

Mikrobiyolojinin Renkli Dünyası

Dr Gökhan AYGÜN

CTF

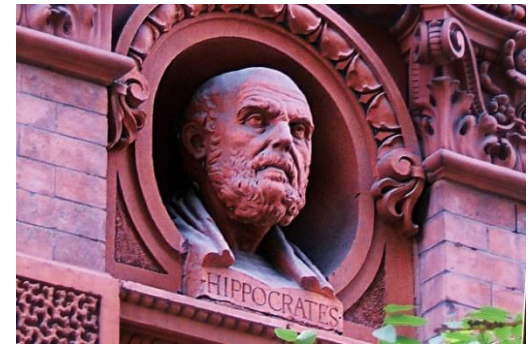
Tıbbi Mikrobiyoloji AD

Mikroptan önce

- Antik çağlardan 17.yy'a kadar...
- ...doğal olmayan etmenlerin vücut sıvılarını (kan,balgam, safra,idrar, ter,...) bozması sonucu oluşan hastalık...Bu bozulmuş sıvı dışarı atılmalı...

Mikroptan Önce (acaba?)

- Hipokrat 5.yy
- «Havalar Sular ve Yerler»
- ...hava koşullarından mevsimlere,rakımdan rüzgar yönüne kadar geniş bir etken dizisi hastalık kaynağı. Hastalığa en yatkın yerler durgun sular ve bataklıklar...



Zehirli miasma (17.yy)

- ...havada hastalığa yol açabilen, genellikle yerden çıkan, küçük inorganik parçacıklar...
- **Robert Boyle (1627 -1691)**, İrlandalı doğa filozofu, kimyager, fizikçi ve kâşif



Thomas Sydenham (1624 -1689)

İngiliz hekim



Ölüm cephanelikleri

- Tabakhaneler, çöplükler, bataklıklar.
- Kamu sağlığı savunucuları
- Temel yaklaşım: EKONOMİK
- ...Üretken, diğer deyişle çocuk sahibi olabilen, işçilerden her birinin erken ölümü krallığımıza (UK) iki yüz poundluk kayba mal olmaktadır...

Kumaş tüccarı J Bellers

Bulaşıcılık (Effluvia)

- Bulaşıcılık ilk saptanan ipucu? (bulaşıcı bir şey?)
- İnsanlık bunu gözlediğinde nasıl kullandı?
- Veba salgınlar ve silah (Kefe kuşatması)?
- Sifiliz (ahlaki bulař)?
- Çiçek (medeniyet getirmek?)



Bulaşıcılık? (Effluvia)

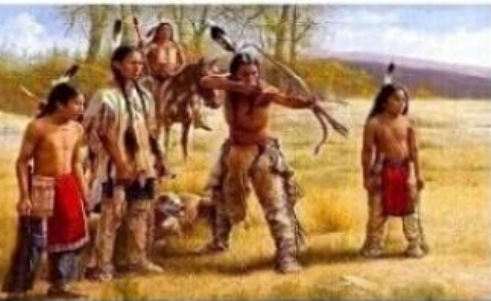
- Çiçek hastalığı
- Haçlılar.....Avrupa
- 1500'ler Cortez, Pizzaro.....Azteklere
- 1763 İngilizler.....Kuzey Amerika yerlilerine

Yöntem: sorun çıkaran yerlilere çiçek hastalarının battaniyelerini dağıtmak !

Bulaşıcılık? (Effluvia)

Who Would Win?

100 Million Native Americans



One Blanket Contaminated
with Smallpox



ifunny.ce



Decimation of a Nation

Jeffrey Amherst's issues smallpox-infected blankets to Chief Pontiac. These stories are reported, for example, in Carl Waldman's *Atlas of the North American Indian* [NY: Facts on File, 1985].

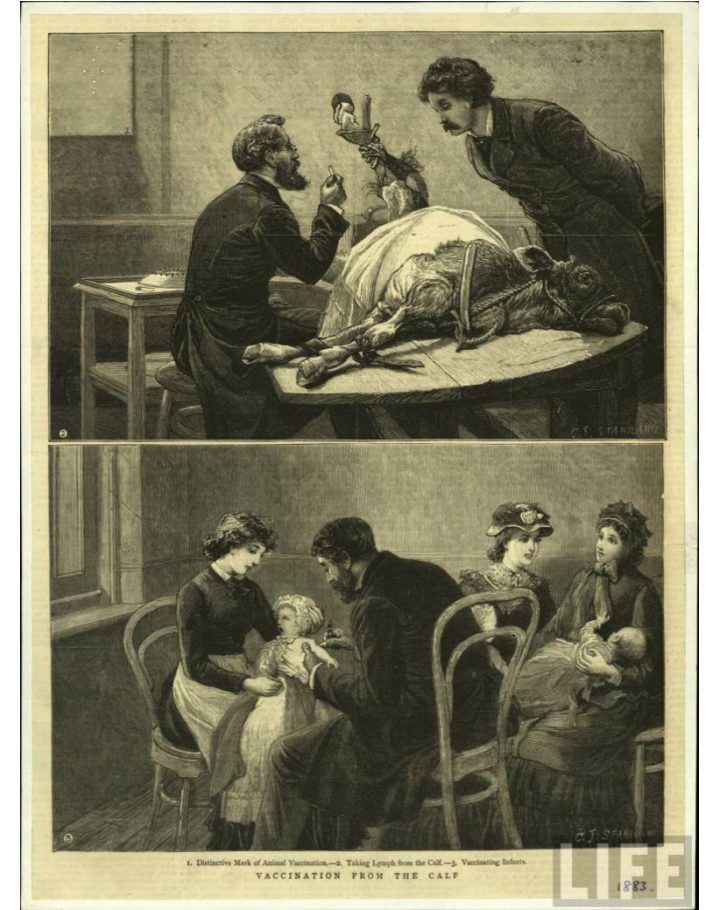
Waldman writes, in reference to a siege of Fort Pitt (Pittsburgh) by Chief Pontiac's forces during the summer of 1763:

[Captain Simeon Ecuyer had bought time by sending smallpox-infected blankets and handkerchiefs to the Indians surrounding the fort which started an epidemic among them.]

Amherst himself had encouraged this tactic in a letter to Ecuyer.

Bulaşıcılık? (Effluvia)

- Çiçek aşısı (bulaşıcı o zaman engellenebilir mi?)





Vaccine

Volume 25, Issue 21, 22 May 2007, Pages 4261–4265



The introduction of variolation 'A La Turca' to the West by Lady Mary Montagu and Turkey's contribution to this [☆]

Gulten Dinc , Yesim Isil Ulman  

Istanbul University, Cerrahpasa Faculty of Medicine, Department of Medical History and Ethics, Istanbul, Turkey

Mikrop kuramı mı?

- 1546 G. Fracastoro (İtalya)

...bazı hastalıklara taşıyıcılarda kendilerini çoğaltabilen minik tohumların yol açabileceği...

somut kanıt yok ve teolojik temeller nedeniyle unutuldu.



Mikroplar görüldü !

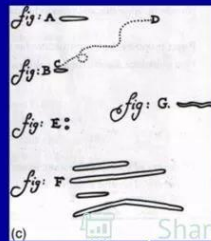
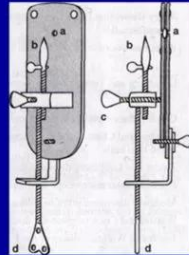
- 1683 Anthony van Leeuwenhoek

Diş ipi kullnımı sonrası kendi geliştirdiği mikroskopla çok sayıda mikrop gördü .

Bu buluşu tanıttı ve çok para kazandı!



Antony van Leeuwenhoek. (1632-1723)



Büyük tartışma

- Mikroplar çürümeye yol açar
- Mikroplar çürüme olan bölgeye yönelir
- Çürüme süreci sonunda mikroplar ortaya çıkar (kendiliğinden türeme-dirimselcilik)
- F.Redı, L. Spallanzani vs Peder Needham

Büyük tartışma

Gerçeğe ulaşmak zor bir süreçtir !



1a



2a



1b



2b

*Kanıt oluşturmamayan 1000 deney 1001'inci deneyin aksi yönde bir kanıt sunma olasılığını ortadan kaldırmaz.

**Bütün bilimsel deneyler birçok farklı yoruma açıktır.

***Sağlıklı bilim, bilim insanlarının birbirlerinin sonuçlarını acımasızca çürütmeye çalışmasını gerektirir

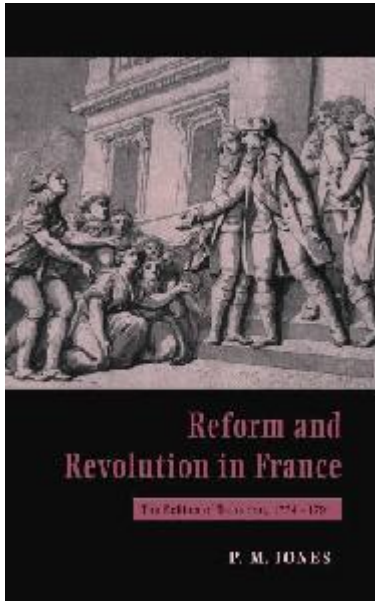
Fransız devrimi /Bilimde devrim

- Uzun yıllar boyunca hastanelerin ve genelevlerin ortak noktası çoktu, çünkü bu iki mekana da düzenli gidenler hastalık kapma ve toplumsal damgalanma riski taşıyorlardı....
- Paris... Hotel-Dieu



Fransız devrimi /Bilimde devrim

- Devrim sloganlarından:
« sefalete son!
hastanelere son!»



- Yeni hastaneler
- Hastaya itaat eden doktorların sonu
- Uygulamalı eğitim
- Otopsi
- Hastalıklar insanlara özgü değil kendine özgü! (Mikrop!!!)
- Laboratuvarlar

Miasma yeniden!

- 1839 Justus von Liebig.
- ..mayalanma ve çürüme tamamen kimyasal bir süreçtir. Mikroplar çürüten yapılara sonradan toplanır...
- ..hastalıkların nedeni insan vücudunda ortaya çıkan bu zararlı kimyasal yapılardır...
- 1842 W. Farr ... «zimotik hastalıklar»
(dışarıdan alınan organik yapılara bağlı bozunma ve oluşan kimyasalların etkisi ile hastalık)

Miasma kuramının başarılı sonuçları

Toplum sağlığı çalışmaları:

- Miasma kaynağı kirli sular, pislik, kötü yerleşim alanları...
- Altyapı, temiz su ile hastalıklar önlendi

- Hospitalizm ve hijyen
G.Callender (Londra): hastaları ayırmak, badana, dezenfeksiyon ile CAİ oranını 1847de % 35 iken 1877'de % 22ye düşürdü.

Miasma kuramının başarılı sonuçları

- Hospitalizm ve hijyen
- Florance Nightingale (İstanbul)
- ... Hiçbir bilimsel araştırmada bulaşma diye bir şey olduğuna dair kabul görecektürden bir kanıt yoktur...



Ölüm melekleri ?

- Lohusalık humması....bulaşıcı !
- Hem de hastane, doktor, ellerden?

Alexander Gordon (İskoçya)...1789-1792

...Ölümle sonlanan her bir vakada, doğumda hazır bulunan doktor ya da ebe daha önce hastalıkla boğuşan başka hastayla ilgilenmişti. Bu hastalık bulaşıcıdır ve bir vakadan bir başkasına doktorlar ve ebeler aracılığı ile sirayet eder....



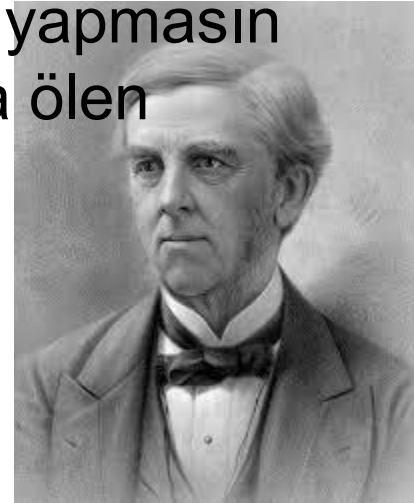
Ölüm melekleri ?

- Oliver Wendel Holmes (ABD)...1855

Aynı bölgede her hastası ölen doktorlar ve hiçbir hastası ölmeyen doktorlar ?

...bu hastalık doktorlar ve hemşireler tarafından sıklıkla hastadan hastaya geçirilebilecek bulaşıcı bir hastalık olduğu.....

Öneri:...doktorlar ve ebeler ölen hastalara otopsi yapmasın ve eğer kendi bakımları sürecinde üç kez art arda ölen kadın varsa doğumlara girmemeleri..



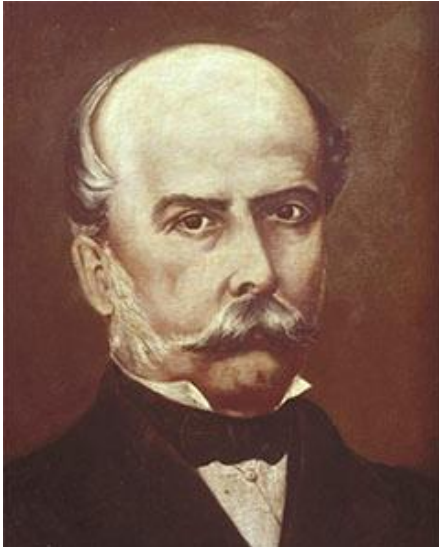
Ölüm melekleri ?

- Peştenin Delisi: I.Semmelweis
1847 (Viyana)

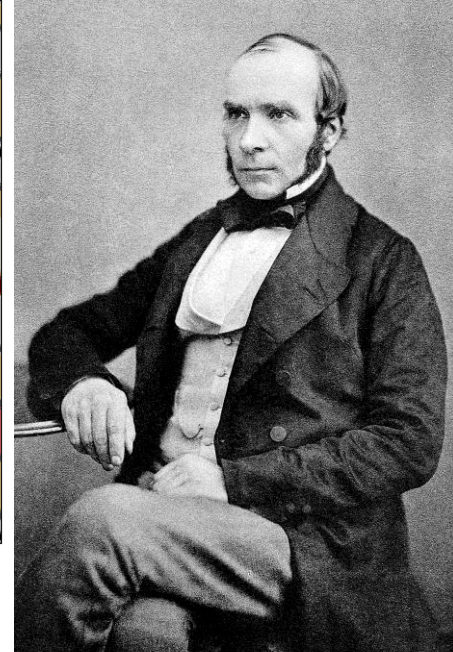


1854 Londra Kolera salgını

- «Herkes gibi bilim insanı da değişime inatla ve hasımca yaklaşabilir, kıskançlığın ya da kibirin esiri olabilir. Ancak genelde bizler de yeni bir kuramın doğruluğunu kanıtlamanın ne kadar zor olabileceğini gözden kaçırabiliriz»
- Filippo Pacini (İtalya) John Snow (Londra)



1854 Londra Kolera salgını



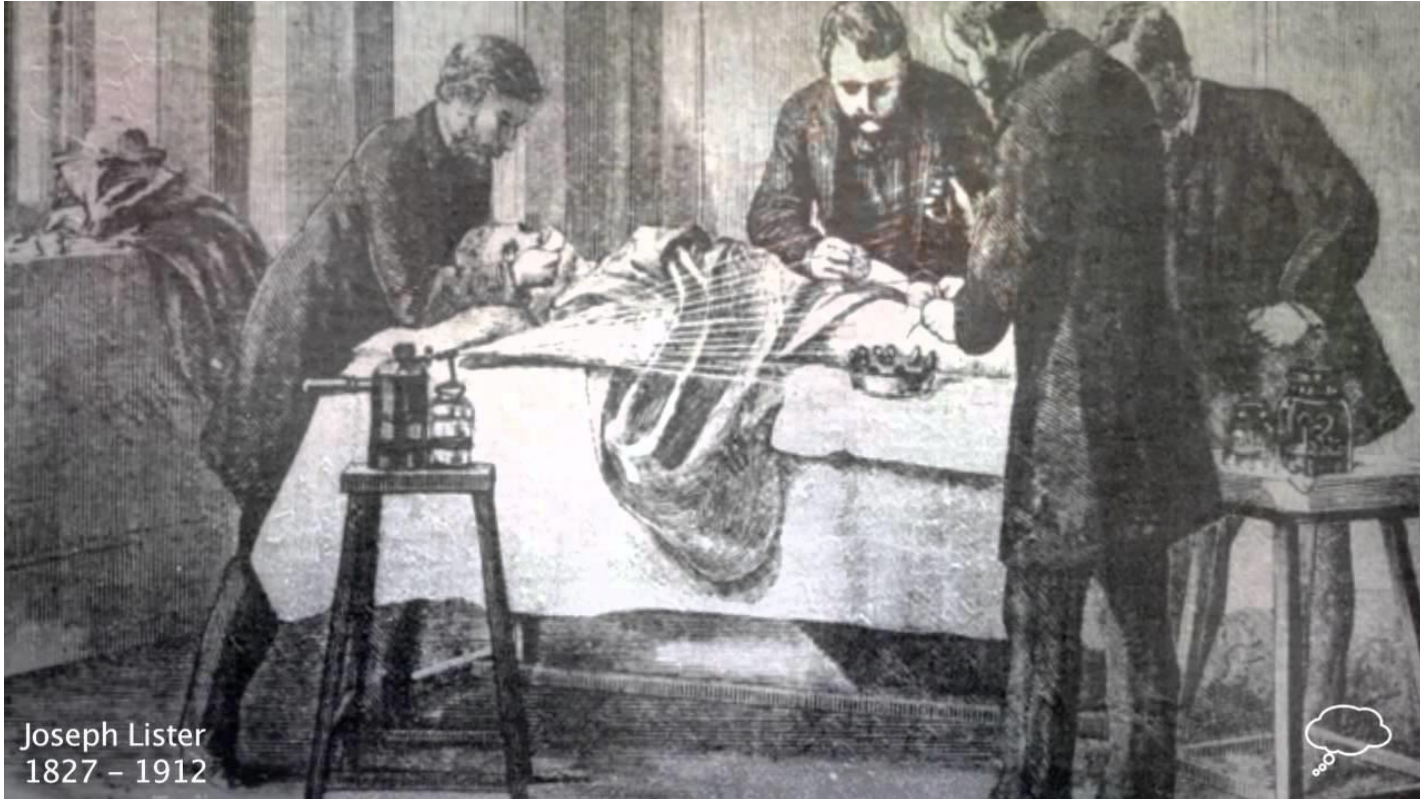
John Snow

1854 Londra Kolera salgını

- The Lancet J.Snow'un makalelerini , fikirleri «ana lağım» kaynaklı olduğu için reddetti.
- Fransız Bilim Akademisi makalelerini yayınlamayı kabul etmedi.

Mikrop teorisine önemli katkı: Joseph Lister

- Mikroplar etin kokuşmasına neden oluyorsa yara infeksiyonlarına da neden olabilirler!



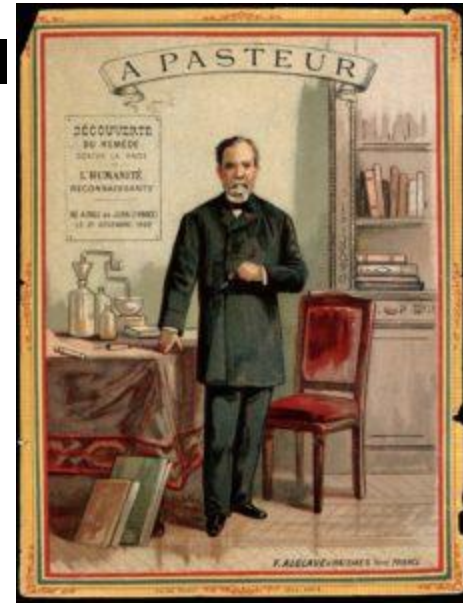
Louis Pasteur

- 1850'ler Fransa Lille kimya öğretmeni
bira, şarap ve sirke üretim merkezi.

Farklı yapıda tartarik asit!

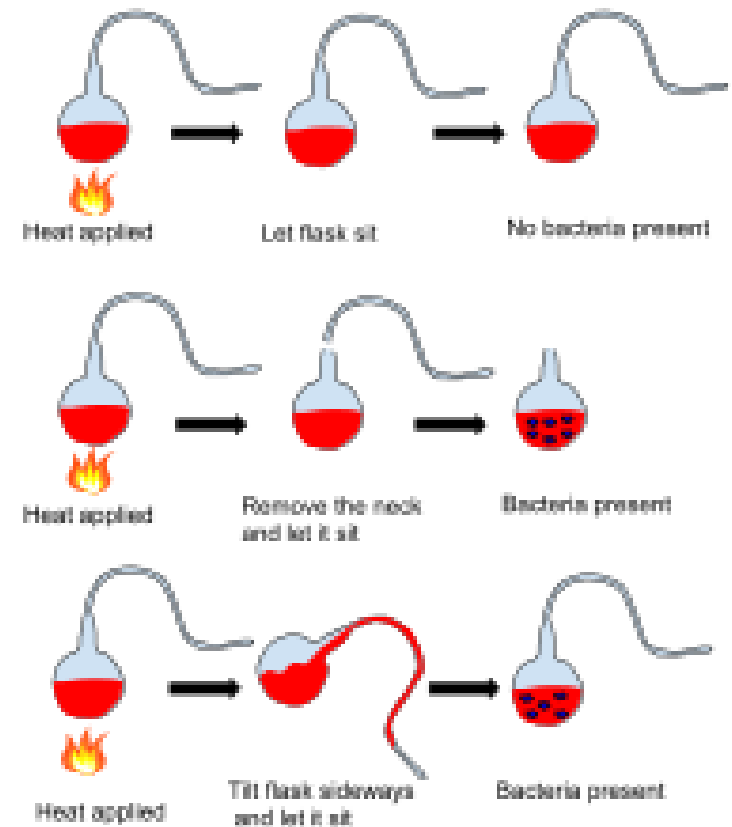
Farklı mikroplar farklı ürün !

Isı kontrolü ile şarabı bozan zararlı mikroorganizmalar ortadan kalkıyor (pastörizasyon)



Louis Pasteur

- Pasteur vs Liebig
- Pasteur vs F Pouchet



- Notlarında arada farklı sonuçlar var ?!.

Louis Pasteur ve diğlerleri

- D.Gernez
- E.Duclaux
- A.Bechamp
- A.Bassi



İpekböceğı hastalıklarının nedeni mikroplardır. Mikroplar hastalığın nedenidir!!!
İronik olarak bu konuda en son ikna olan kişi L.Pasteur olmuştur!

Şarbon

- Şarbonun etkeni: B.anthraxis
- J Davaine 1863-1870 (Fransa) şarbonlu hayvanlarda çubuk şeklinde etkenleri gösterdi.
- Hayvanlara enjekte ettiği kanda çubuklar ne kadar çoksa o kadar hızla ölüyorlar.
- Şarbonlu kanı damıtık suyla seyreltti ve bekledi. Üstte kalan berrak sıvıdan verdiği hayvanlarda belirgin bulgu yokken dipteki çökeltiden verilenler öldü



Robert Koch

- Şarbon basillerini göz içi sıvıda lamda üretti ve bekledi. Spor oluşumunu gördü. Üzerine göz sıvısı eklediğinde yeniden basillere dönüştüğünü gösterdi.
- Farelere başka mikroorganizma verildiğinde farklı sonuçlar ortaya çıktı.
- Spesifik mikrobiyal ajanlar spesifik hastalıklara yol açıyorlar!!!



Şarbon aşısı

- JJ Henri Touissant (1880 . Canlı şarbon aşısı - karbolik asit)

Pasteur ekibi!

- C. Chamberland (potasyum bikromatla yıkanmış basiller! **Deneyde kullanılan aşı**)
- E.Roux (tavuk kolerası aşısı)
- L Pasteur (42 C'de zayıflamış basiller)

Robert Koch postülatları

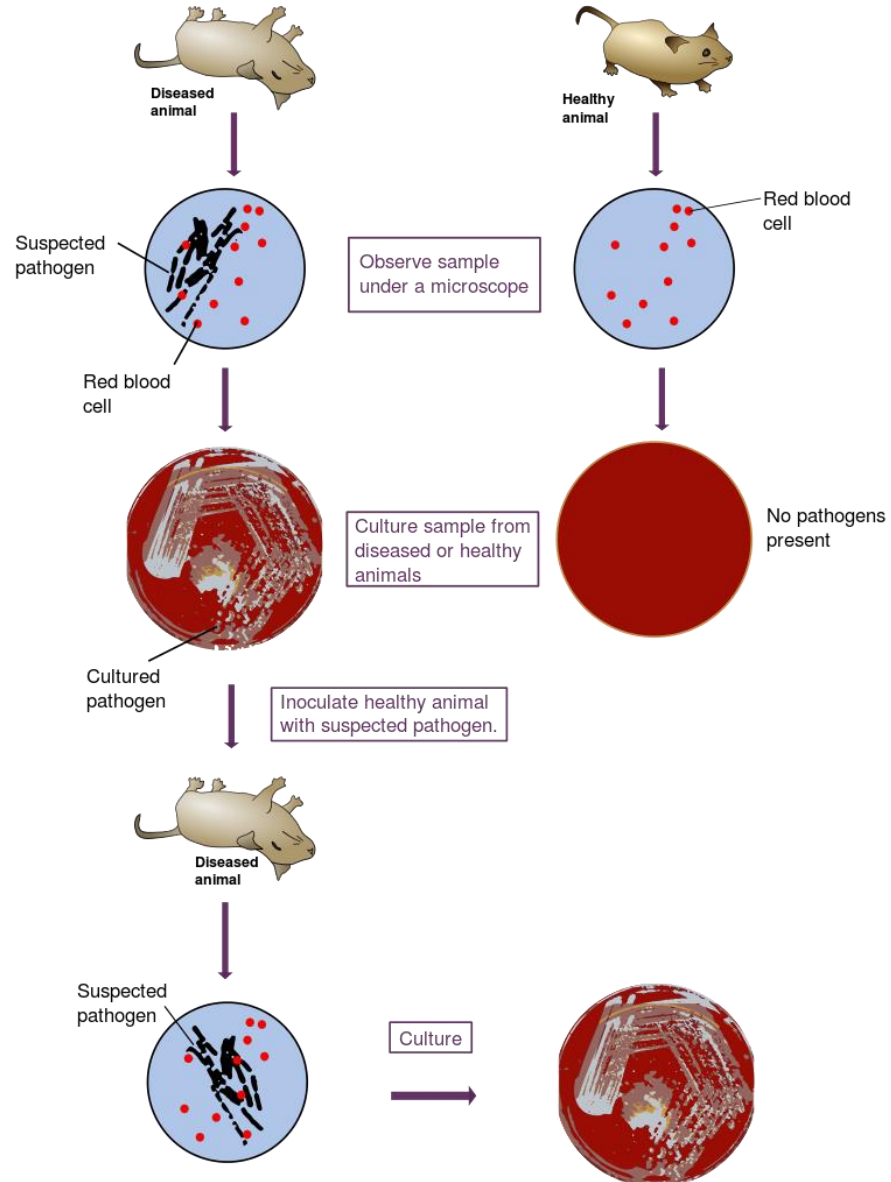
Koch's Postulates:

① The microorganism must be found in abundance in all organisms suffering from the disease, but should not be found in healthy organisms.

② The microorganism must be isolated from a diseased organism and grown in pure culture.

③ The cultured microorganism should cause disease when introduced into a healthy organism.

④ The microorganism must be reisolated from the inoculated, diseased experimental host and identified as being identical to the original specific causative agent.



Koch vs Pasteur

- « ...saf kültür üretmeye kalkmak gerçekten bunaltıcıdır. Özellikle şu sıralar Pasteur'ün laboratuvarlarında yapılan saf kültür elde etmeyle ilgili-basiretsiz de olsa olağanüstü bir gayretle- sayısız deney için geçerlidir»

R.Koch

- 1881 R.Koch saf kültür yöntemi tanımladı: Patates

- «Bu büyük bir ilerleme bayım ! »

L.Pasteur



Koch'un izinden gidenler

- F.Fehleison (Almanya)

Erizipelli doku parçalarında çok sayıda bakteri var patates kültüründe hepsinde ortak bakteriyi belirledi ve saf olarak üretti.

Tavşanlara enjekte edince erizipel benzeri lezyon oluştu.

İnsana injeksiyon ?!

İnanış: Erizipele yakalanmak tümöre iyi geliyor !

Tümör hastalarına enjekte edince erizipel oluştu!

Belirli mikropların insanda belirli hastalıklar oluşturuyor görüşünün en önemli kanıtı!

Yeni bir bilim!

- Yeni bir bilim doğdu. Bu bilim öldürücü ve bulaşıcı hastalıklar hakkındaki bilgilerimizde gerçek bir devrime yol açtı

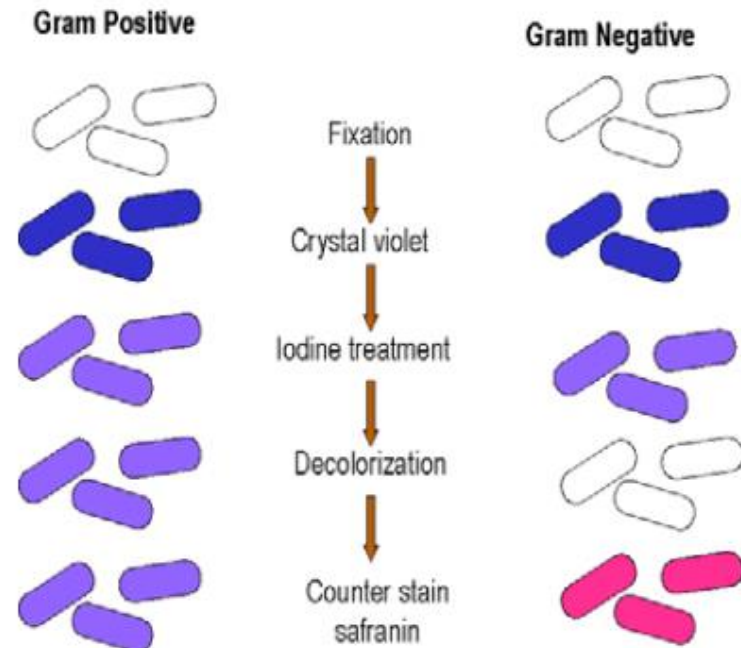
1888, L.Pasteur

Yeni bilimi renklendirenler

Hans Cristian Gram



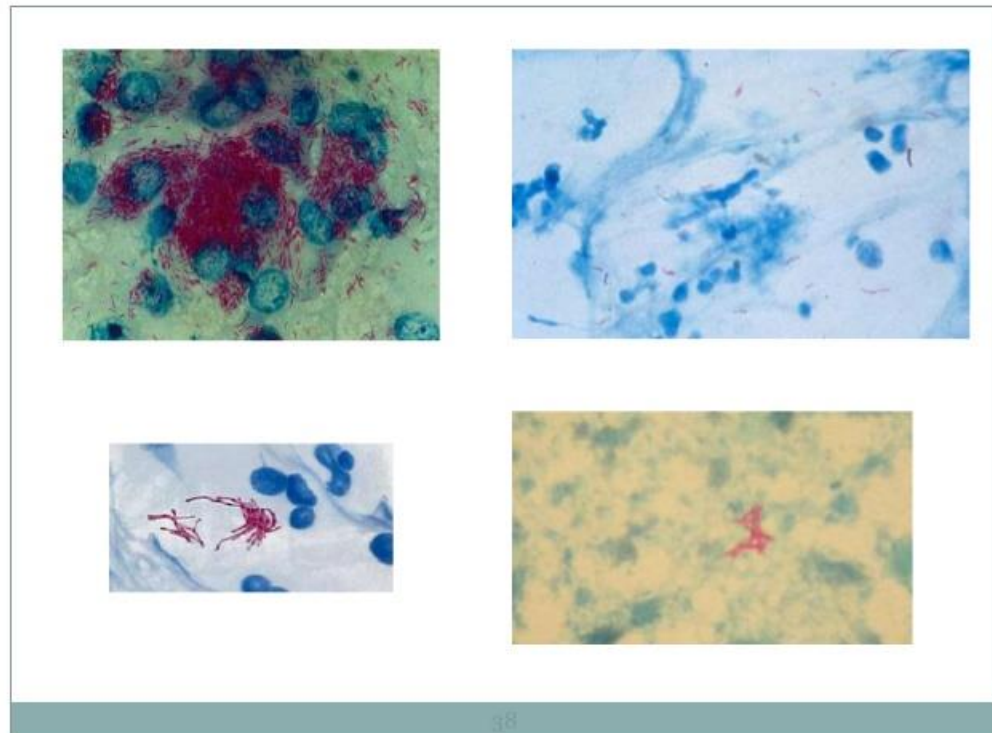
GRAM boyama



Yeni bilimi renklendirenler

EZN

- Erlich, Ziehl-Nielsen
- In 1882 Ehrlich published his method of staining the tubercle bacillus that Koch had discovered and this method was the basis of the subsequent modifications introduced by Ziehl and Neelsen, which are still used today. From it was also derived the Gram method of staining bacteria so much used by modern bacteriologists.

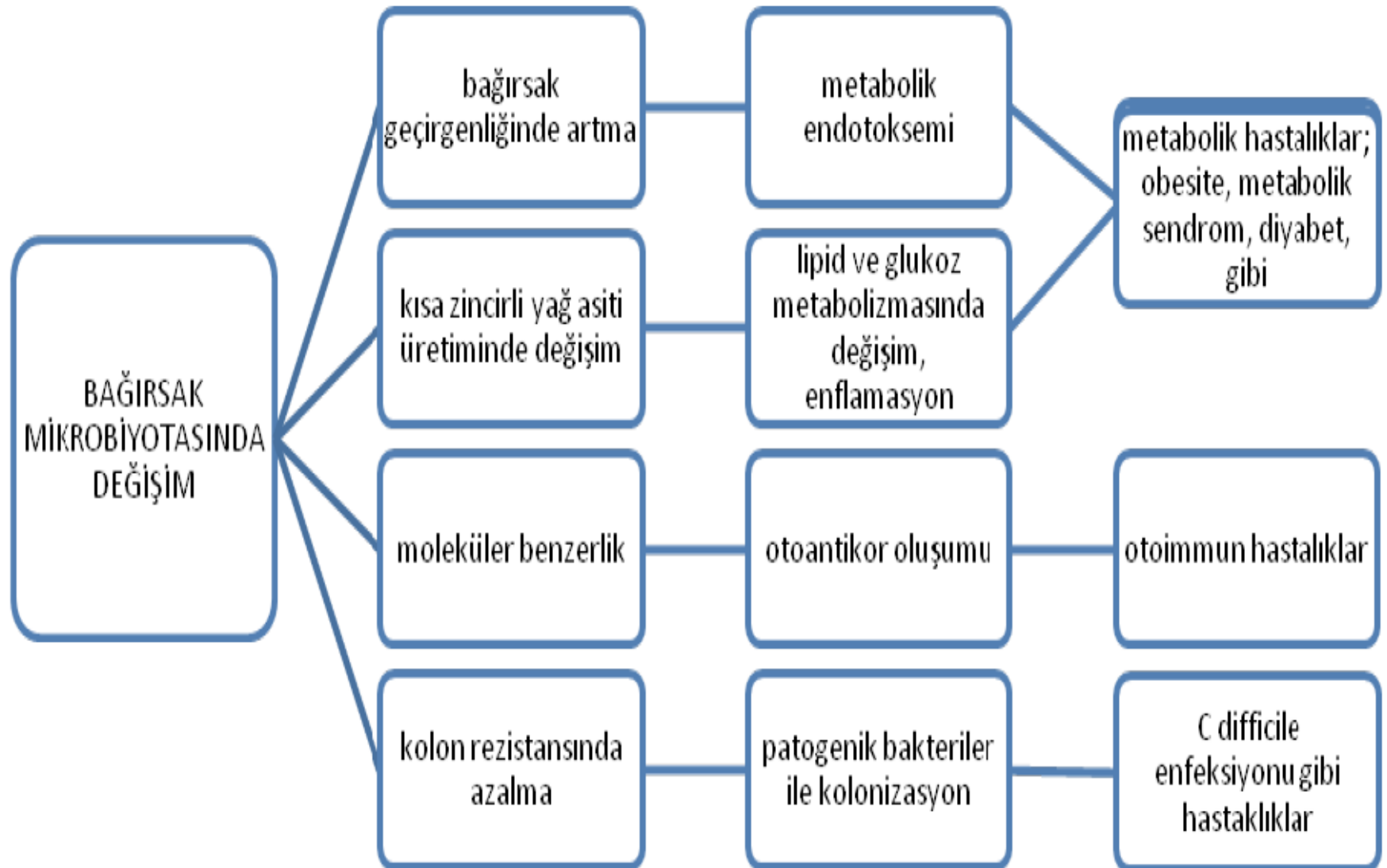


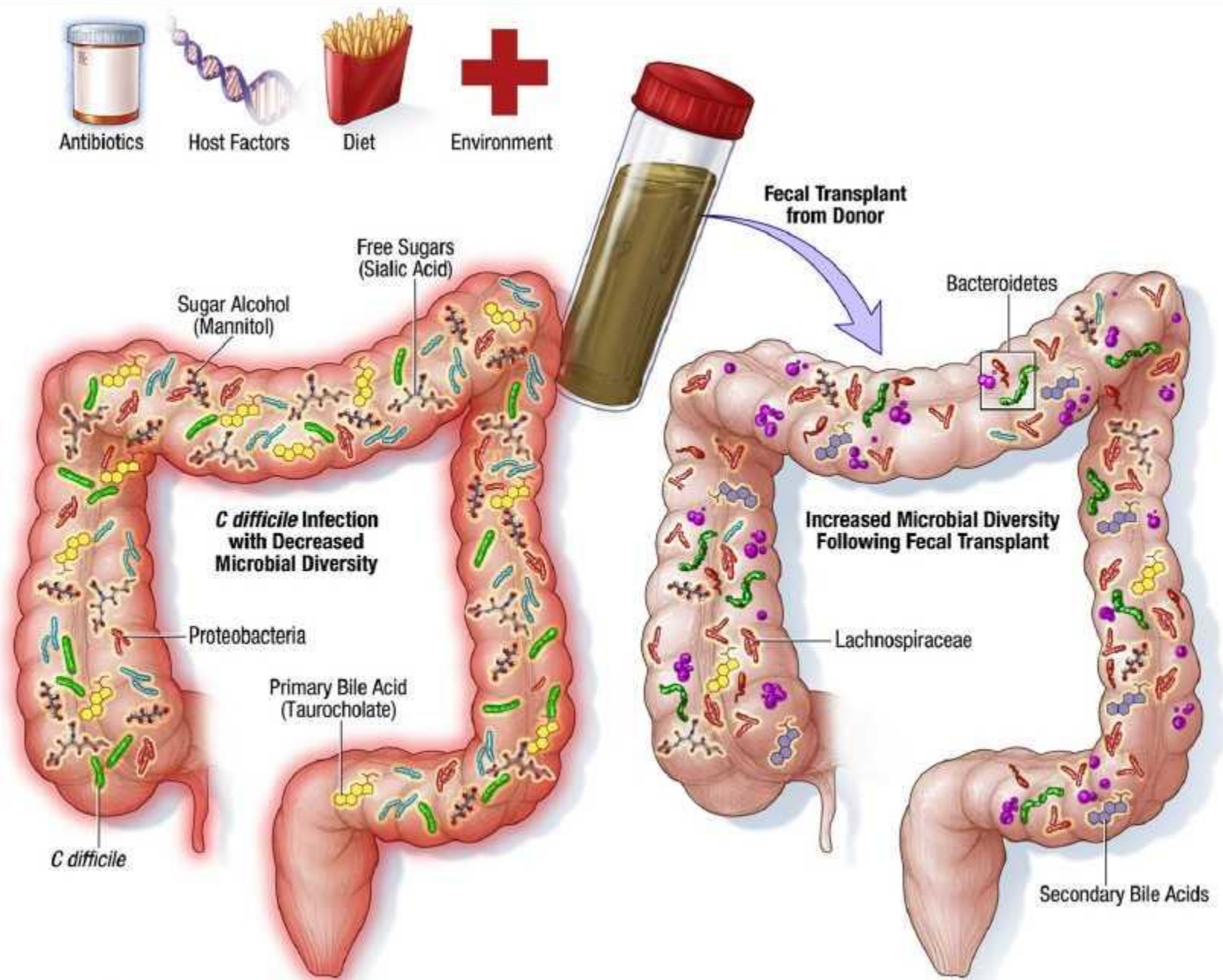
Yeni bilimin başına gelenler:

Mikrobiyom

- İnsan vücudunda yaklaşık 10 trilyon hücre; insan sağlığına yararlı 100 trilyon kadar mikrop ve doğal bakteri bulunuyor. Bu mikroskobik organizmaların toplamı insan vücudunun mikrobik bahçesini oluşturuyor ve buna “**mikrobiyata**” deniyor .
- Bu bakterilere ait çok sayıda gen (>8 milyon) bulunuyor (**mikrobiyom**)
- Sekanslama ile gelişen ve kültürde üreyemeyen mikropların saptanmasına izin veren yeni teknoloji mikrobiyom çalışmalarının temelini oluşturur. Buna **metagenomik bilimi** denilmektedir.

Mikrobiyata ve diğer hastalıklar





Dünyayı Dünya yapanlar: Bakteriler ilk canlılar!

PREKAMBRIYENDE VE KAMBRIYENDE HAYAT

BAKTERİLER, İLK CANLILAR

Bilinen ilk canlılar bakterilerdir : Grön land'da 3,8 milyar yıl, Transvaal'da 3,7 milyar yıl yaşındaki kayalar içinde fosilleri bulunmuştur.

Mavi su yosunları yataklarından oluşan kalker yapılar, yani stromatolitler yaklaşık olarak 3 milyar yıl kadar önce ortaya çıkmıştır. Bu yosunların çok yoğun bir fotosentez yaptığı ve atmosferde oksijen gazının oluşmasında temel rol oynadığı anlaşılmaktadır. Oksijeni özümleyen, yani solunum yapan daha karmaşık organizmalar o zaman ortaya çıkabilirdi.

Bütün bu organizmalar küçüktü (60 mikrometreden küçük) ve prokaryotlar (çekirdeksiz hücreler) âlemine aitti. Bakteriler, basiller, mavi su yosunları gibi binlerce canlı türü bu kategoriye girer.

1 milyar 450 milyon yıl öncesine doğru, büyük boy hücreler (100 ila 600 mikrometre) ortaya çıktı. Bilinen ilk ökaryotların (çekirdekli hücreler) bunlar olduğu sanılır. Bu organizmalar atalarından

Bizi biz yapan mikroplar?

- Mitokondriler ...

DNAsirküler DNA

Gen ekspresyonu
prokaryotlara
benziyor

Endosimbiyotik
bakteriler ?

The genome sequence of *Rickettsia prowazekii* and the origin of mitochondria

Siv G. E. Andersson*, Alireza Zomorodipour†, Jan O. Andersson*, Thomas Sicheritz-Pontén*, U. Cecilia M. Alsmark*, Raf M. Podowski*, A. Kristina Näslund*, Ann-Sofie Eriksson*, Herbert H. Winkler† & Charles G. Kurland*

* Department of Molecular Biology, University of Uppsala, Uppsala S-75124, Sweden

† Department of Microbiology and Immunology, University of South Alabama, Mobile, Alabama 36688, USA

We describe here the complete genome sequence (1,111,523 base pairs) of the obligate intracellular parasite *Rickettsia prowazekii*, the causative agent of epidemic typhus. This genome contains 834 protein-coding genes. The functional profiles of these genes show similarities to those of mitochondrial genes: no genes required for anaerobic glycolysis are found in either *R. prowazekii* or mitochondrial genomes, but a complete set of genes encoding components of the tricarboxylic acid cycle and the respiratory-chain complex is found in *R. prowazekii*. In effect, ATP production in *Rickettsia* is the same as that in mitochondria. Many genes involved in the biosynthesis and regulation of biosynthesis of amino acids and nucleosides in free-living bacteria are absent from *R. prowazekii* and mitochondria. Such genes seem to have been replaced by homologues in the nuclear (host) genome. The *R. prowazekii* genome contains the highest proportion of non-coding DNA (24%) detected so far in a microbial genome. Such non-coding sequences may be degraded remnants of 'neutralized' genes that await elimination from the genome. Phylogenetic analyses indicate that *R. prowazekii* is more closely related to mitochondria than is any other microbe studied so far.

Mikrobiyoloji ve Siyaset

- Veba salgınları
- Savaşların sonucunu belirleyenler:
Tifüs (Napolyon, Sarıkamış,...)
- Savaştan kurtulmak (Proteus OX19)

II.Dünya Savaşı... Polonya

Dr Lazowski ve Matulewicz

Phytophthora infestans



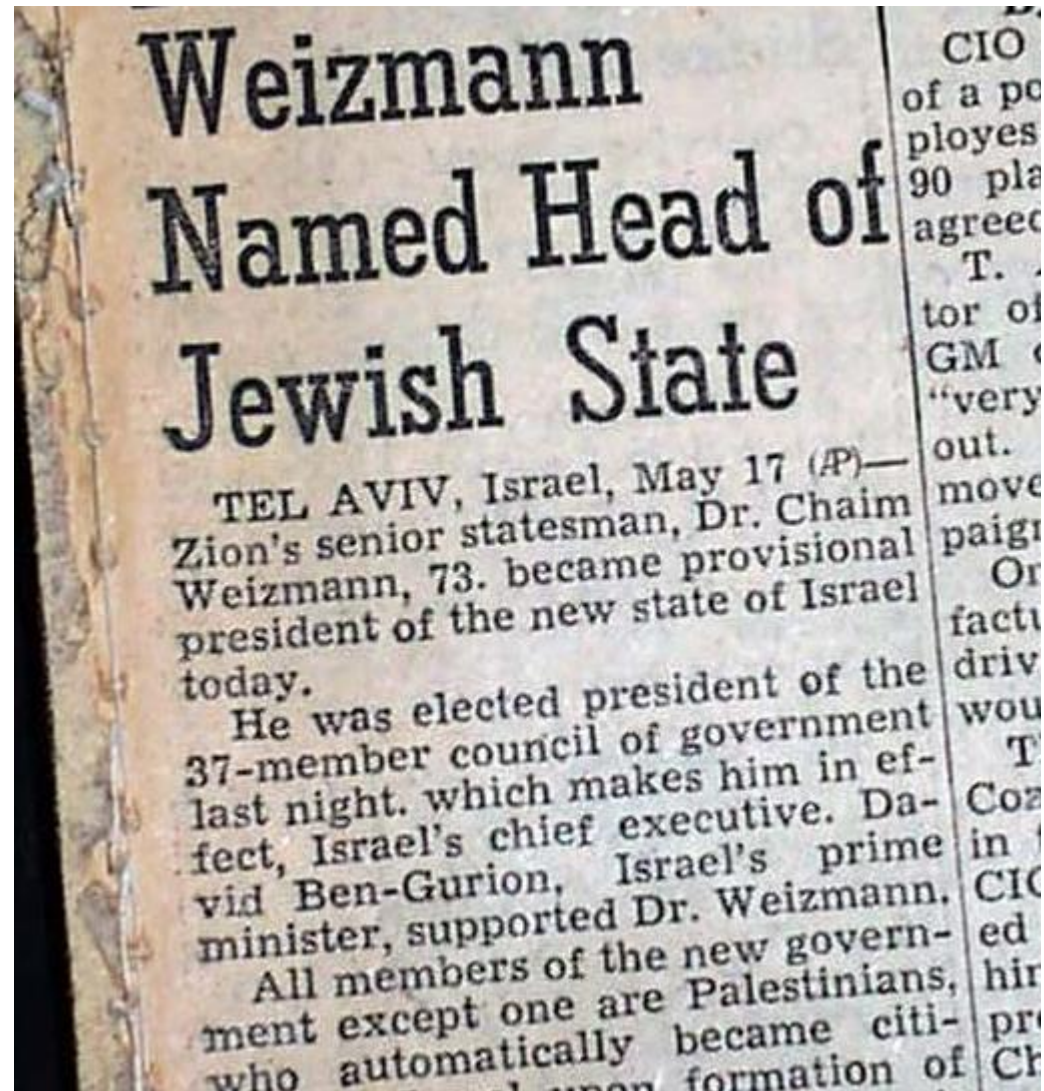
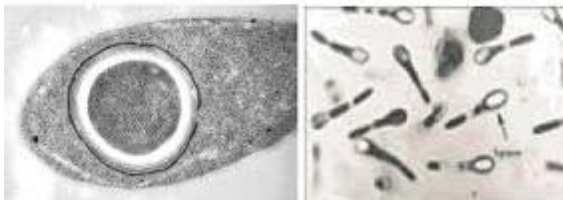
ABD tarihi

- İrlanda 1845
- Phytophthora infestans mantarının patateslerdeki salgını ile 1 milyon ölüm ve 2 milyon göç (çoğu ABD'ne)
- Bu göç ile gelen Kennedy ve Fitzgerald aileleri önemli rol aldı
- JFK , ABD tarihine yön verdi!

Clostridium acetobutylicum



Clostridium acetobutylicum
ferments sugars to acetone,
butanol and other products



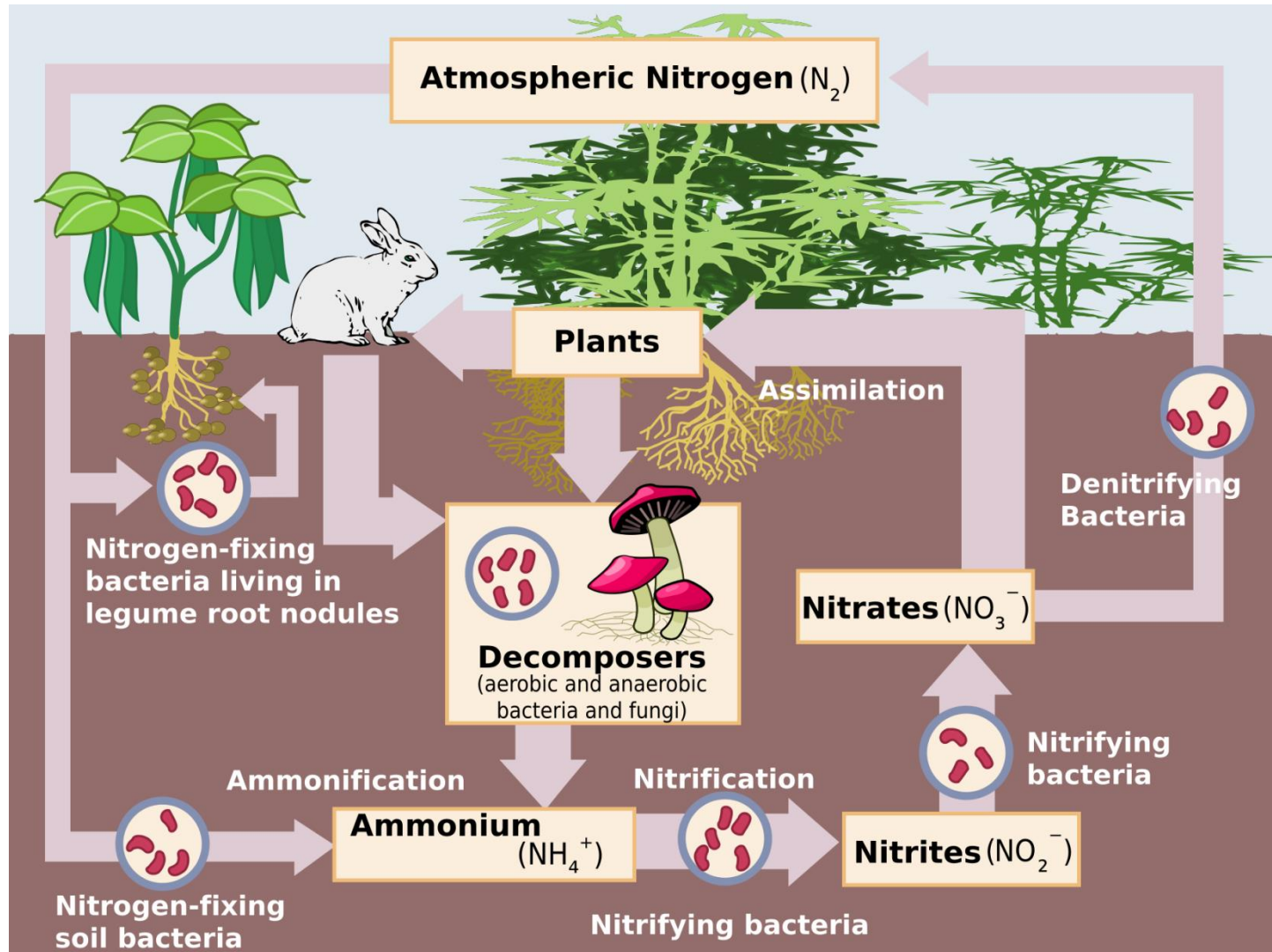
İsrail'in kuruluşu

- 1915 I.Dünya Savaşı
- İngilizler savaş gemi topları için aseton ihtiyacı içinde, fakat yeterli üretim yok!
- Kimyager Chaim Weizmann bu konuda çığır açan bir yöntemi bulup ingilizlere sunuyor!
- *Clostridium acetobutylicum* ile hızla çok miktarda aseton/butanol üretimi ile
- Savaş sonucu İngilizler savaşı kazanınca Balfour deklarasyonu ile İsrail kuruluyor ve ilk devlet başkanı C. Weizmann oluyor

Muhtaç olduğumuz mikroplar

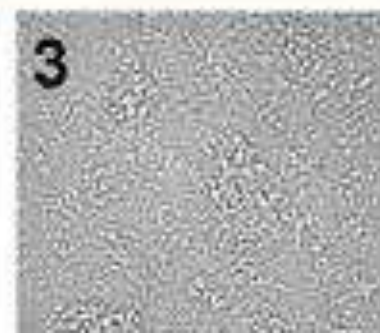
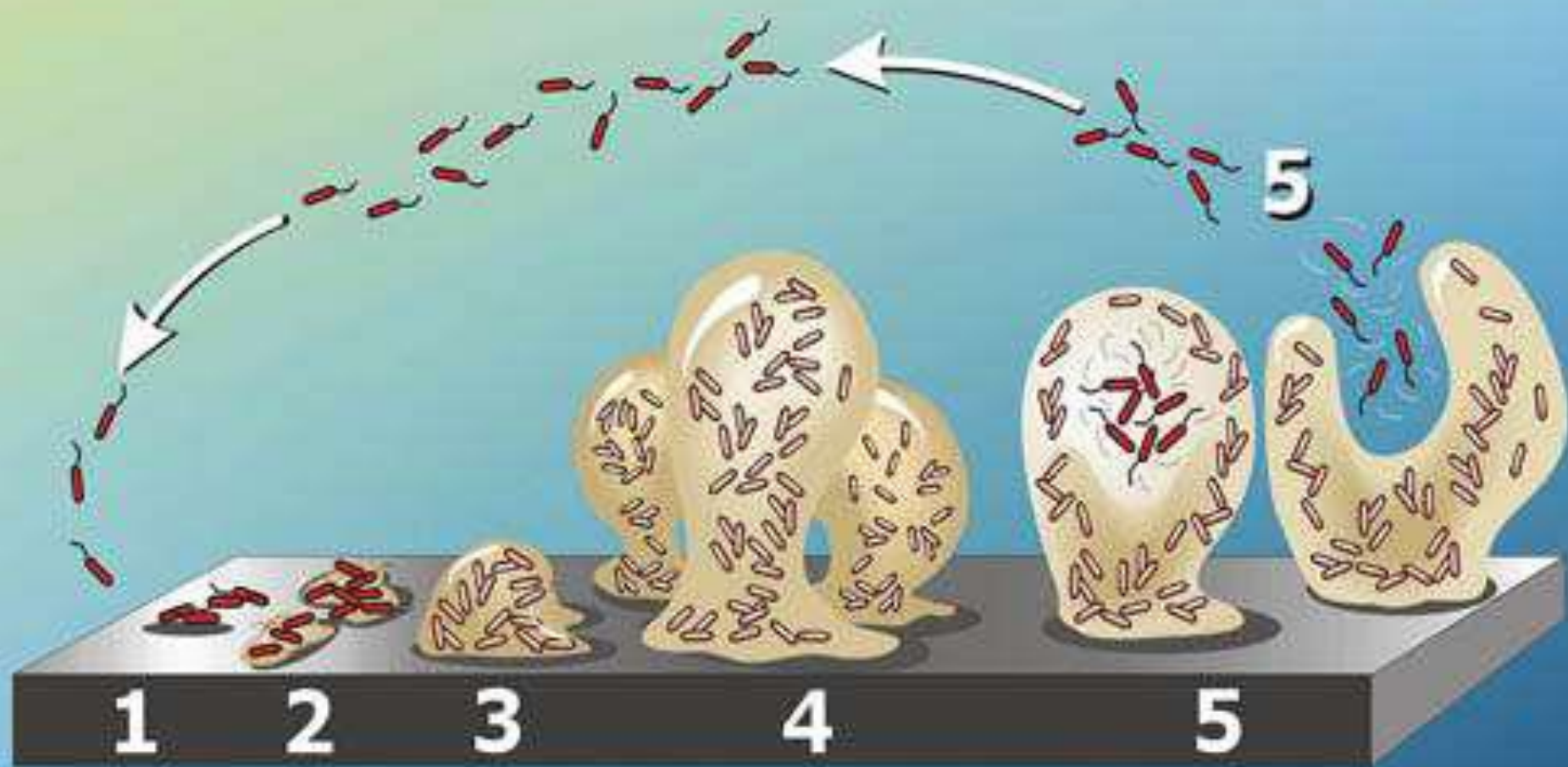
- Azot sabitleyiciler (toprağın beslenmesi)
- *Saccharomyces cerevisia* (ekmek, şarap, bira,..)
- Antibiyotik üreticileri (*Streptomyces*, *Penicillium*,...)
- Petrol parçalayıcılar
- Steroid üreticiler
- Enzim üreticiler

Nitrojen döngüsü



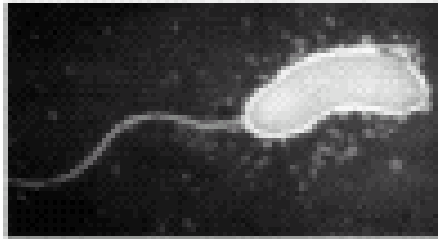
Mikrobial Ekoloji



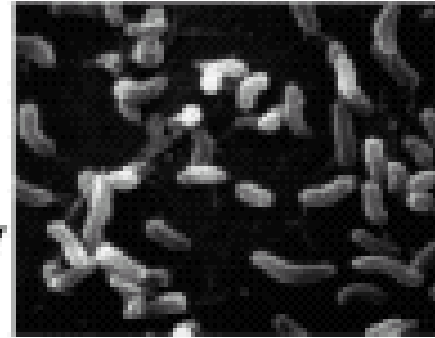


Koleranın yeni yüzü

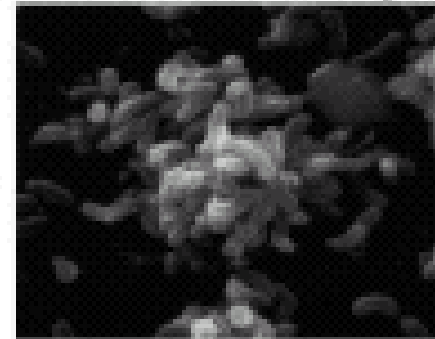
Planktonic Cell



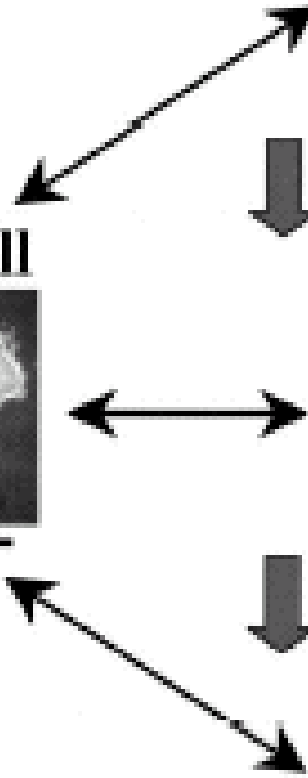
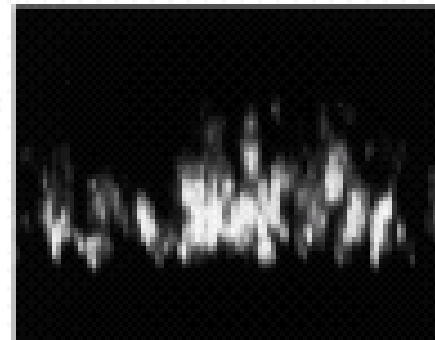
Attached Cell



Microcolony



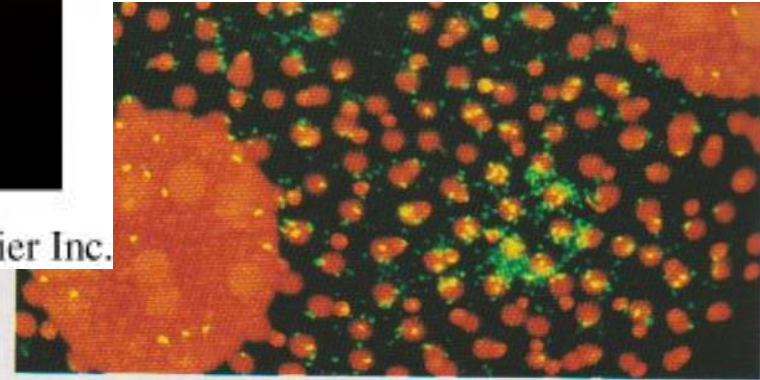
Biofilm



Kolera sudaki kafadan ayaklılarda..



Copyright © 2005, 2004, 2000, 1995, 1990, 1985, 1979 by Elsevier Inc.



• **Şekil 28.9** Bir tatlısu algi olan *Volvox*'un yüzeyine tutunmuş *Vibrio cholerae* hücreleri. İzolat Bangladeş'te bir kolera endemik bölgesinden elde edilmiştir. *V. cholerae* hücreleri bakteriyal hücre yüzeyi proteinlerine tutunmuş monoklonal antiserum badi ile yeşile boyalıdır. Kırmızı renk algdeki klorofil a'nın floresansından dolayıdır.

Gelecek şekilleniyor

- Çevre temizliği (*Rhodococcus chlorophenolicum*)
- Parçalanabilir plastik (*Alcaligenes eutrophus*)
- Kıyı erozyonunu engellemek (Hollanda!)

Crinalium epipscomum (su tutan siyanobakteri)

- Çevresel monitör (*Photobacterium phosphoreum*)
- Küresel ısınmayı önleme (*Synechococcus* ...)

Rhodococcus chlorophenolicum

- Poliklor fenol (PCP) yıkımı ile bu toksik yapıyı güvenli bir ürüne dönüştürüyorlar!

INTERNATIONAL JOURNAL OF SYSTEMATIC BACTERIOLOGY, Apr. 1986, p. 246-251
0020-7713/86/020246-06\$02.00/0
Copyright © 1986, International Union of Microbiological Societies

Vol. 36, No. 2

Rhodococcus chlorophenolicus sp. nov., a Chlorophenol-Mineralizing Actinomycete

JUHA H. A. APAJALAHTI,* PAULIINA KÄRPÄNOJA, AND MIRJA S. SALKINOJA-SALONEN
Department of General Microbiology, University of Helsinki, SF-00280, Helsinki, Finland

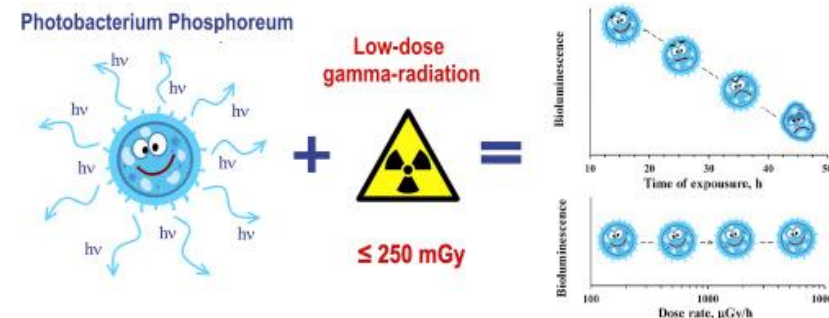
Strain PCP-I, which was isolated from a pentachlorophenol-mineralizing mixed culture, had the following characteristics of the actinomycetes assigned to the genus *Rhodococcus*: DL-diaminopimelic acid, arabinose, and galactose as cell wall constituents; major menaquinone with nine isoprenoid units and one hydrogenated double bond (MK-9H₂); mycolic acids containing 33 to 43 carbon atoms; and a marked rod-to-coccus cycle during growth. None of the previously described species of *Rhodococcus* contains both MK-9H₂ and mycolic acids of this size, and, unlike other rhodococci, strain PCP-I utilizes rhamnose, inositol, and sorbitol. Based on these properties, we believe that strain PCP-I represents a new *Rhodococcus* species. We propose the name *Rhodococcus chlorophenolicus* for this new species because of its ability to degrade several chlorophenols. The type strain is strain PCP-I (= DSM 43826).

The classification of actinomycetes containing mycolic acids was unsatisfactory prior to the use of the pentachlorophenol-mineralizing bacterial mixed culture, which has been described previously (1, 37, 41). The strain PCP-I was grown at 28°C with 2 g of

- BİYOREMEDİASYON

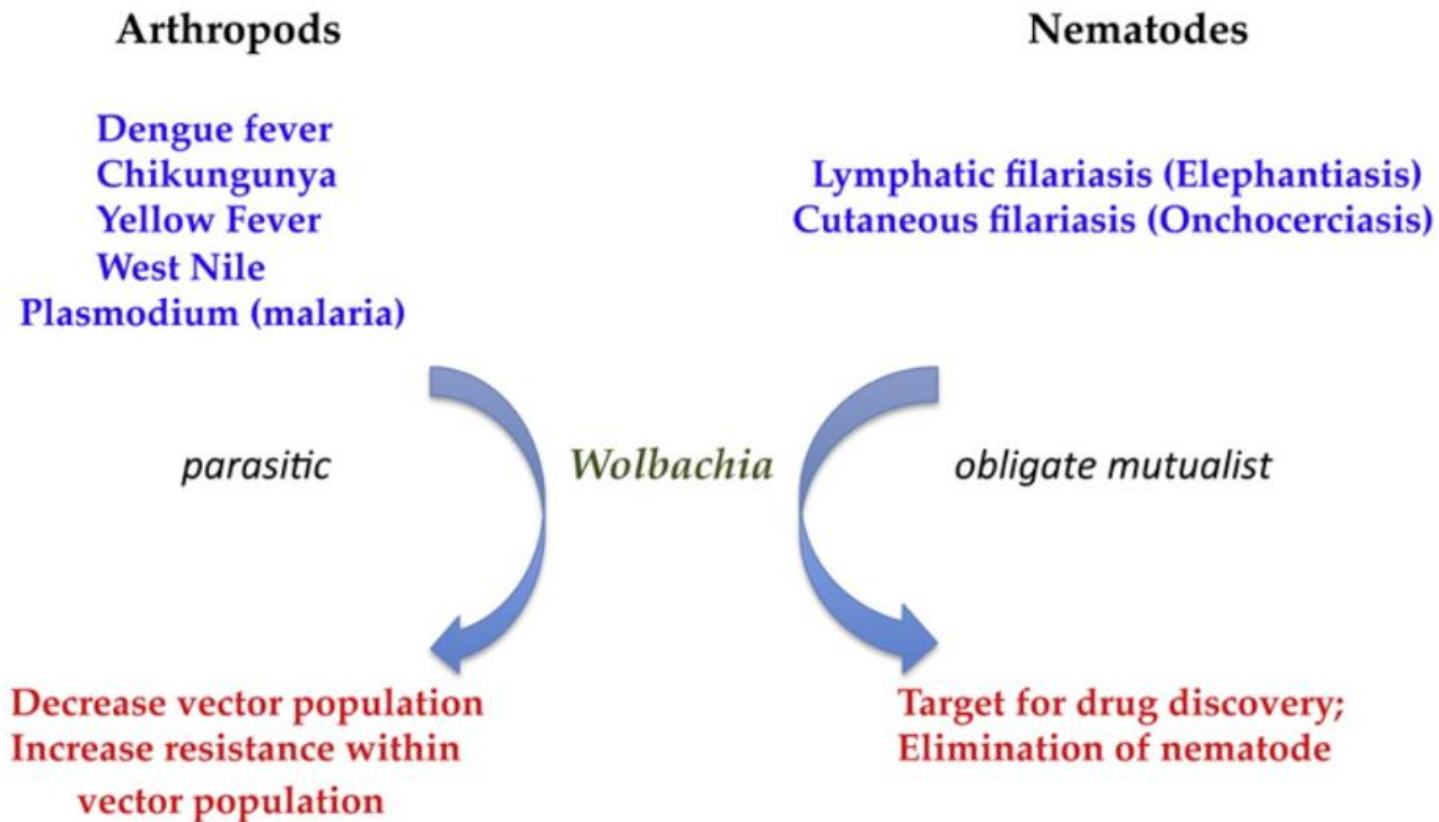
Photobacterium phosphoreum

- Bioluminescent monitoring of detoxification processes
- Bacterial flora of vacuum-packed cold-smoked salmon
- A bioluminescent signal system: detection of chemical toxicants in water
- The design of a detection system for biochemical luminescence



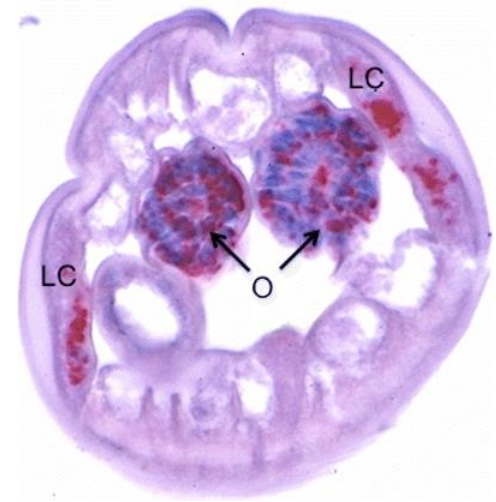
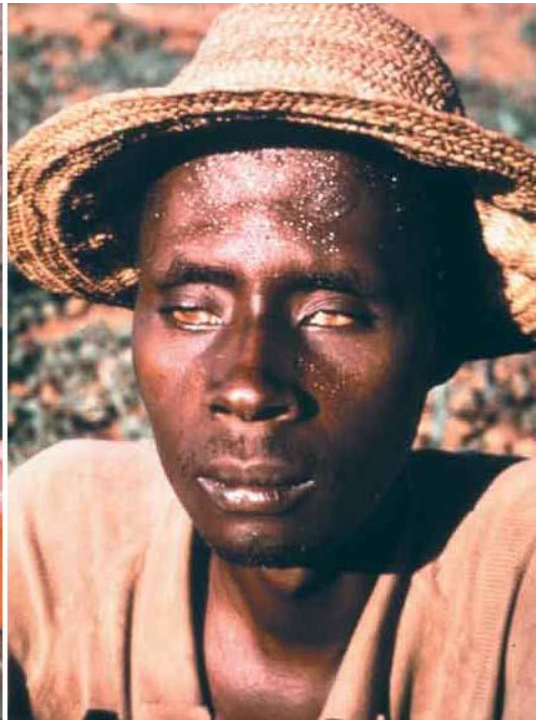
Yeni bir bakış: Wolbachia

Wolbachia Endosymbionts and Human Disease Control



Wolbachia-filariasis

- Wolbachia are Gram-negative bacteria. Although a great deal is known about their symbiotic relationships (filarial nematod)



Tetracycline treatment kills adult worms



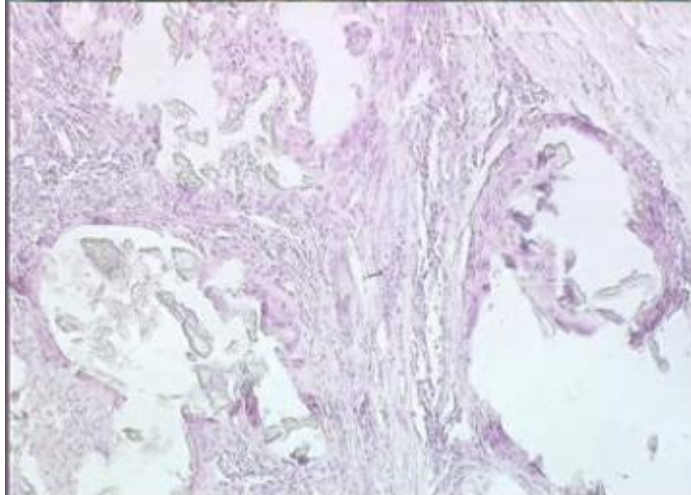
Cow no 17: control animal in avermectin trial

Severe streptotrichosis (tick-borne disease)

Dermatophilus congolensis

Tetracycline treatment started August 1994

Post-mortem on 10. January 1996 :



Pretreatment.....103 nodules, i.e. >200 worms

8 months antibiotics.....45 nodules

17 months: post-mortem....13 ,nodules' left :

10 ,nodules' contained debris of dead worms

3 ,nodules' contained but fibrous tissue

**1996: Endosymbiotic bacteria may be
 targets for chemotherapy ?**

Wolbachia-sivrisinek

REVIEW ARTICLE

Front. Ecol. Evol., 19 January 2016 | <https://doi.org/10.3389/fevo.2015.00153>

Wolbachia Associations with Insects: Winning or Losing Against a Master Manipulator

 Claudia C. Correa and  J. W. O. Ballard*

LETTERS

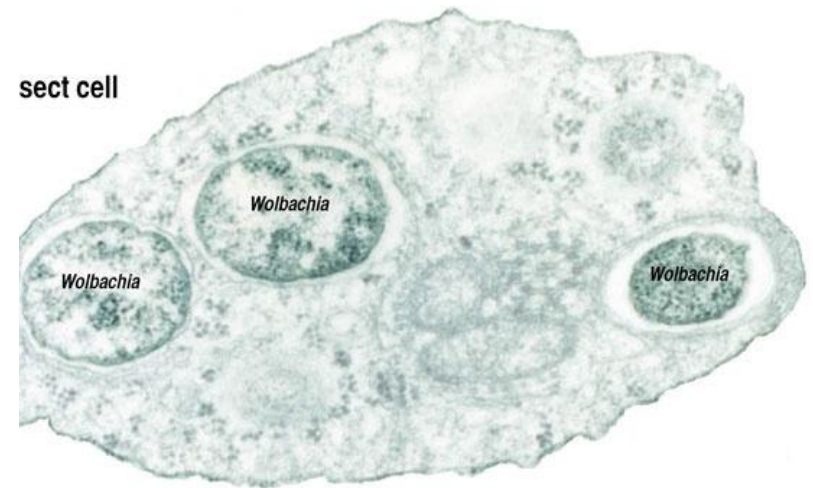
Risks of *Wolbachia* mosquito control

Elgion Lucio Silva Loreto¹, Gabriel Luz Wallau^{2,*}

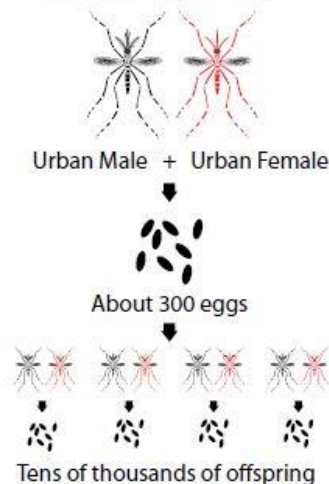
+ See all authors and affiliations

Science 18 Mar 2016:
Vol. 351, Issue 6279, pp. 1273
DOI: 10.1126/science.351.6279.1273-b

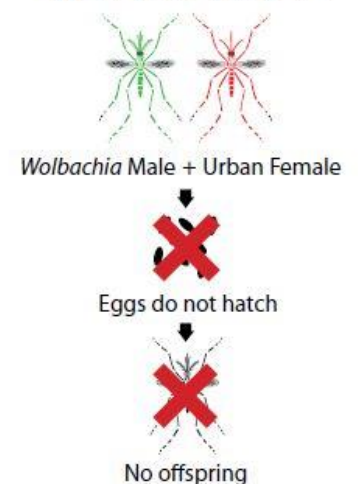
sect cell



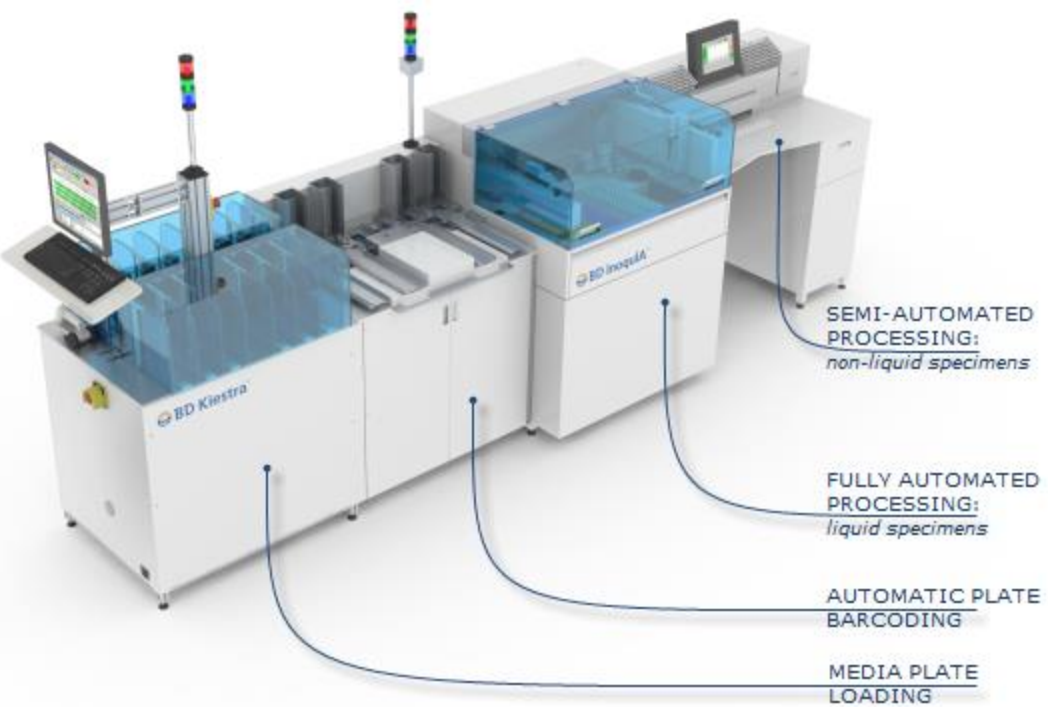
BEFORE RELEASE



AFTER RELEASE







Yeni, renkli ve mantıklı bir öneri :Kromojenik besiyerleri



Bakteriyolojide Yeni Fikirler

- Günümüzde İnfeksiyon Hastalıkları uzmanları mikropları öldüren değil onları anlayan, yöneten uzmanlar olmalıdır:

Distopik görüş:

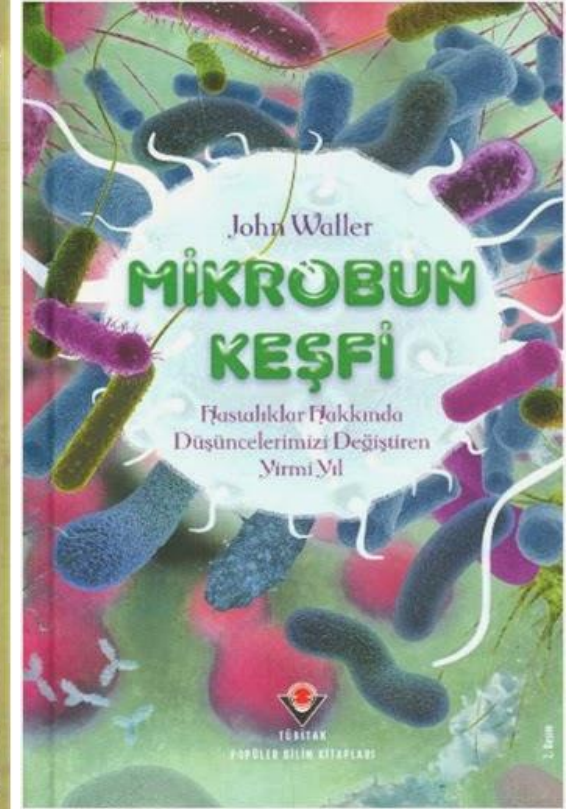
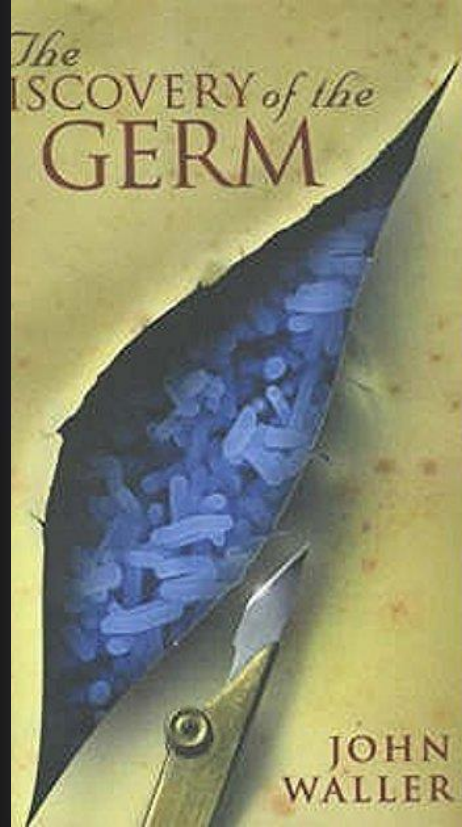
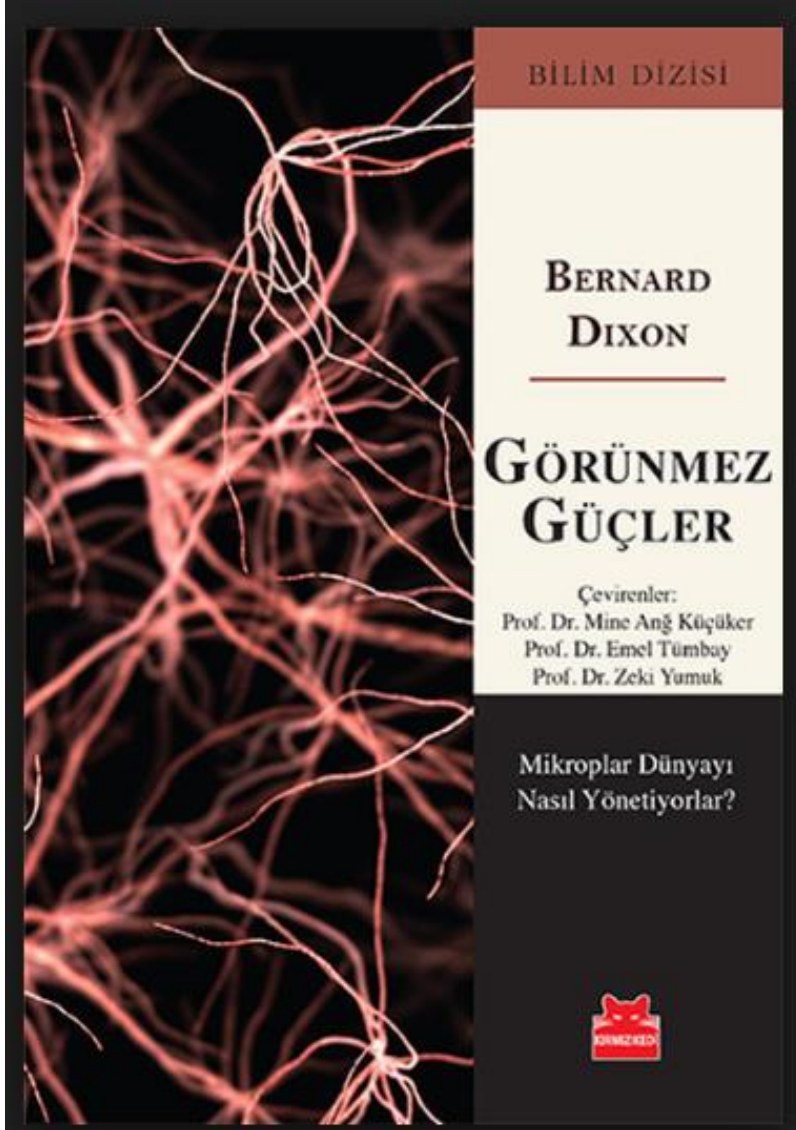
Mikrobiyoloji laboratuvarları yok olacak!

Ütopik görüş: Herşeyin nedeni mikroplar!!!

(İleriki yıllarda tüm hastalar mikrobiyolojiye gelecek

Realite: Bu gelişmelere hazır mıyız? (KÜLTÜR?)

Kaynaklar



Teşekkürler!!!



ASM MicrobeLibrary.org © Buxton

