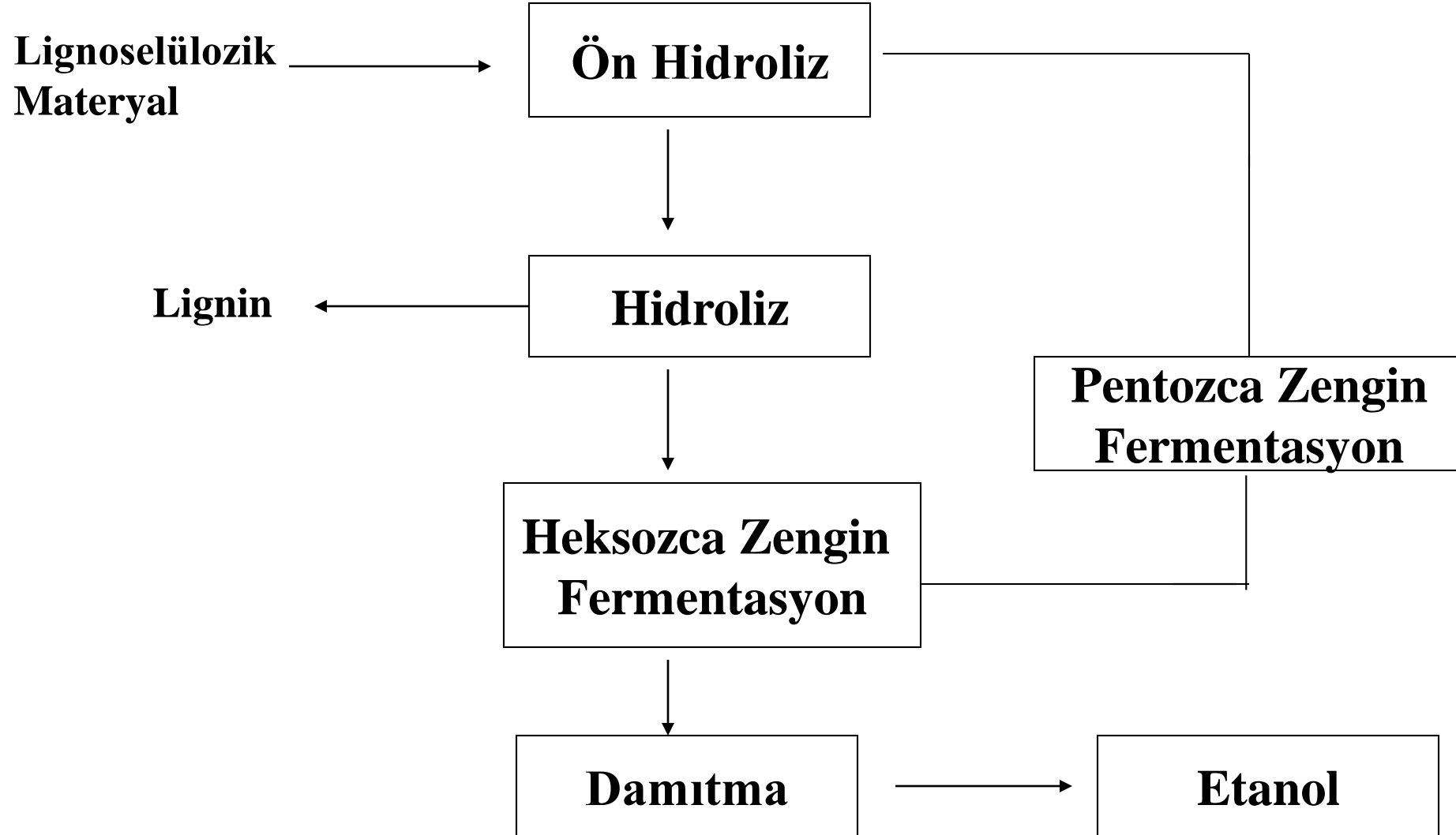
	Bira	Viski	Şarap	Likör ve diğer içkiler
Hammadde	Arpa, yardımcı maddeler	Arpa, buğday vb.	Üzüm	Arpa, mısır, melas, üzüm vb.
Ön uygulama	Malt oluşturma, ezme	Malt oluşturma, ezme	Parçalama, yumuşatma	Substrata bağlı olarak değişir
Fermentasyon	<i>S.cerevisiae</i> , <i>S.carlsbergensis</i>	<i>S.cerevisiae</i>	<i>S.cerevisiae</i>	<i>S.cerevisiae</i> , <i>K.marxianus</i>
Damıtma	Hayır	Evet	Hayır	Evet
Olgunlaşma	Haftalarca	Yıllarca	Yıllarca	Değişken
Son alkol oranı (% v/v)	3-6	40-45	8-12	35-45

Biyoalkol üretimi

- Etanolün yenilenebilir kaynaklardan mayalar kullanarak üretilmesi tüm dünyanın ilgisini çeken konulardan biridir.
- İlk üretim 1930'larda başlamıştır fakat petrol fiyatları düşürülünce teknoloji bırakılmıştır.
- 1970'deki petrol krizi ile birlikte yeniden gündeme gelmiştir.
- Brezilya şeker kamışını ve melası substrat olarak kullanarak ürettiği petrolü yakıt amaçlı kullanmaktadır. Brezilya'da otomobillerin çoğu alkol veya alkol+benzin karışımı (**gasohol**) ile çalışmaktadır.

- Genetik mühendisliği ile geliştirilmiş mayaların lignoselülozik (odunsu) atıkları substrat olarak kullanarak etanol üretmeleri yönünde yoğun çalışmalar yapılmaktadır.
- Etanol dışında mayaların ürettiği diğer biyoalkoller
 - gliserol (alkollü içecekler için aroma katıcı, nitrogliserin türevli patlatıcılar yapımında),
 - ksilitol (şeker yerine diyabetik ürünlerin yapımında),
 - sorbitol, arabinitol (düşük şeker içerikli gıdaların yapımında; ilaçların kaplanmasında yenilebilir kaplama maddesi olarak)

Lignoselülozik Materyallerden Etanol Üretimi



Yakıt Amaçlı Etanol Üreten Mayalarda İstenen Özellikler

Genel Özellik

Örnekler

Fermentasyon

Hızlı fermentasyon, yüksek oranda etanol üretimi. Yüksek etanol toleransı. Fermentasyon için optimum yüksek sıcaklık ve düşük pH. Substratların etkin kullanımı. Küçük ölçekte fermentasyon metabolitleri. (Gliserol, esterler vb.)

Üreme

Hızlı maya üretimi. Yüksek oranda canlılığı sürdürme. Çeşitli etkenlere karşı tolerans. (Yüksek şeker ve toksik kimyasallar) Genetik kararlılık. Bakteri kontaminasyonuna direnç. Fermentasyon sırasında en az ısı üretimi.

Maya biyokütlesi türevli ürünler

- Ekmek mayası olarak *S.cerevisiae* yılda milyonlarca ton üretmektedir.
- Bunun dışında;
 - hayvan yemlerine katkı olarak tek hücre proteini şeklinde,
 - biyosorbent olarak ağır metal temizliğinde,
 - gıda renklendirilmesinde pigmentli mayalar,
 - insan ve hayvanlar için probiyotik olarak (büyüme faktörü/biyofarmasötik amaçlı) maya biyokütlesi kullanılmaktadır.

Maya Biyokütlesinin Endüstriyel Kullanımları

	Maya Ürün Tipi	Kullanım Örnekleri
Tüm Hücre Ürünleri	Sıkıştırılmış Ekmek Mayası /Aktif Kuru Maya	Ekmek,bira,şarap ve damıtma
	Maya Kremi	Ekmek ve damıtma
	Tek Hücre Proteini	Hayvan besini
	Büyüme Faktörü	İnsan ve hayvan probiyotiği
	Reaktant mayalar	Organik kimyada kullanılan biyokatalistler
	Biosorbent mayaları	Ağır metal arıtımı
	Mineral mayaları	Besinsel iz element kaynağı
	Kozmetik mayaları	Deri solunum faktörü
	Boyar madde mayaları	Gıda boyaları
	Biyolojik kontrol mayaları	Ziraatte antifungal ajan
Kirlilik kontrolü mayaları	BOD indirgeyicileri	
Özütlenmiş Hücre Ürünleri	Maya özütleri	Besin kullanımı ve mikrobiyolojik besiyeri
	Maya RNA türevleri	Aroma kuvvetlendiricileri ve farmasötik kullanım
	Hücre maya duvarı	Yiyecek ve farmasötik kullanım
	Maya-B vitamini kompleksleri	Kapsüller ve besinsel destek tabletleri
	Maya enzimleri	Yiyeceklerde invertaz ve laktaz kullanımı
	Rekombinant mayalar	Terapötik proteinler

S.cerevisiae Dışındaki Maya Biyokütlesinin Biyoteknolojik Kullanımı

Maya	Biyomas Kullanımı
<i>Kluyveromyces marxianus</i> ve <i>K.lactis</i>	Hayvan besini. Laktaz kaynağı
<i>C.utilis</i>	Tek Hücre Proteini
<i>Phaffia rhodozyma</i>	Karoten pigmenti
<i>Saccharomyces boulardii</i>	Bioterapötik ajan
<i>Pichia pastoris</i> ve <i>H. Polymoroha</i>	THP ve metanolden rek proteinler
<i>Yarrowia lipolytica</i> ve <i>C. paraffinica</i>	Alkanlardan Tek Hücre Proteini eldesi
<i>Rhodotorula glutinis</i> , <i>Lipomyces</i> <i>lipofer</i> , <i>Cryptococcus curvatus</i> ve <i>Candida</i> türleri	Ucuz karbon kaynaklarından Tek Hücre Yağı Eldesi

Tüm Hücre Maya Kitlesinin Yeni Kullanım Alanları

Uygulama

Yorum

Çiftlik Hayvanları Üreme
Faktörü

Gevişgetirenlerde hayvan büyümesini ve süt verimini arttırmak için işkembe bölgesini stabilize eden *S.cerevisiae* kullanılır. Mayalar işkembede oksijensiz ortam sağlayarak oksidatif hasarı engeller. İşkembedeki yararlı bakterilerin üremesini, malik asit gibi maddeleri üreterek sağlarlar.

Biyoterapötik ajan

S.cerevisia anti akne ajanı ve menstrüasyon öncesi ağrı gideriminde, ***S.boilardii*** bazı ince barsak hastalıklarına karşı koruyucu ajan olarak ve anti *Candida* ajanı olarak da kullanılır.

Kimyasal Reaktant

Organik kimyacılar ***S.cerevisiae***'yi bazı kimyasal maddelerin modifiye edilmesinde kullanırlar. Bu reaksiyonların bazıları endüstride rutin kullanım alanı bulmuştur.

Besin pigmenti

Phaffia rhodozyma bazı deniz mahsüllerinde renklendirici olarak kullanılan pigmentler üretir.

Biyokontrol ajanı

S.cerevisiae tahıl ürünlerinde fitoalleksin elisitörü olarak kullanılır. Birkaç maya türü fungal meyve hastalıklarının biyokontrolünde kullanılır.

Biyoremediyasyon ajanları

Bazı mayalar endüstriyel atıklardan Ag, U, Co, Cu, Cd gibi ağır metalleri temizler. Organik atıklardan karbon ve nitrojenleri uzaklaştırır. Herbisit gibi zararlı toksikleri etkisizleştirir.

Biyosensör

S.cerevisiae ortam kirliliği test etmede biyosensör olarak kullanılabilir.

Biyoelektriksel yakıt hücresi

Elektron üreten maya destekli yakıt hücreleri ve maya temelli yarı iletkenler

Maya Kökenli Enzimlerin Kullanımı

Substrat	Enzim	Uygulamalar
Niřasta	α -Amilaz, glukoamilaz	Niřasta atıklarının dönüşümüyle bioetanol ve biomas üretimi. Düşük karbohidratlı bira yapımı.
Sukroz	İnvertaz	Maya invertazının tekstil endüstrisinde sukroz hidrolizinde kullanımı.Çikolata yapımında inert şeker eldesi
İnülin	İnülinaz	<i>Kluyveromyces</i> türleri, etanol ve yüksek fruktozlu şurupların eldesinde, polifruktan ve levanların hidrolizinde etkili inülinaz enzim kaynağıdır.

Laktoz

Laktaz

Kluyveromyces türleri sütteki laktozun parçalanmasında ve günlük atıklardan etanol ve biyomas protein eldesinde kullanılan laktaz kaynağıdır. Laktaz yiyecek işlemede de kullanılır. *Kluyveromyces*'teki ilgili genler *S.cerevisiae*'de klonlanmıştır.

Yağlar

Lipaz

Hazım kolaylaştırıcı, tat modifiye edici eldesinde ve yağların esterifikasyonunda trigliseritlerden serbest yağ asidi ve gliserol sağlanmasında lipazların kullanımı.

Selüloz

Yarı selüloz

Selülaz vb.

Sellobioz'un fermentesinde bazı mantarlar, ksilanların parçalanmasında bazı mayalar kullanılır. Kimi genler *S.cerevisiae*'de klonlanmıştır ve yenilenebilir biokütleden bioetanol üretiminde kullanılmaktadır.

Mayaların Biyomedikal Alanlarda Kullanımı

- onkoloji,
 - farmakoloji,
 - toksikoloji,
 - viroloji
 - insan genetik hastalıkları
- için model organizma olmaları çok önemlidir.

2001 Nobel Tıp ve Fizyoloji Ödülü

Maya hücre bölünmesinin kontrolü ve kanser

- Leland H. Hartwell



(PHOTO)

- R. Timothy Hunt

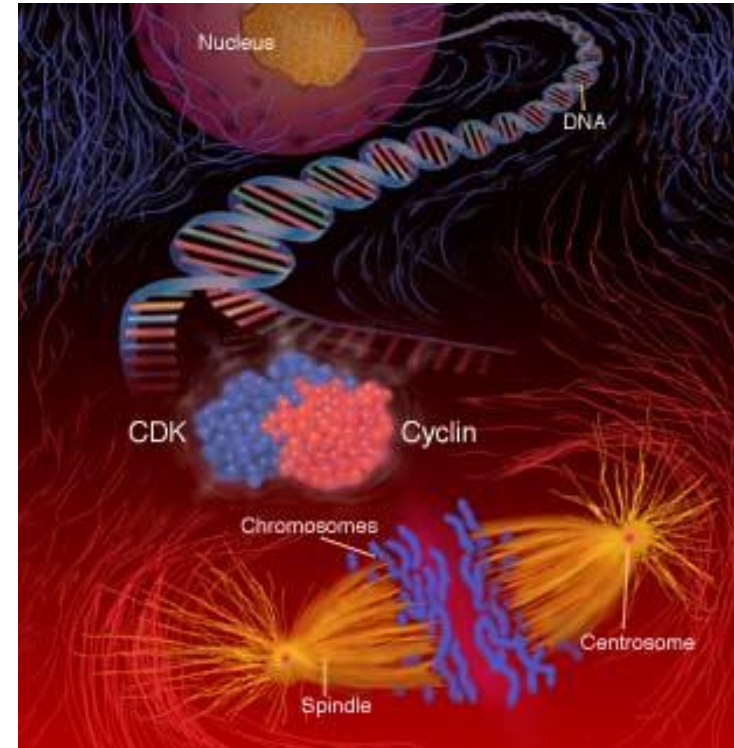


(IMPERIAL CANCER RESEARCH FUND)

- Paul M. Nurse



(IMPERIAL CANCER RESEARCH FUND)



Mayalara Klonlanmış Bazı Terapötik Protein Örnekleri

DNA Kaynağı

Gen Ürünü Örnekleri

Prokaryotik

Tetanoz toksin fragment C;

Viral

Herpes,Hepatit,Onkogenik vb. bazı virüslerden yüzey antijeni ve enzim kodlayan genler.

Malarya antijeni

Protozoal

Hayvan

Sülükten hirudin,engerekten ekhistatin,tavşan α -globin,sığır ve fare interlökini vb.

İnsan

İnsülin,paratiroid hormon, somatostatin, büyüme hormonu, işlevsel antijenler ve IgE faktörü, insülin benzeri büyüme faktörü, tümör nekroz ve sinir büyüme faktörleri, interferonlar, hemoglobin, faktör 8 ve11, albumin, fibrinojen, Superoksit dismutaz, α -amilaz, gastrik lipaz vb..

- **Maya genomik ve proteomik çalışmalarının tamamlanmasıyla pek çok insan genetik hastalığının tanısının konması ve tedavisi yakın bir gelecekte gerçekleşecektir.**

Maya Endüstrisinde “killer” Öldürücü Faktörler

- Endüstriyel mayaların bazılarında virusa benzeyen çift iplikli RNA'lar tarafından sentezlenen toksik bir molekül (proteinaceous), bu moleküle sahip olmayan mayalar için öldürücü etki gösterir.
- Bu faktörlerin varlığı özellikle biracılık endüstrisinde çok büyük sıkıntılara neden olmuştur.
- Öldürücü maya suşları bira oluşumunu tamamen durdurmakta ve biraya kötü bir tat kazandırmaktadırlar.
- Fermentasyon sektöründe steril olmayan tip açık fermantasyon yapıldığı için arzu edilmeyen maya türleri sisteme girebilmekte fermantasyon verimini ve ürün kalitesini bozmaktadır.
- Özellikle killer plazmid taşıyan maya türlerinin sisteme girmesi durumunda killer toksinine hassas başlangıç kültürü zarar görmekte, önemli ölçüde verim kaybına ve ürün kalitesinin düşmesine neden olabilmektedir.

- Bu problemin en mantıklı çözümü ise yabancı organizmaların toksinlerine bağışıklık kazanmış bir maya türü oluşturmaktır.
- Arzu edilmeyen maya türleri tarafından olaşabilecek bir kontaminasyonu önlemek amacıyla moleküler biyoloji teknikleri kullanılarak killer plazmid içeren bir ekmek mayası kültürü geliştirmek mümkündür.

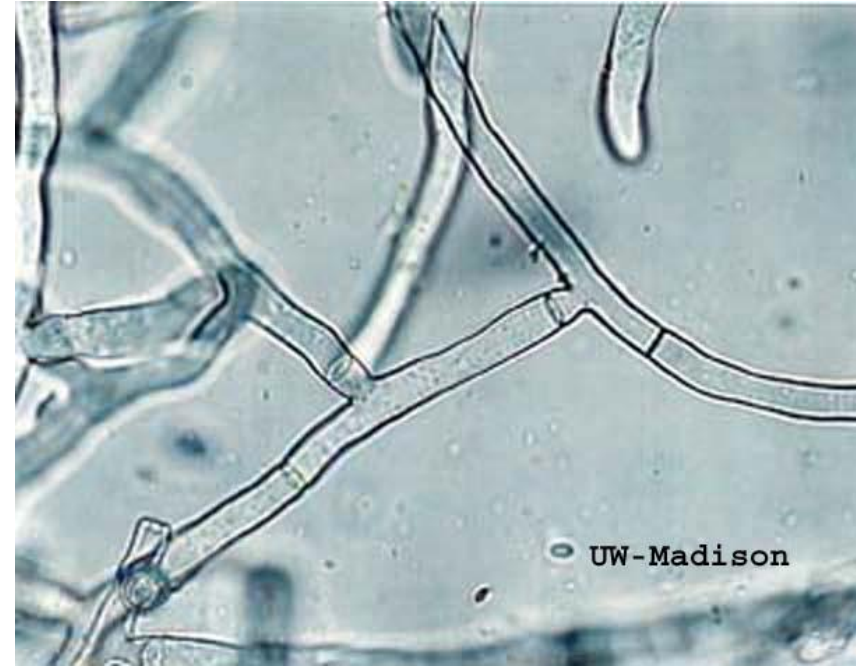
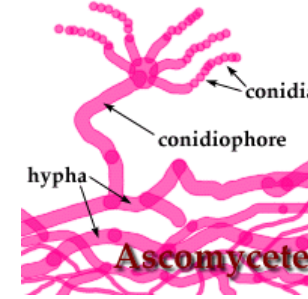
3. Haftanın sonu

Küfler

- Küfler hifli mantarlardır. Birçok organizma ve gıda maddesi (ekmek, meyve, sebze.. vb) üzerinde oluşturdukları pamuk görüntüsündeki doku nedeniyle mayalardan çok daha önce keşfedilmişlerdir.
- Küfler, endüstride bir çok ürünün eldesinde, atıklardan değerli ürünlerin oluşturulmasında kullanılan farklılaşma göstermeyen ve klorofil içermeyen mikroorganizmalardır. Doğada ve toprakta yaygın olarak bulunan küflerden endüstriyel mikrobiyoloji alanında önem taşıyanlar mikroskobik olanlardır.
- Küflerin üredikleri ortama proteaz, lipaz, karbonanhidrazlar gibi litik enzimleri salgılamaları ve küflerin ürettikleri çeşitli metabolitlerin birçok alanda kullanılabilir olması bu organizmaların endüstrideki önemini oldukça artırmaktadır.
- Ayrıca insan, hayvan ve bitkiler için patojen olan türleride bulunmaktadır.

Küflerin Biyolojisi

- Bir küf, protoplazma iplikleri veya uzantıları olan hiflerden ve sporelerden oluşur.
- Hiflerin yaptığı yumağı **misel** adı verilir. Hifler, bölmeli hifler ve bölmersiz hifler olarak ikiye ayrılır.
- Bölmeli hifler bölmeler ile hücrelere ayrılırlar ve her hücrede bir veya iki hücre çekirdeği bulunur.



- Bölmesiz hiflere **sönotitik hif** adı da verilir.
- Bölme içermezler ve çok çekirdeklidirler.
- Üreme hifleri genellikle koloninin yüzeyinde bulunan ve üreyen hücreleri veya sporları taşıyan hiflerdir.
- Hifsel üreme ortamın besin koşulları ile yakından ilgilidir.
- Beslenme hifleri ise koloniye besin sağlayan hiflerdir. Beslenme hifleri sayesinde hücrenin bulunduğu noktadan uzakta olan substratlara ulaşmaları sağlanır.

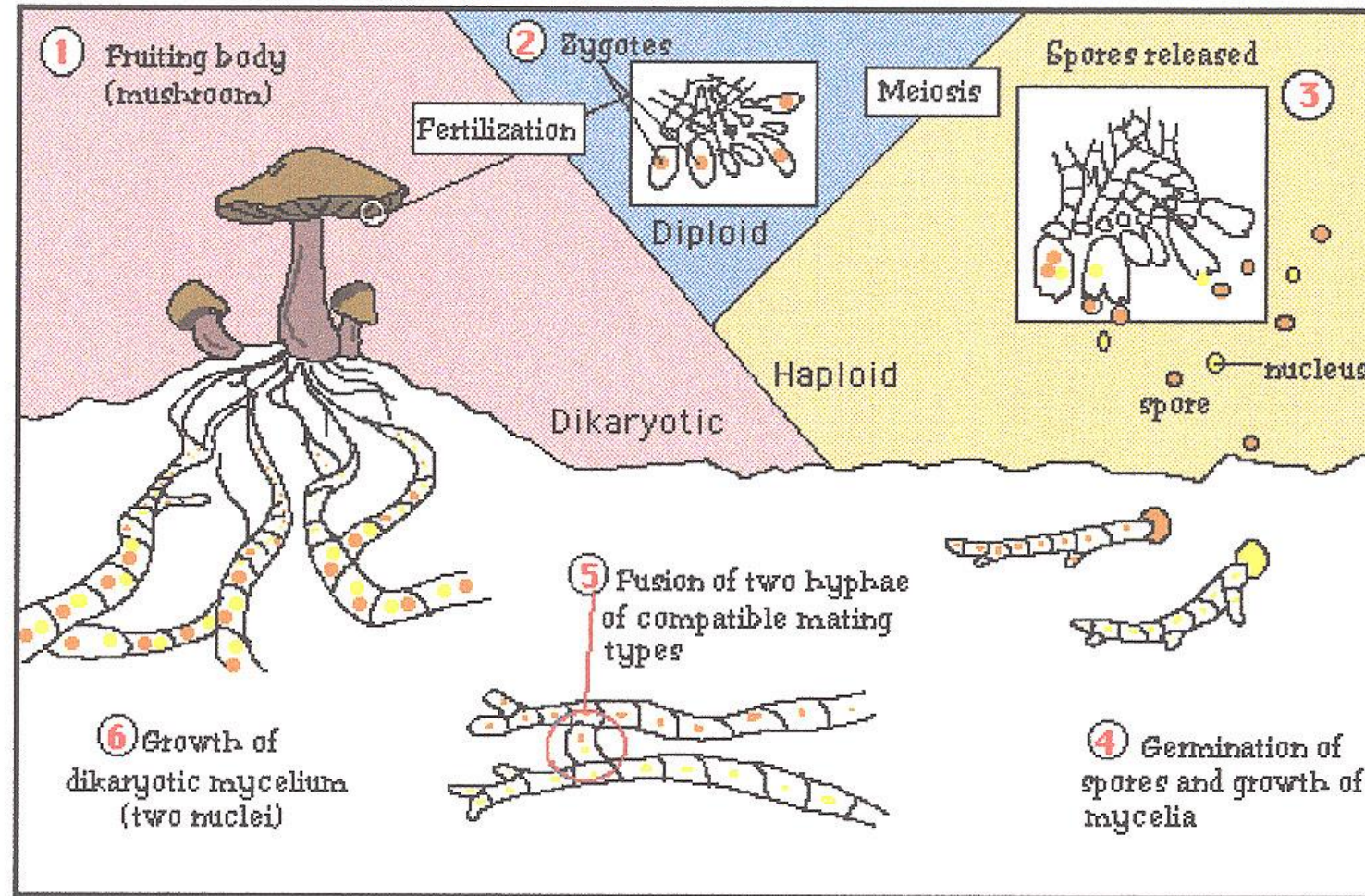
- Küflerin hücre duvarı glukon, kitosan ve kitin gibi farklı glukoz polimerlerinden yapılabilir.
- Birkaç örnekte hücre duvarının sadece kitinden oluştuğu bilinmektedir. Aynı zamanda hücre duvarı % 80 – 90 polisakkarit polimerleri de içerir. Geri kalan büyük bir kısmı ise protein ve lipidlerden oluşur.
- Hifler uç hücrelerin gelişmesi sonucu apikal büyüme ile veya bölmeli hiflerde olduğu gibi apikal büyüme ve hifin herhangi bir bölümündeki hücrelerin bölünmesiyle gelişir ve uzarlar.

KÜFLERİN YAŞAM ÇEVİRİMİ

- Çok hücreli küflerin yaşam çevrimi eşeyli veya eşeysiz sporlarla olabilir. Çeşitli cins ve türlerde farklı detaylara sahip olmakla beraber genel özellikleri bakımından benzerlik gösterilir.
- Bazı eşeysiz sporlar, **sporangiofor** adı verilen özel bir hif uzantısının ucunda bulunan **sporangium** denilen kapalı bir yapı içinde oluşurlar.
- Bazıları ise **konidiofor** adı verilen özel hiflerden oluşarak **konidium** adını alır. Diğer eşeysiz spor biçimi ise **klamidospor**'dur. Klamidospor genellikle vegetatif hücreden gelişir, kalın duvarlıdır ve uygunsuz koşullara dayanıklıdır.
- Eşeysiz üremede rüzgarla dağıla konidialar, miselyumun oluşturduğu konidioforların uçlarında meydana gelir. Konidiaların çimlenmesiyle vejetatif üreme devam eder.

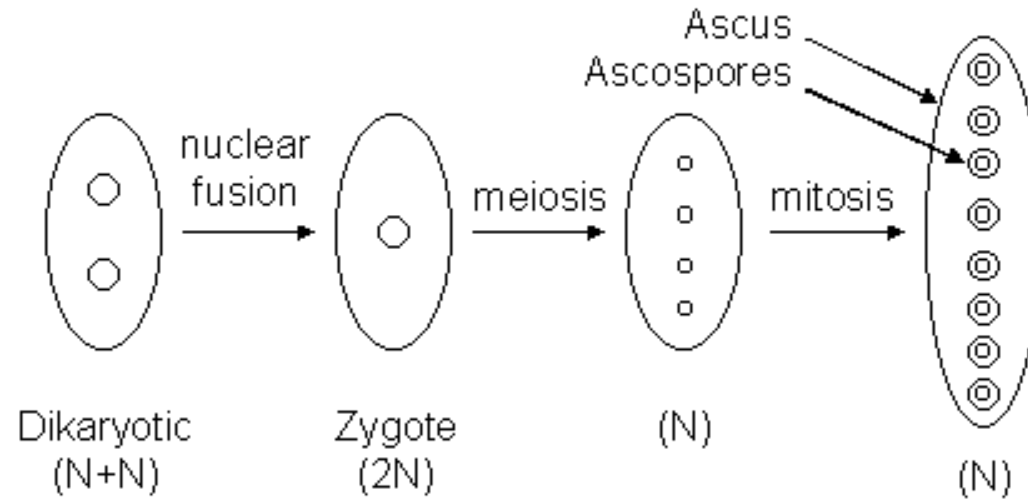
Küflerde eşeyli üreme

Fungal Life Cycle

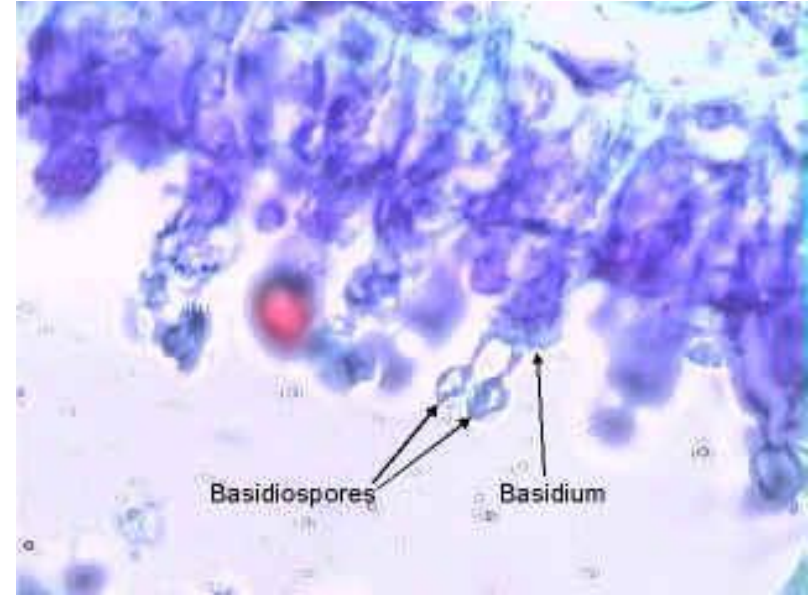
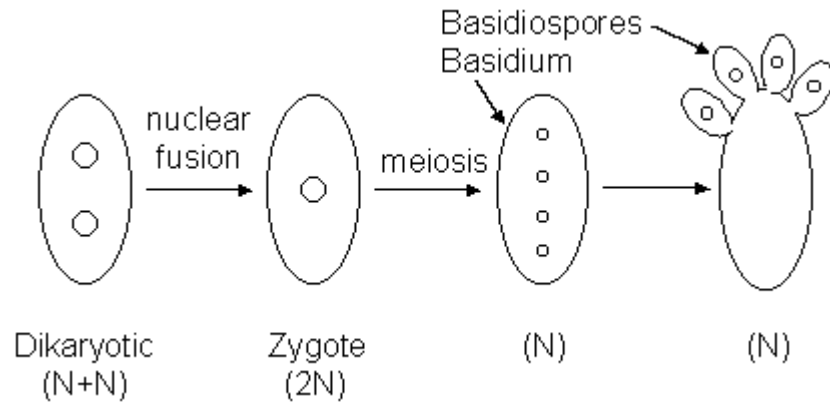


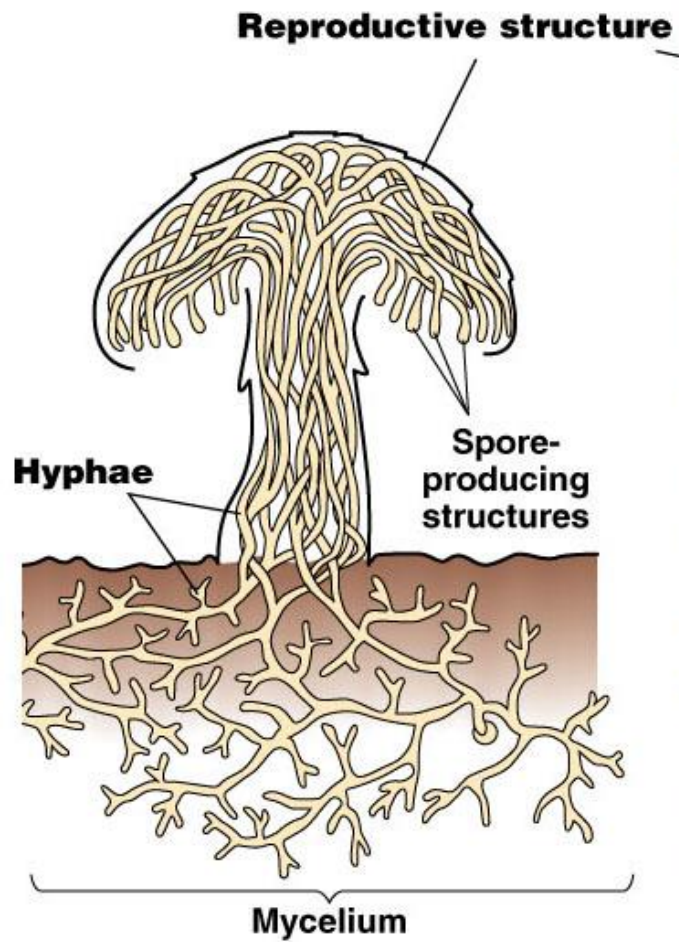
Endüstriyel Önemi Olan Küflerin Sınıflandırılması

- *Ascomycetes* : Mayalarda olduğu gibi sporlarını askus keseleri içerisinde oluştururlar. Bununla beraber filamentli mantarlarda askuslar kompleks bir yapı olan ascocarp içinde oluşurlar.

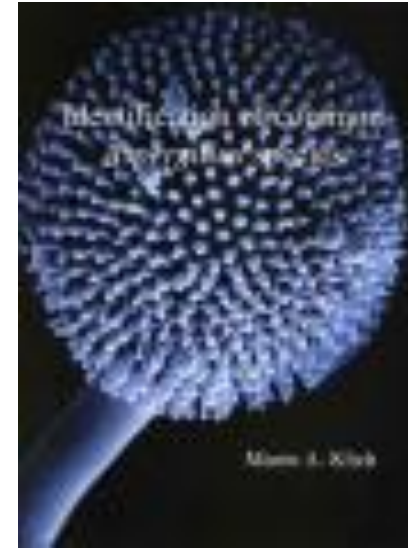


- *Basidiomycetes* grubu küfleri eşeyli sporları basidia, basidiocarp içinde geliştirirler. Hücre çeperleri glukan ve kitinden oluşur. *Agaricus* türleri insanlar için endüstriyel mantar tüketimine cevap vermek üzere üretilir.





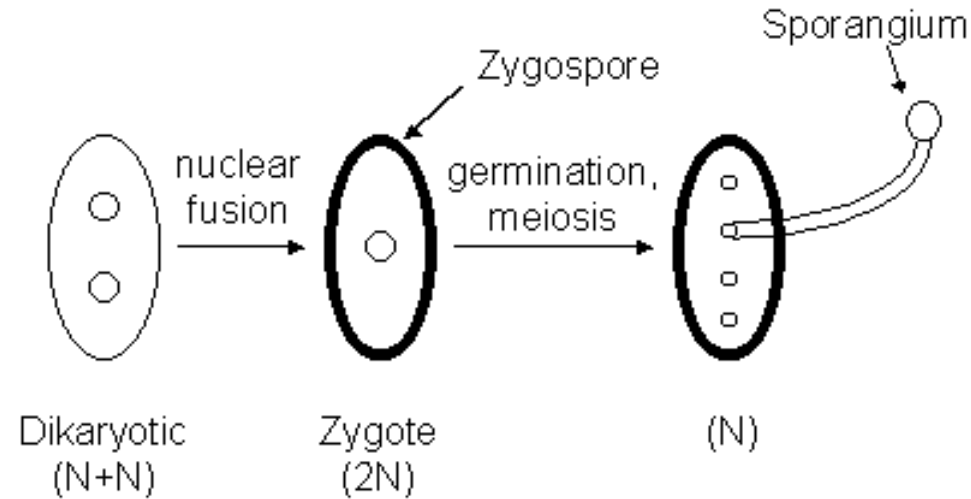
- *Deuteromycotina*: Bu gruptaki küflerde eşeyli üreme yoktur. Sadece konidia olarak bilinen eşeysiz üreme yapılarıyla ürerler. Hücre çeperleri glukun ve kitinden oluşur. Bu gruba giren en önemli endüstriyel küfler *Aspergillus* ve *Penicillium*'dur.



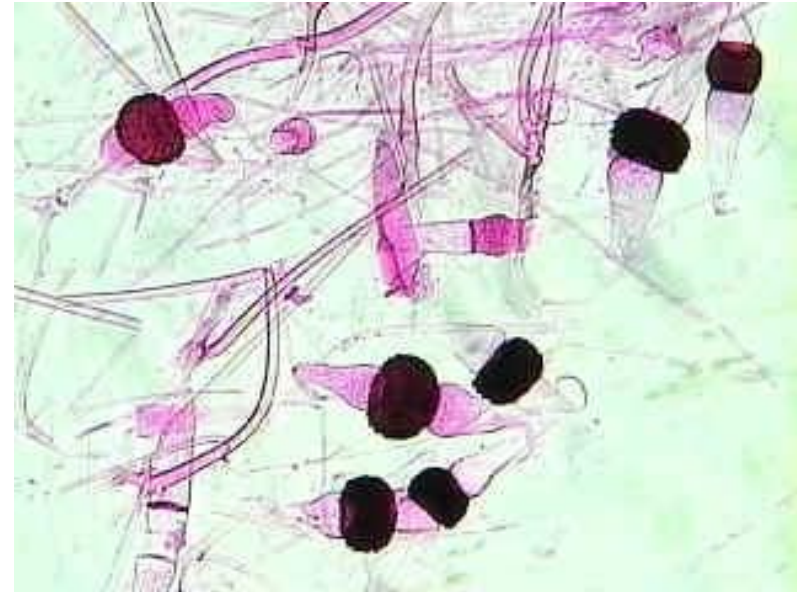
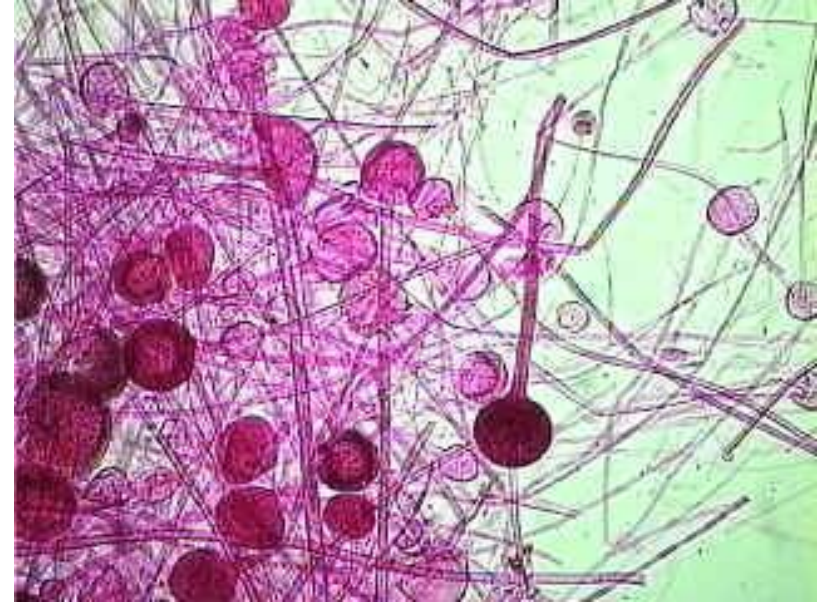
- *A. niger* sitrik ve glukonik asit üretimde kullanılır.
- *A. oryzae* pirinç ve soya ürünlerinin fermentasyonunda (besin endüstrisinde) , proteolitik ve amilolitik enzimlerin üretilmesinde kullanılır.
- Bazı türleri ise bitkilere örneğin pamuğa patojen etkiye sahiptir. Fındık veya fıstık üzerinde üreyen *A. flavus* insan ve kümes hayvanlarında karaciğer kanserini indükleyen etkiye sahip B1 – mikotoksin'ini üretirler.
- Mitotoksinler genelde küçük molekül ağırlıklı, insan ve hayvanlara karşı toksik olan küflere ait metaboliklerdir.

- Endüstriyel küflerden en çok üzerinde çalışılan *Penicillium* türleridir.
- Her çeşit organik materyal üzerinde üreyebilen sporları havada sporofit olarak bulunur.
- *P.griseofulvum* griseofulvin üretiminde kullanılır. Bu madde deri ve tırnaktaki mantar tedavisinde kullanılır.
- Griseofulvine duyarlı mantarlarda antibiyotik, mikrotubullerdeki tubulinin oluşumuyla ilgili proteine bağlanarak mitozda kromozomların ayrılmasını ve hifsel üremeyi durdurur.
- *Penicillium*'un diğer türlerinin birçoğu besin endüstrisinde önemlidir. Örneğin *P. camemberti*, *P.roqueforti* isimleriyle anılan peynirlerin yapılmasında kullanılır.

- Zygomycetes: Sporocarp içerisinde aseksüel (eşeysiz), hareketsiz spora sahiptir. Hücre duvarı kitosan (glukozaminin çok az yada hiç asetillenmemiş polimeridir) ve kitinden oluşur.



- Bu grubun endüstriyel küfleri *Mucor* ve *Rhizopus*' tur. *Rhizopus migricans* sitrik asit üretiminde kullanılır. *Mucor* ise daha önce anlatıldığı gibi peynir yapımında kullanılan rennin üretiminde kullanılmaktadır. *Mucor pussillus* ve *Mucor miehei*'den izole edilen asit proteazlar süt proteini kazeindeki peptid bağınyı parçalayarak kazinin çökmesine neden olur.



- Normal doğal koşullar altında mantarlar eşeysiz olarak çoğalırlar. Eřeysel üreme ise sadece uygun şartlar altında nadiren olabilir. Kűflerin endűstriyel üretimi ise özel olarak tasarımı yapılmış sadece misel oluşumuna izin veren yatay tanklarda yapılır.

Küflerin ürettiği endüstriyel ürünlerden bazıları

- Antibiyotikler
- Sitrik asit
- Çeşitli peynirler ; Rokfor, camembert, brie peynirleri gibi
- Sake (Japon içkisi)
- Soya fasulyesi sosu ve diğer bazı soslar
- Çeşitli enzimler ; Amilaz, Glukoaminaz, Sellulaz, Pektinaz, Proteaz, Mikrobiyal rennet gibi