

IV MUHAZİRƏ

**Mikroorqanizmlərin fiziologiyası.
Metabolizm, qidalanma, tənəffüs və
çoxalma. Mikroorqanizmlərin
kultivasiya prinsipləri**

prof. Akif Qurbanov

Mikroorqanizmlərin fiziologiyası

Mikroorqanizmlərin fiziologiyası onların metabolizmini, qidalanmasını, tənəffüsünü, böyümə və çoxalmasını, ümumiyyətlə, bütün həyati prosesləri öyrənir.

Mikroorqanizmlərin kimyəvi tərkibi

- Mikroorqanizmlər digər canlılar kimi kimyəvi cəhətdən qeyri-üzvi və üzvi maddələrdən təşkil olunmuşlar.
- **Üzvi maddələrə** zülallar, karbohidratlar, lipidlər və nuklein turşuları, **qeyri-üzvi maddələrə** isə su və mineral maddələr aiddir.
- Ümumiyyətlə, mikrob hüceyrəsinin 80-85%-i sudan, 15-20%-i isə quru qalıqdan ibarətdir.

Quru qalığın tərkibi:

zülal– 50-75%;

karbohidrat– 10-25%;

lipid– 0,2 - 40 %;

RNT– 16%;

DNT– 3%;

mineral– 3%;

Mikroorqanizmlərin qidalanma tipləri

- Karbonu və azotu mənimsəməsinə görə mikroorqanizmlərdə müxtəlif ***qidalanma tipləri*** fərqləndirilir.
- Karbonu mənimsəmə xüsusiyyətlərinə görə mikroorqanizmlər iki tipə – **autotroflara** və **heterotroflara** bölünürlər.

Autotroflar

- **Autotroflar** (yunanca, *autos* - özü, *trophe* - qidalanma) tərkibində karbon olan bütün mürəkkəb üzvi maddələri sintez etmək üçün sadə qeyri-üzvi birləşmələrdən – əsasən karbon qazı və karbonun digər qeyri-üzvi birləşmələrindən istifadə edə bilirlər.
- Torpaqda yaşayan bir çox bakteriyalar (nitritləşdirici, serobakteriyalar və s.) autotroflara aiddir.
- Enerji mənbəyindən istifadəyə görə - işıqdan istifadə edən **fotoautotroflar** və üzvi birləşmələrindən istifadə edən **xemoautotroflar** fərqləndirilir

Heterotroflar

- *Heterotroflar* (yunanca, *heteros* - özgə, *trophe* - qidalanma) karbon mənbəyi kimi üzvi maddələrdən istifadə edirlər.
- Onlar karbonu karbohidratlardan (əsasən qlükozadan), aminturşulardan və digər üzvi birləşmələrdən mənimsəyirlər.
- Enerji mənbəyindən istifadəyə görə - işıqdan istifadə edən *fotoheterotroflar* və üzvi birləşmələrindən istifadə edən *xemoheterotroflar* fərqləndirilir

Mikroorqanizmlərin qidalanma tipləri

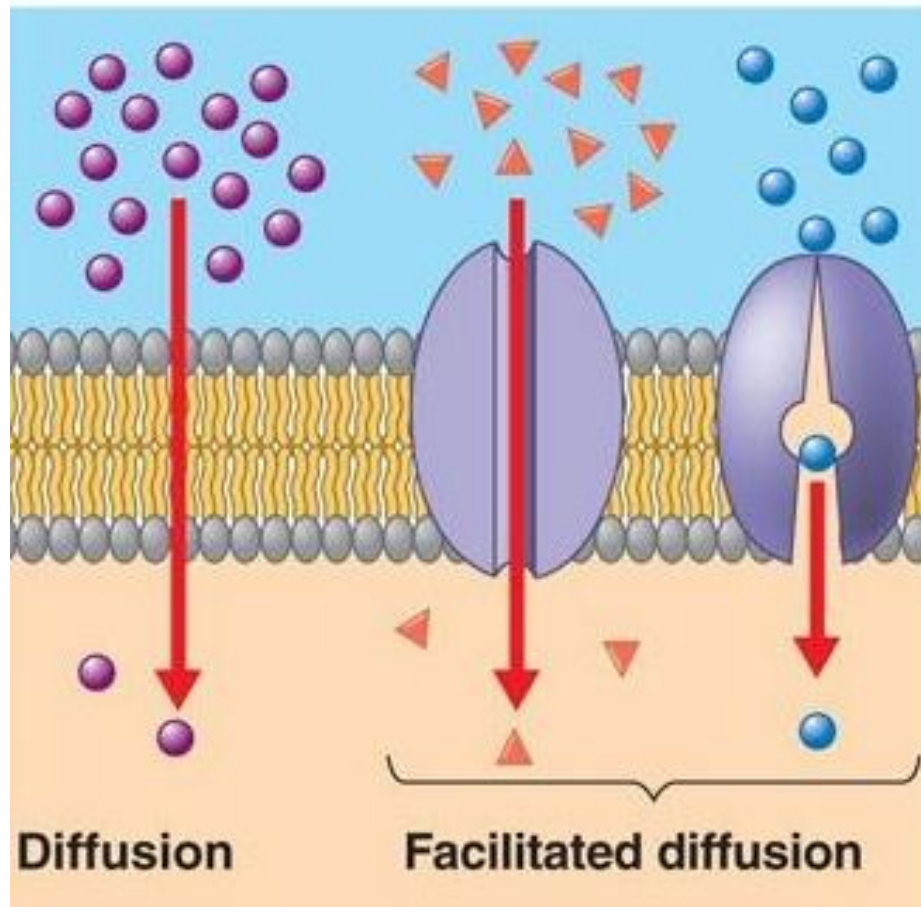
Kateqoriya	Enerji mənbəyi	Karbon mənbəyi	Nümayəndə
Fotoautotrof	işıq	CO ₂	Sianobakteriyalar, Şibyələr
Fotoheterotrof	işıq	Üzvi komponentlər	Fotosintetik bakteriyalar
Xemoautotrof	Üzvi komponentlər	CO ₂	Kukurd-, dəmir-oksidləşdirici bakteriyalar
Xemoheterotrof	Üzvi komponentlər	Üzvi komponentlər	İbtidailər, Göbələklər, Əksər bakteriyalar,

Mikroorqanizmlərin qidalanma mexanizmləri

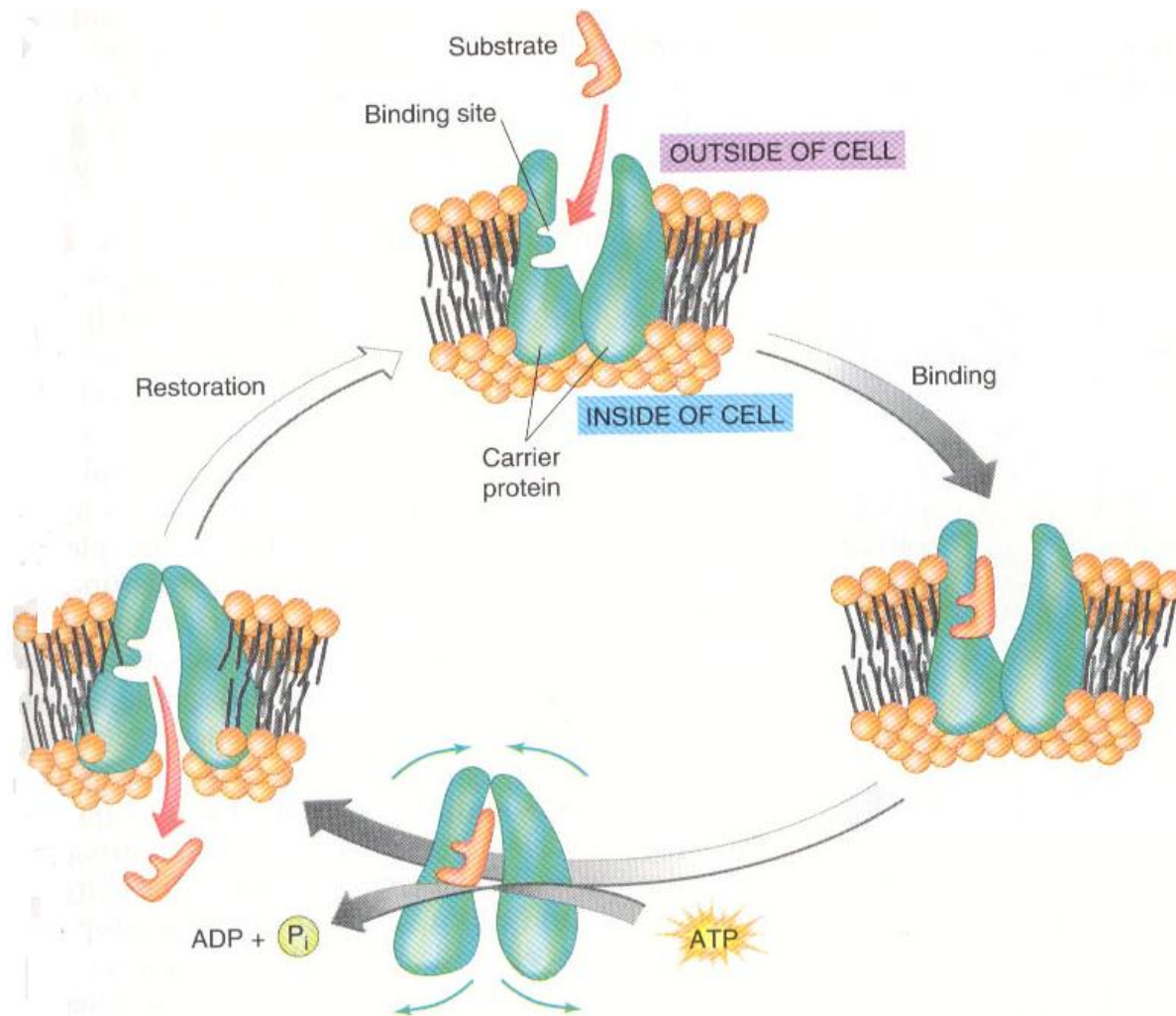
Qida maddələri mikrob hüceyrəsinə bir-neçə üsulla daxil ola bilər:

- **Passiv diffuziya**
 - Sadə diffuziya (osmos təzyiqləri fərqi hesabına)
 - Asanlaşmış diffuziya (daşıyıcı-zülallar – *permeazalar*)
- **Fəal daşınma**
 - *İon-vasitəli daşınma (uniport, simport, antiport)*
 - *ATF-vasitəli daşınma*
- **Translokasiya mexanizmi ilə daşınma**

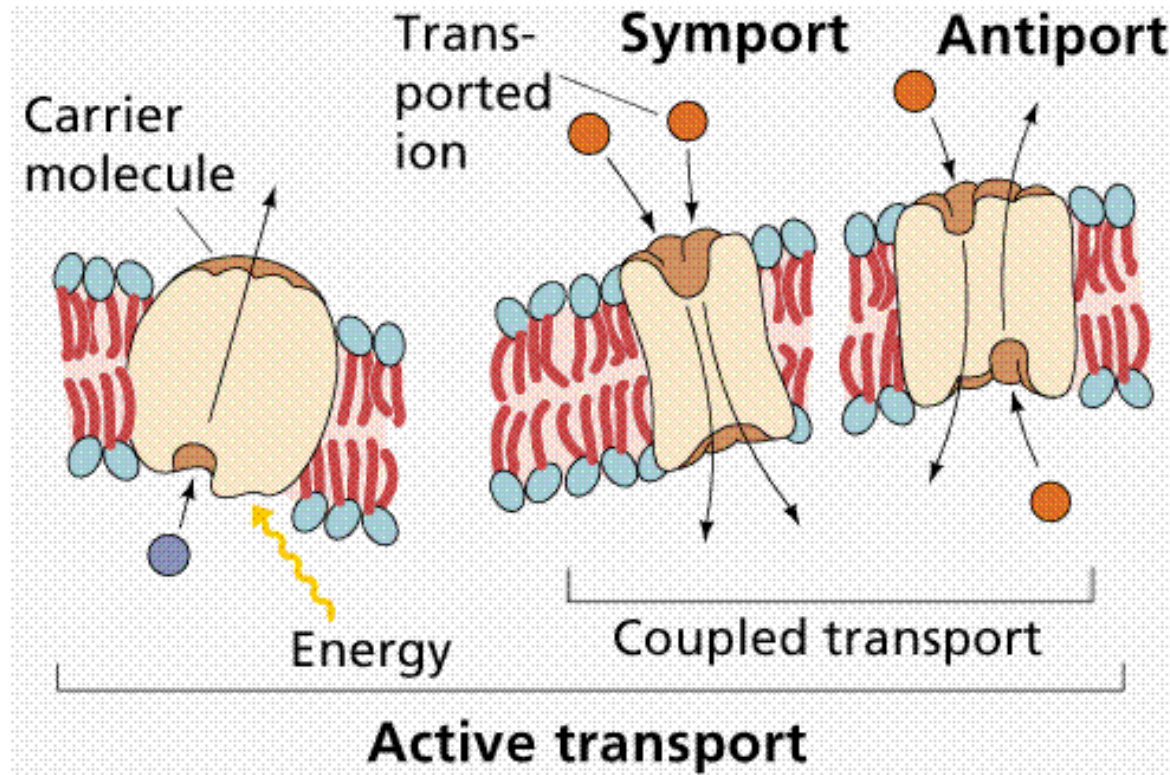
Sadə və asanlaşmış diffuziya



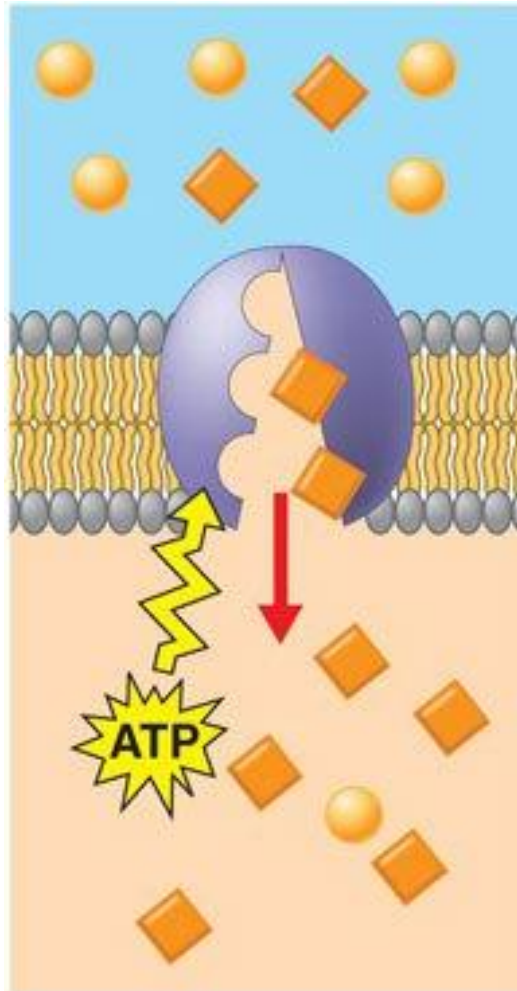
Fəal daşınma



İon-vasitəli daşınma (uniport, simport, antiport) ion (proton) yüklərinin qradientinə əsasən həyata keçirilir



ATF-vasitəli daşınma ATF enerjisindən istifadə edilməklə həyata keçirilir



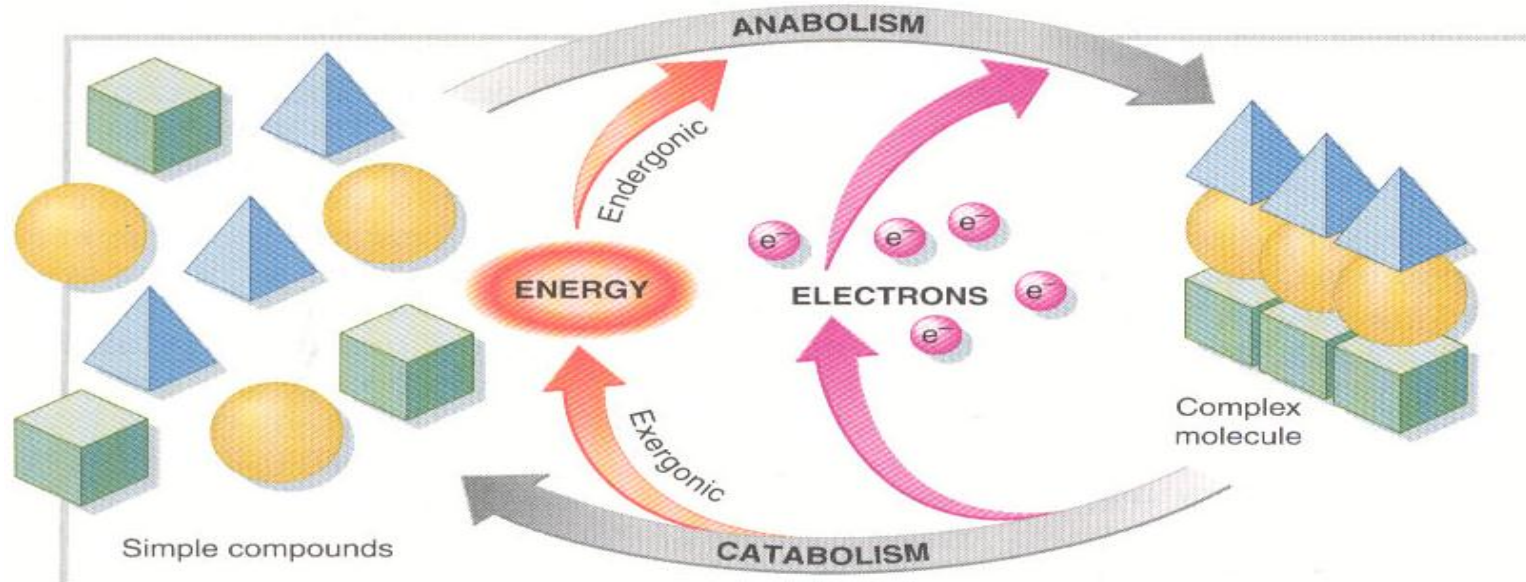
Mikrob fermentləri və onların metabolizmdə rolu

- *Endofermentlər* hüceyrə hüduunda fəaliyyət göstərir, *ekzofermentlər* isə mikrob hüceyrəsindən xaricə ifraz edilməklə buradakı makromolekulları parçalayır və onların hüceyrə daxilinə keçməsinə asanlaşdırır.
- *Konstitutiv və induktiv fermentlər*
- *Metabolitik fermentlər* – oksireduktazalar, transferazalar, liazalar, liqazalar, hidrolazalar və izomerazalar
- *Aqressiya, yaxud patogenlik fermentləri* – hialuronidaza, neyraminidaza, lesitinaza və s.

Metabolizm biri-birinin əksi olan iki prosesdən – katabolizm və anabolizmdən ibarətdir

- **Katabolizm** iri molekulların enerji ayrılması ilə daha kiçik molekullu birləşmələrə qədər parçalanması prosesidir. Nəticədə ayrılan enerji adenzotrifosfat turşusunun (ATF) molekullarında makroergik rabitələr şəklində saxlanılır və həyati proseslərə sərf edilir. Ona görə də katabolizmi bəzi hallarda **energetik metabolizm** də adlandırırlar.
- **Anabolizm** prosesində hüceyrənin qurulmasında istifadə edilən irimolekullu birləşmələr sintez edilir, buna görə də bəzən **konstruktiv metabolizm** də adlanır. Bu proses enerjinin sərf olunması ilə gedir ki, bunun üçün energetik metabolizm nəticəsində ayrılan enerjiden istifadə olunur

Katabolizm və anabolizm



Energetik metabolizm (bioloji oksidləşmə)

- Oksigensiz və oksigenli şəraitdə getməsindən asılı olaraq bioloji oksidləşmənin (energetik metabolizmin) iki tipi ayırd edilir:
- **brodil (qıcqırma) metabolizm**
- **oksidləşdirici metabolizm**

Brodil metabolizm

- **Brodil metabolizm** zamanı ATF substratların fosforlaşması nəticəsində sintez olunur.
- Bu zaman parçalanmaya məruz qalan substrat elektronların donoru rolunu oynayır, elektronların akseptorları isə reduksiya olunur, nəticədə ayrılan enerji ATF sintezinə sərf edilir.

Brodil metabolizm

- Azotsuz üzvi maddələrin oksigensiz şəraitdə parçalanması prosesinə **qıcqırma** deyilir. Qıcqırma prosesi iki mərhələdən ibarətdir.
- İlk mərhələdə qlükoza oksidləşərək *piroüzüm turşusuna* çevrilir.
- ***Qlükozadan piroüzüm turşusunun əmələ gəlməsi*** prosesi ardıcıl biokimyəvi reaksiyalardan ibarətdir.
- İstər brodil və istərsə də oksidləşdirici metabolizmdə bu proses eyni – **üç yolla** gedə bilər.

Bakteriyalarda metabolizmin *qlikoliz* yolu (*Embden-Meyerhof yolu*) üstünlük təşkil edir

- Bu zaman *qlükoza* əvvəlcə fruktoza-6-fosfata, sonra isə *piroüzüm turşusuna* çevrilir.
- Qlikoliz zamanı qlükozanın parçalanması prosesində 2 molekul ATF sərf edilir, 4 molekul ATF sintez olunur. Beləliklə, 1 molekul qlükozadan 2 molekul ATF sintez olunur.
- Reaksiyalar nəticəsində fosfat aralıq substratlardan adenoindifosfat (ADF) molekuluna verilir və beləliklə ATF sintez olunur. Ona görə də buna *substrat fosforlaşma* deyilir.

Qıcqırmanın növləri

- Əmələ gəlmiş piroüzüm turşusu anaerob mikroorqanizmlərdə müxtəlif çevrilmələrə məruz qalır, nəticədə əmələ gələn son üzvi maddələrdən asılı olaraq ***qıcqırmanın müxtəlif növləri*** vardır.
- ***Süd turşulu qıcqırma***
- ***Spirtli qıcqırma***
- ***Propion turşulu qıcqırma***
- ***Qarışqa turşulu qıcqırma***
- ***Yağ turşulu qıcqırma***

Qarışqa turşulu qıcqırma

- Bu qıcqırma əsasən *Enterobacteriaceae* fəsiləsindən olan bakteriyalar üçün xasdır
- Bir çox bakteriyalar qıcqırma prosesində əmələ gəlmiş qarışqa turşusunu qaza (H_2 və CO_2) qədər parçalayır.
- *Beləliklə, bəzi bakteriyalar karbohidratları ancaq turşu əmələ gətirməklə, bəziləri isə həm turşu, həm də qaz əmələ gətirməklə parçalayırlar.*
- Bu, bakteriyaların biokimyəvi identifikasiyasında istifadə edilir (Hiss mühitinin tətbiqi).

Asetimetilkarbinol (asetoin)

- Bəzi bakteriyalar, məsələn, *Enterobacter* və *Serratia* karbohidratları parçalayarkən piroüzüm turşusundan turşularla yanaşı **asetimetilkarbinol (asetoin)** da əmələ gəlir.
- Asetimetilkarbinolun təyini bakteriyaların identifikasiyasında istifadə edilir. Bunun üçün **Voges-Praskauer reaksiyası** tətbiq edilir

Yağ turşulu qıcqırma

- *Yağ turşulu qıcqırmada* əsas məhsul kimi yağ turşusu, bununla yanaşı digər üzvi turşular - sirkə, kapron, valerian, palmitin turşuları, eləcə də butanol, aseton, izopropanol, CO₂ və H₂ əmələ gəlir.
- Əmələ gələn turşuların qaz-maye xromatoqrafiya vasitəsilə təyin edilməsi ***obliqat anaerobların identifikasiyasında ekspres üsul*** kimi istifadə edilir.
- Bu tipli qıcqırma *Clostridium* cinsli bakteriyalar üçün xarakterdir.

Qıcqırma prosesində az miqdarda enerji alınır

- Qıcqırma prosesində qlükoza və digər karbohidratların parçalanması az miqdarda enerji alınması ilə nəticələnir.
- Qıcqırma prosesində əmələ gələn məhsullar isə hüceyrə tərəfindən istifadə edilə bilmir və kənarlaşdırılır.
- Buna baxmayaraq bu məhsullarda, məsələn, süd turşusunda hələ də kifayət qədər enerji saxlanılır.
- Qlükoza CO_2 və suya qədər parçalandıqda isə kifayət qədər enerji əmələ gəlir. *1 molekul qlükozanın tam parçalanması nəticəsində 38 molekul ATF sintez olunur* ki, bu da qıcqırmada alınan enerjidən dəfələrlə artıqdır. Bu isə piroüzüm turşusunun aerob şəraitdə (oksidləşdirici metabolizm ilə) parçalanması nəticəsində mümkün olur.

Oksidləşdirici metabolizm

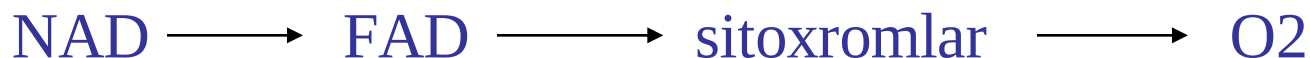
- **Oksidləşdirici metabolizm** zamanı ATF *oksidləşdirici fosforlaşma* nəticəsində sintez olunur.
- Bu halda *piroüzüm turşusu üçkarbonlu turşular dövrənində CO_2 -yə qədər tam oksidləşir*:
- piroüzüm turşusu NAD, FAD və s. kofermentlərin köməyi ilə asetil koenzim A-ya (fəallaşmış sirkə turşusuna) çevrilir və üçkarbonlu turşular dövrənina (Krebs siklinə) qoşulur.

Üçkarbonlu turşular dövranı (Krebs sikli)

- Üçkarbonlu turşular dövránında asetil qruplarının CO_2 və 4 cüt hidrogen atomu əmələ gəlməsilə parçalanması baş verir.
- Hidrogen atomları NAD, NADF və FAD ilə birləşərək onları NADH_2 , NADFH_2 və FADH_2 -yə reduksiya edir.
- Hidrogen atomları bu şəkildə mikroorqanizmlərin sitoplazmatik membranında yerləşmiş **tənəffüs zənciri** boyunca molekulyar oksigenə ötürülür.
- Hidrogen atomlarının tənəffüs zənciri boyunca molekulyar oksigenə ötürülməsi dehidrogenazalarla, xinonlarla (ubixinon və s.) və sitoxromlarla təmin edilir.

Tənəffüs zənciri

- Oksidləşdirici metabolizm və ya tənəffüs (oksidləşdirici fosforlaşma) zamanı elektronların donorları üzvi və qeyri-üzvi maddələr, akseptorları isə ancaq oksigendir.
- Bu zaman tənəffüs zənciri:



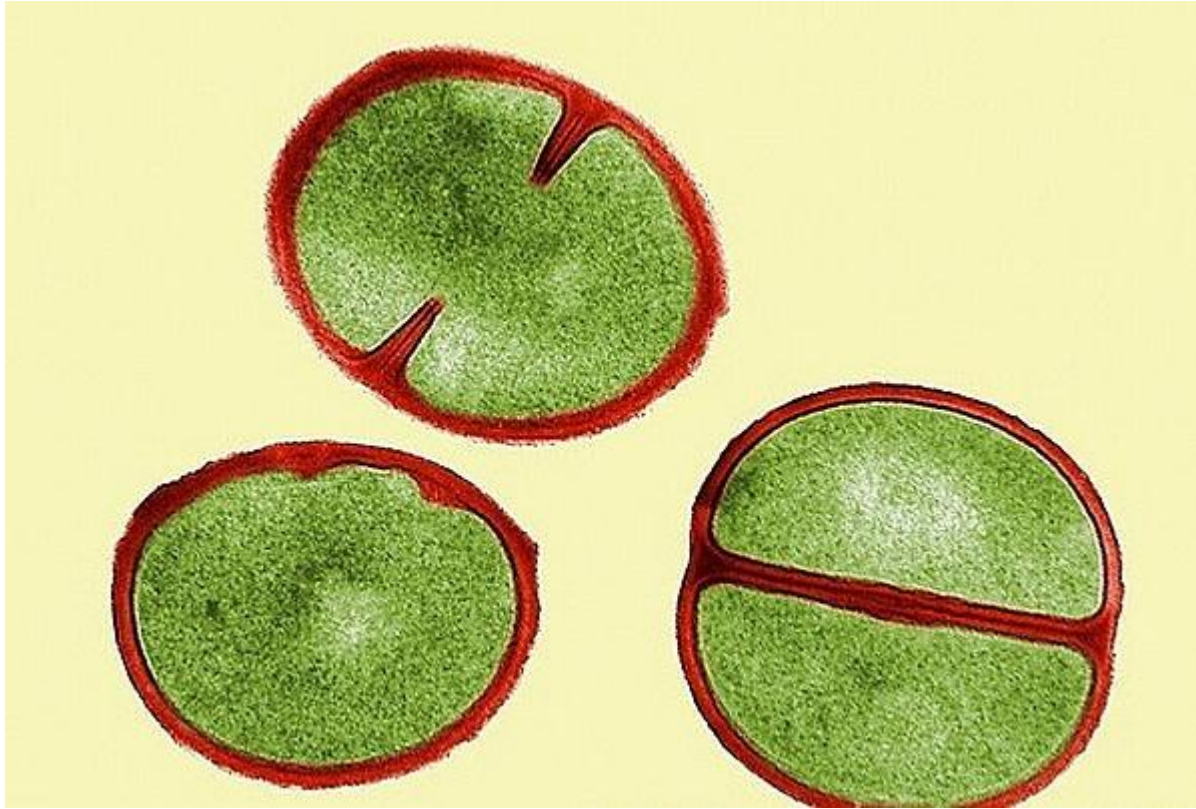
Mikroorqanizmlərin tənəffüsü

- Mikroorqanizmlər tənəffüs tipinə görə 3 əsas qrupa bölünürlər:
- obliqat aeroblar
 - *mikroaerofillər*
 - *kapnofillər*
- obliqat anaeroblar
 - *ciddi anaeroblar*
 - *aerotolerant anaeroblar*
- fakultativ anaeroblar

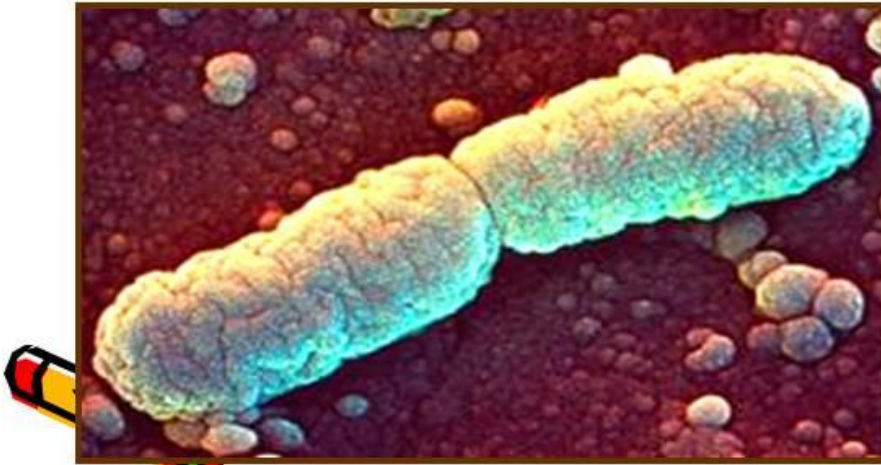
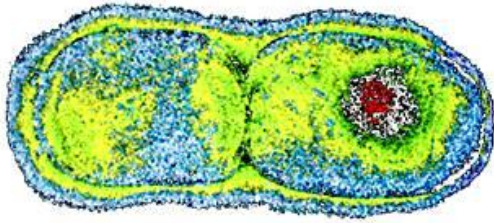
Mikroorqanizmlərin böyüməsi və çoxalması

- Mikroorqanizmlər yetkinləşdikdən sonra onlarda çoxalma prosesləri başlayır
- Müxtəlif mikroorqanizmlərdə çoxalma müxtəlif tərzdə baş verir
- *Bakteriyalar* sadə, ikiye (binar) bölünmə yolu ilə çoxalırlar. Bakteriya hüceyrəsinin bölünməsi burada köndələn arakəsmənin əmələ gəlməsi ilə başlayır. Köndələn arakəsmə mezasomlar vasitəsilə təmin edilir.

Bakteriyaların çoğalması



Bakteriyaların çoğalması



Generasiya müddəti

- Bakteriyalar çox böyük sürətlə çoxalır. Çoxalma sürətini qiymətləndirmək üçün ***generasiya müddəti*** anlayışından istifadə edilir. Bu müddət bakteriya hüceyrəsinin ikiləşməsi üçün lazım olan vaxtı ifadə edir. Hər bir bakteriya növü üçün generasiya müddəti fərqlidir.
- Bakteriyalar, ümumiyyətlə bütün mikroorqanizmlər onlar üçün müvafiq olan ***optimal şəraitdə*** daha sürətlə çoxalırlar.
- Əksər bakteriyalar 15-30 dəqiqədən bir bölünürlər. Bəzi bakteriyalar, məsələn vərəm mikobakteriyaları isə nisbətən gec (20-24 saatdan bir) bölünürlər.

Bakteriyaların çoğalması



Bakteriyaların çoxalması

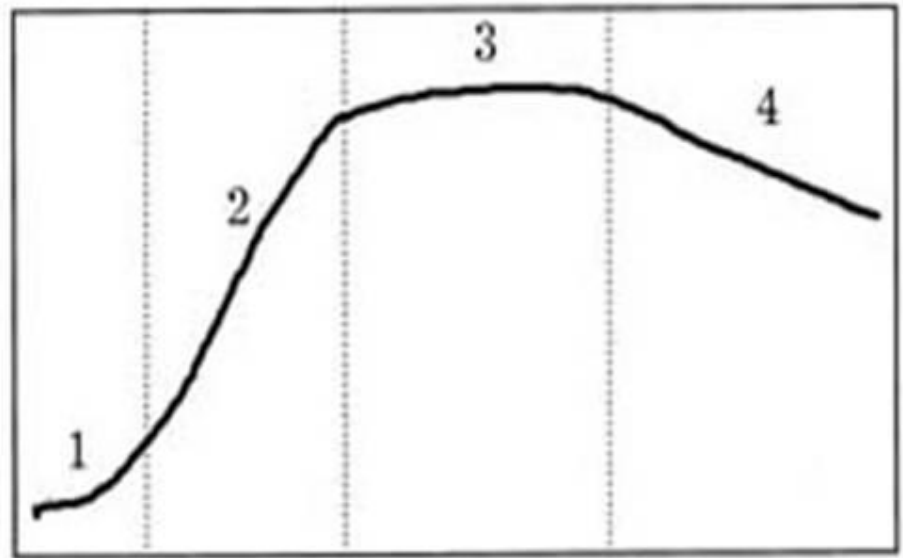
- Bakteriya hüceyrəsi ikiye bölünməklə çoxaldığından onların sayı kulturada həndəsi silsilə ilə artır: $2^0 - 2^1 - 2^2 - 2^3 \dots 2^n$, beləliklə, n sayda bölündükdən sonra bir bakteriya nəslində olan bakteriyaların sayı 2^n olacaqdır.
- Belə şəraitdə inkişaf edərkən bakteriyalar o vaxtadək çoxalırlar ki, onların inkişafı üçün lazım olan komponentlər minimuma çatır, bundan sonra onların çoxalması dayanır.
- Əgər bu müddət ərzində qida maddələri əlavə edilməzsə və mübadilə məhsulları kənarlaşdırılmazsa **dövrü** və ya **statik kultura** alınır.

Dövrü kulturada bakteriyaların çoxalma fazaları

- Dövrü kultura özünü sanki çoxhüceyrəli orqanizm kimi aparır.
- Burada bakteriyaların çoxalması müəyyən qanunauyğunluğa tabedir və ***bir neçə fazadan*** ibarətdir.
- Bu fazaların qrafik təsviri ***inkişaf əyrisi*** adlanır

Bakteriyaların çoxalma fazaları (inkişaf əyrisi)

1. Başlanğıc (laq) faza
2. Eksponensial, yaxud loqarifmik faza
3. Stasionar faza
4. Ölüm fazası



Fasiləsiz kultura

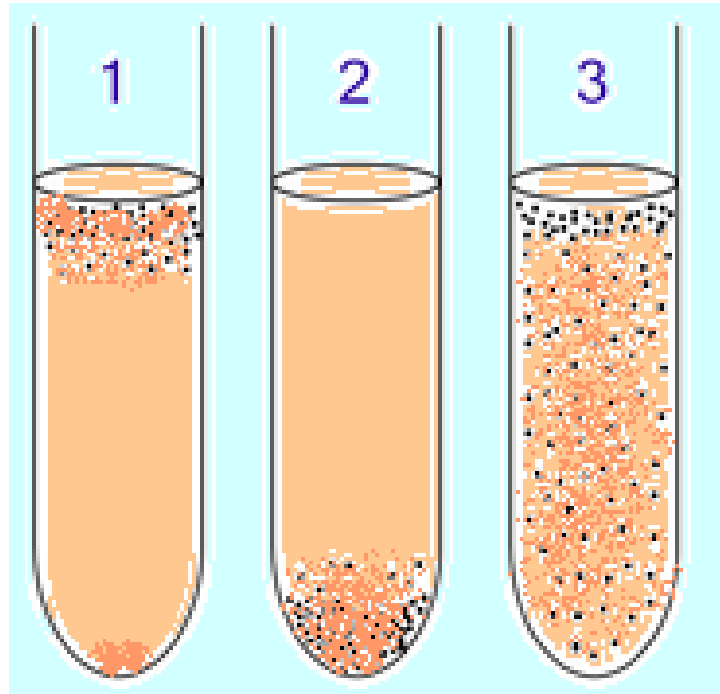
- Biotexnologiyada bakteriya hüceyrələrinin uzun müddət eksponensial (loqarifmik) fazada qalmasını tələb edən şərait yaradılır.
- Bunun üçün bakteriya populyasiyası inkişaf edən kulturaya daimi olaraq yeni qidalı mühit əlavə edilir və eyni zamanda müvafiq miqdarda bakteriya suspenziyası kənarlaşdırılır. Beləliklə, ***fasiləsiz kultura*** alınır.
- Fasiləsiz kultivasiya xüsusi kultivatorlarda - xemostatlarda və turbidostatlarda aparılır. ***Xemostatlarda*** kultivasiya edərkən kultivatora təzə qidalı mühit əlavə edildikcə, oradan müvafiq miqdarda bakteriya suspenziyası kənarlaşdırılır. ***Turbidostatlarda*** kultivasiya isə kultivatorda bakteriya suspenziyasının optik sıxlığının daimi olaraq sabit saxlanmasına əsaslanmışdır.

Qidalı mühitlərdə bakteriyaların əmələ gətirdiyi populyasiya *kultura* adlanır

- Optimal şəraitdə bakteriyalar özünəməxsus populyasiya formalaşdırır ki, buna ***kultura*** deyilir.
- Qidalı mühitlərdə inkişaf edərkən hər bir bakteriya növünün əmələ gətirdiyi kulturaların xarakteri müxtəlif olur.
- Bakteriyaların ***kultural əlamətləri*** nisbətən sabit əlamət olduğundan onların ***identifikasiyasında*** istifadə edilir.

Bakteriyaların kultural əlamətləri

Maye qidalı mühitlərdə bakteriyaların kulturası mühitin *bulanıqlaşması*, onun dibində *çöküntünün* və ya səthində *ərpın* əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur.

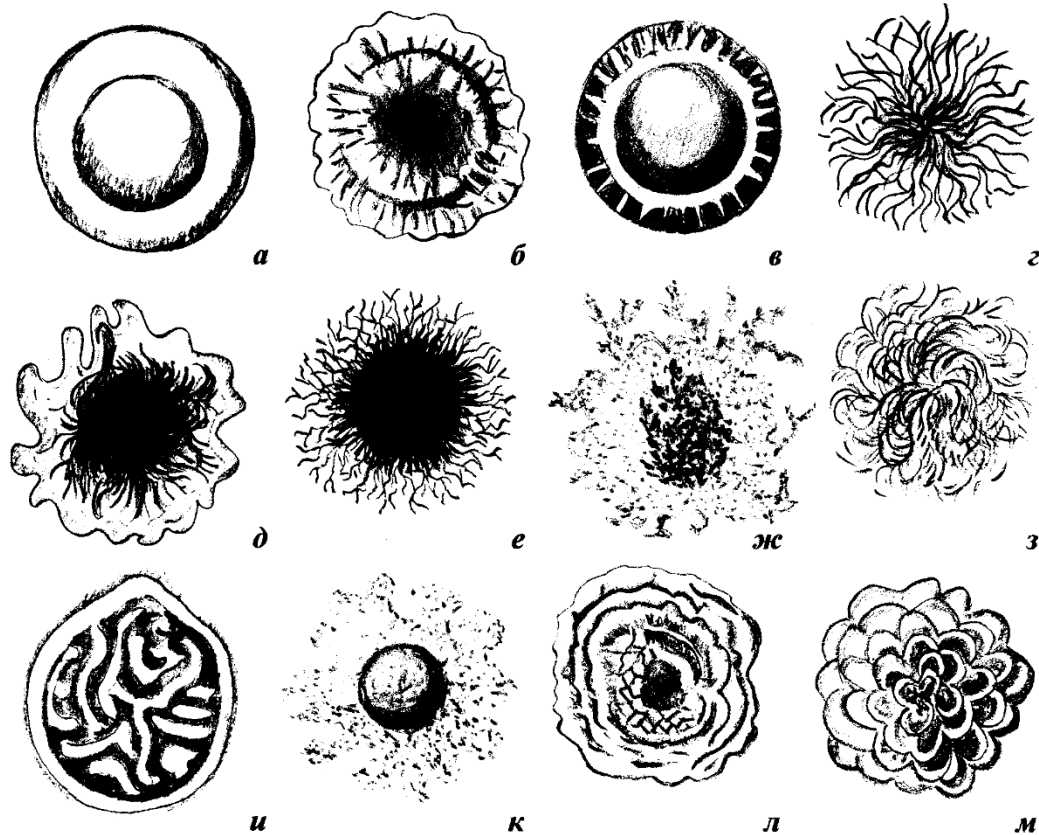


Bakteriyaların kultural əlamətləri

- Bakteriyalar bərk qidalı mühitlərdə inkişaf edərkən ***koloniyalar*** əmələ gətirirlər.
- Bir bakteriya hüceyrəsi qidalı mühitin səthində çoxalarkən əmələ gələn kulturadakı hüceyrələr müəyyən yığınlar əmələ gətirirlər ki, buna ***koloniya*** deyilir.
- Beləliklə, koloniya bərk qidalı mühitin səthində bakteriyaların əmələ gətirdiyi populyasiyadır.



Müxtəlif bakteriya növlərinin koloniyaları bir-birindən forma və ölçülərinə görə fərqlənir



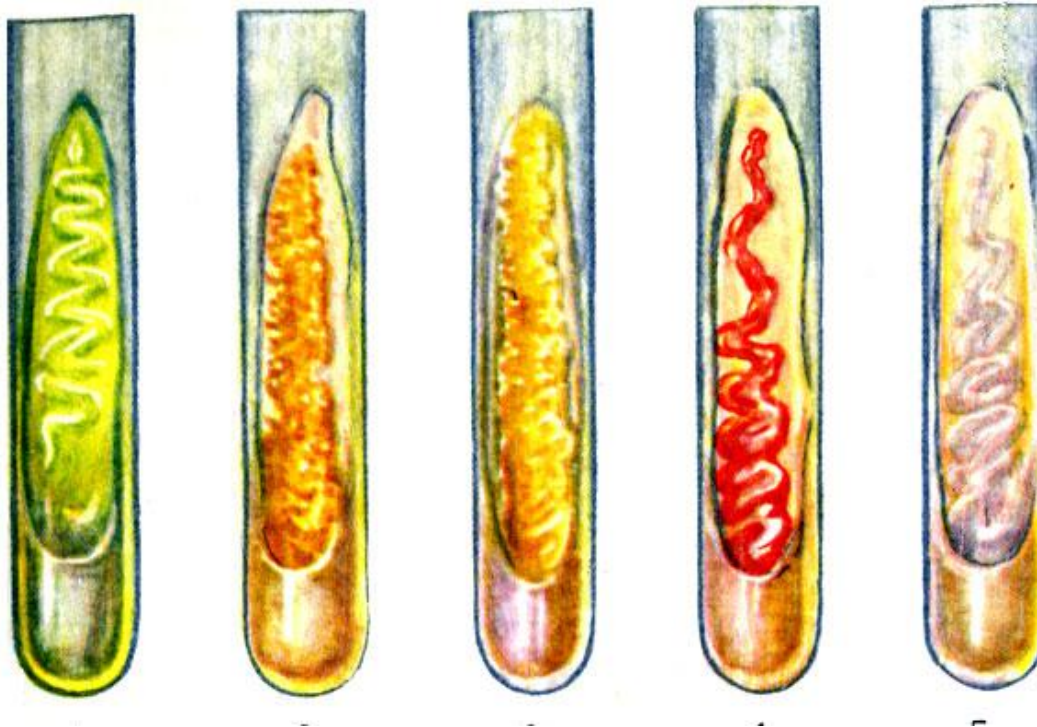
Koloniyların ölçüləri

- Koloniyların ölçüləri müxtəlif ola bilər. Koloniyların ölçüləri mm-in onda bir hissələri ilə bir neçə santimetr arasında dəyişilə bilər.
- Bəzi hallarda koloniylar o qədər kiçik olur ki, onları adi gözlə görmək mümkün olmur. Ölçülərinə görə:
 - çox kiçik (karlıq koloniylar, diametri 1 mm-ə qədər),
 - kiçik (diametri 1-2 mm)
 - orta (diametri 2-4 mm)
 - iri ölçülü (diametri 4-5 mm-dən artıq) koloniylar fərqləndirilir.

Koloniyaların formaları

- Koloniyalar ***girdə***, yaxud ***qeyri-düzgün formalı*** ola bilər. Koloniyaların forması onların kənarlarının və səthlərinin quruluşuna və hündürlüyünə görə də qiymətləndirilir.
- ***Koloniyaların kənarları*** hamar, dalğavari, kələ-kötür, saçaqlı və s. ola bilər.
- Koloniyalar ***hündürlüyünə*** görə də fərqlənirlər (yastı, qabarıq, dik və s.).
- ***Koloniyaların səthi*** - hamar (S-koloniyalar, ing. *smooth* - hamar), qırışıq (R-koloniyalar, ing. *rough* - qırışıq), qabarıq (gümbəzəbənzər), əksinə mərkəzi hissəsi çökək və s. ola bilər.

**Əmələ gətirdikləri pigmentlərdən asılı olaraq
koloniyalar müxtəlif rənglərdə ola bilər**



Mikroorqanizmlərin piqmentləri

- *Karotinoid piqmentlər* sarı, qırmızı, narıncı rəngdə olur, Suda həll olmur (Mikobakteriyalar, aktinomisetlər, sarsinlər və s.)
- *Xinon təbiətli piqmentlər* sarı rəngdə olur, bunları əsasən mikobakteriyalar əmələ gətirir.
- *Melanin təbiətli piqmentlər* qara və qəhvəyi rəngdə olur. Suda həll olmur (*Bacteroides*, demasi göbələkləri və s).
- *Pirrol təbiətli piqmentlər* qırmızı rəngdə olur, suda həll olmur (*Serratia marcescens* bakteriyasının prodigiosan piqmenti)
- *Fenazin təbiətli piqmentlərə* göy-yaşıl irin çöplərinin əmələ gətirdiyi göy-yaşıl rəngli piosianin piqmenti aiddir. Suda həll olduğuna görə bu piqment nəinki bakteriya kulturasının, hətta onların inkişaf etdiyi mühitin, irinli proseslər zamanı isə irinin rəngini də dəyişir.

Bakteriyaların kultural əlamətləri

- Bakteriyaların kultural əlamətlərinə görə identifikasiya edərkən bəzən *koloniyaların konsistensiyası* və *kulturanın qoxusu* da müəyyən əhəmiyyət kəsb edir
- Bəzi mikroorqanizmlər həyat fəaliyyəti nəticəsində müxtəlif **aromatik birləşmələr** əmələ gətirir.
- Məsələn, *Proteus* cinsli bakteriyalar zülları güclü şəkildə parçaladığından onların kulturası xoşagəlməz qoxuya malik olur. Göy-yaşıl irin çöplərinin kulturası xarakter yasəmən qoxusuna malik olur və s.

İnkişafın (çoxalmanın) qiymətləndirilməsi

- Bəzən mikrobioloji praktikada müəyyən bakteriya kulturasında və ya onlardan hazırlanmış suspenziyalarda bakteriya hüceyrələrinin sayını təyin etmək lazım gəlir.
- **Hüceyrələrinin ümumi sayını** təyin etmək üçün say kameralarından (Qoryayev və s.), eləcə də xüsusi sayğaclar (Kaulter sayğacı) və filtrlərdən istifadə edilir.
- Hüceyrələrin ümumi sayını təyin etmək üçün bəzən dolayı üsullardan istifadə edilir. Ən əlverişli üsul **bulanıqlıq standartları** üsuludur. Bunun üçün sayılacaq nümunənin bulanıqlığı standartlarla müqayisə edilir. Hazırda **McFarland bulanıqlıq standartı** daha çox istifadə edilir
- **Canlı hüceyrələri saymaq** üçün ən əlverişli üsul kultivasiya üsuludur (koloniya əmələ gətirən vahidlər - KƏV)

Digər prokariotların çoxalması

- **Spiroxtların və rikketsiyaların çoxalması** digər bakteriyalar kimi sadə bölünmə yolu ilə gedir. Rikketsiyalar ancaq sahib hüceyrələrin daxilində (nüvədə və ya sitoplazmada) çoxalırlar.
- **Xlamidiyaların çoxalması** sahib hüceyrələrin daxilində mürəkkəb inkişaf sikli ilə baş verir
- **Mikoplazmaların çoxalması.** Mikoplazmaların əsas reproduktiv formaları kürəvi, yaxud ovoid formalı elementar cisimlərdir. İnkişaf prosesində onlardan əmələ gələn sapvari törəmələrdən kürəvi cisimciklər formalaşır, Beləliklə, kürəvi cisimciklərdən ibarət zəncirlər əmələ gəlir. Sonra sapvari törəmələrin fraqmentasiyası nəticəsində elementar cisimlər formalaşır.
- **Aktinomisetlərin çoxalması** miselilərin fraqmentasiyası, yaxud hava miselilərində əmələ gələn sporalar vasitəsilə baş verir.

Mikroorqanizmlərin kultivasiya prinsipləri

- Obliqat parazitlər (rikketsiyalar, xlamidiyalar və viruslar) istisna olmaqla bütün mikroorqanizmləri ***süni olaraq kultivasiya etmək, yəni laborator şəraitdə onların kulturasını almaq*** mümkündür.
- Kultivasiya etməklə mikroorqanizmlərin kulturasını əldə etmək və beləliklə də, onların kimyəvi tərkibini, morfoloji və bioloji xüsusiyyətlərini öyrənmək, eləcə də mikrob mənşəli bir sıra bioloji preparatlar və vaksinlər hazırlamaq mümkündür.

Qidalı mühitlər

- Mikroorqanizmləri *in vitro* kultivasiya etmək üçün xüsusi substratlardan - **qidalı mühitlərdən** istifadə edilir. Qidalı mühitlər kultivasiya ediləcək mikroorqanizmlərin inkişafı üçün optimal (əlverişli) şəraiti təmin etməlidir. Bunun üçün qidalı mühitlər müəyyən tələblərə cavab verməlidir:
- mikroorqanizmlərin inkişafı üçün lazım olan bütün komponentlərə malik olmalıdır
- izotonik olmalıdır
- optimal pH olmalıdır
- steril olmalıdır
- müəyyən oksidləşmə-reduksiya potensialına malik olmalıdır
- tərkibi kifayət qədər standartlaşdırılmalıdır
- müəyyən özlülüyə malik və kifayət qədər şəffaf olmalıdırlar.
- hazırlanması asan və iqtisadi cəhətdən sərfəli, yəni ucuz olmalıdır.

Qidalı mühitlərin təsnifatı

- Mikrobioloji praktikada son dərəcə müxtəlif qidalı mühitlər tətbiq edilir. Qidalı mühitlərin müasir təsnifatında onların **fiziki-kimyəvi xassələri, tərkibi və təyinatı** nəzərə alınır.
- Qidalı mühiti təşkil edən ilkin komponentlərdən asılı olaraq onlar **təbii və sintetik mühitlərə** ayrılır.
- Konsistensiyasına görə **maye, yarımmaye və bərk qidalı mühitlər** fərqləndirilir.
- Maye qidalı mühitlərə ət-peptonlu bulyon (ƏPB), peptonlu su və s. aiddir.
- Yarımmaye və bərk qidalı mühitləri hazırlamaq üçün maye mühitlərə aqar və ya jelatin əlavə edilir.

Qidalı mühitlərin təsnifatı

- Tərkibinə görə qidalı mühitlər sadə və mürəkkəb ola bilər.
- **Sadə qidalı mühitlərə** ət-peptonlu bulyon (ƏPB), ət-peptonlu aqar (ƏPA), peptonlu su və s. aiddir.
- **Mürəkkəb qidalı mühitlər** isə sadə mühitlərə qan, zərdab, karbohidratlar və digər maddələr əlavə etməklə hazırlanır, məsələn, qanlı aqar, zərdablı aqar və s.

Qidalı mühitlərin təsnifatı

- Təyinatına görə qidalı mühitlər əsas, xüsusi, elektiv, differensial-diaqnostik, konservasiya və s. mühitlərə bölünür.
- **Əsas (adi) qidalı mühitlər** tələbkar olmayan bir çox mikroorqanizmləri kultivasiya etmək üçün tətbiq edilir. ƏPB, ƏPA, peptonlu su adi qidalı mühitlərə aid edilə bilər.
- **Xüsusi qidalı mühitlər** adi qidalı mühitlərdə inkişaf etməyən bəzi mikroorqanizmləri kultivasiya etməyə imkan verir. Məsələn, pnevmokokları və meningokokları kultivasiya etmək üçün qanlı və zərdablı mühitlərdən istifadə edilir. Belə ki, bu mikroblar adi qidalı mühitlərdə inkişaf etmirlər.
- Xüsusi qidalı mühitlərə *zənginləşdirilmiş qidalı mühitlər* də aid edilir. Belə mühitlərə müvafiq mikroorqanizmləri kultivasiya etmək üçün lazım olan bütün komponentlər, o cümlədən boy amilləri əlavə edilir.

Qidalı mühitlərin təsnifatı

- ***Elektiv qidalı mühitlər*** ancaq müəyyən bir mikroorqanizmi kultivasiya etmək üçün istifadə edilir. Belə mühitlərdə digər mikroorqanizmlər ya heç inkişaf etmir, ya da çox zəif inkişaf edirlər. Məsələn, mühitə əlavə edilmiş ödənin təsirindən bağırsağ çöplərinin inkişafı dayanır, salmonellaların inkişafı isə sürətlənir.
- Maye konsistensiyalı elektiv mühitləri bəzən *zənginləşdirici* və ya *toplanma mühitləri* də adlandırırlar. Bu mühitlər patoloji materiallarda olan müvafiq törədici mikrobun daha intensiv inkişafını təmin etməklə onların kulturasının alınmasını asanlaşdırır. Məsələn, xəstənin nəcisindən dizenteriya bakteriyalarını – şigellaları əldə etmək üçün patoloji materialın əvvəlcə selentli bulyonda kultivasiyası məqsədəuyğundur.

Qidalı mühitlərin təsnifatı

- ***Differensial-diaqnostik mühitlər*** mikroorqanizmləri bir-birindən differensiasiya etməyə (fərqləndirməyə), bəzən hətta onu identifikasiya etməyə imkan verir.
- Belə mühitlərdə mikroorqanizmlərin fərqləndirilməsi başlıca olaraq onların fermentativ xüsusiyyətlərinə əsaslanır. Endo mühiti, Hiss mühitləri və s. belə mühitlərdəndir.

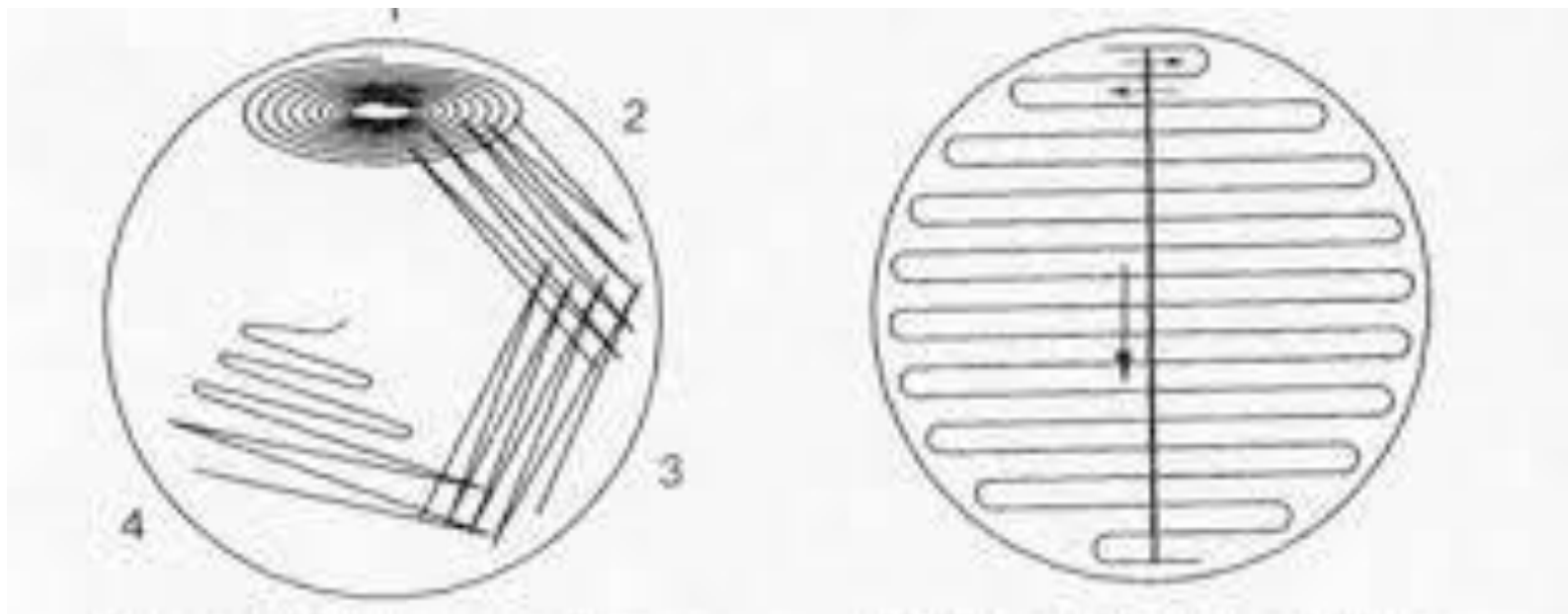


Qidalı mühitlərin təsnifatı

- ***Konservasiya və ya daşıma mühitləri*** patoloji materialların ilkin inokulyasiyası və daşınması üçün tətbiq edilir. Bu mühitlər patoloji materiallarda patogen mikroorqanizmlərin məhv olmasının qarşısını alır və saprofit mikrobların inkişafını ləngidir.



Bərk qidalı mühitin səthinə inokulyasiya (əkmə) texnikası



Kultivasiya şəraiti

- Mikroorqanizmləri qidalı mühitlərdə kultivasiya etmək üçün ***optimal şərait*** yaradılmalıdır.
- Bu şərait ilk növbədə optimal temperatur və kultivasiya müddəti ilə təmin edilir.

Kultivasiya temperaturu

- *Kultivasiya temperaturundan* asılı olaraq bütün mikroorqanizmlər üç qrupa bölünür: psixrofillər, mezofillər və termofillər.
- ***psixrofil bakteriyalar*** üçün optimal temperatur 6-20°C-dir,
- ***mezofillər*** üçün 34-37°C-dir. İnsan üçün patogen olan bakteriyaların əksəriyyəti mezofil mikroorqanizmlərdir
- ***termofillər*** üçün isə daha yüksək temperatur tələb olunur. Bu qrupun bəzi nümayəndələri hətta 70-75°C-də inkişaf edə bilirlər.

Kultivasiya müddəti

- *Kultivasiya müddəti* mikroorqanizmlərin növündən asılıdır. Bu müddət ərzində mikroorqanizmlər adətən gözlə görünə bilən kulturalar əmələ gətirirlər.
- Əksər bakteriyalar üçün optimal şəraitdə 18-24 saat müddətində kultivasiya yetərli olduğu halda, bəzi mikroorqanizmlərdə bu müddət fərqlənir. Məsələn, göy öskürəyin törədiciləri 2-5 gün, vərəmin törədicidəri isə 3-4 həftə müddətində kultivasiya edilir.
- Optimal şərait olmadıqda kultivasiya müddəti uzana bilər.

Kultivasiya atmosferi

- ***Aerobların*** inkişafı üçün oksigen tələb olunur. Ona görə də aeroblar bərk qidalı mühitlərin səthində, yaxud maye mühitlərin üst təbəqəsində yaxşı inkişaf edirlər.
- ***Fakultativ anaerobları*** kultivasiya etmək üçün isə həm aerob, həm də anaerob şərait tətbiq edilə bilər
- ***Obliqat anaeroblar*** oksigensiz şəraitdə kultivasiya edilir.
 - Bunun üçün ***xüsusi qidalı mühitlərdən*** istifadə edilir. Anaeroblar üçün mühitlərdə oksidləşmə-reduksiya potensialı müxtəlif maddələrin - reduksiyaedicilərin hesabına azaldılır. Məsələn, anaerobları kultivasiya etmək üçün istifadə edilən Kitt-Tarotsi mühitinə reduksiyaedici kimi qlükoza əlavə edilir.
 - Hazırda anaerobları kultivasiya etmək üçün ***anaerostatlardan*** daha çox istifadə edilir
 - ***Gaspak sistemi*** anaerob şərait yaratmaq üçün yeni üsullardandır.

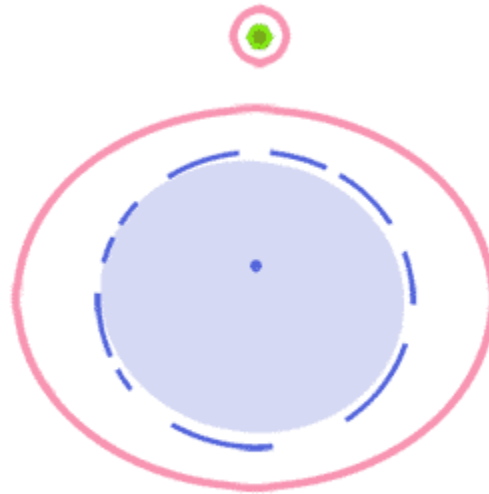
Anaerob bakteriyaların kultivasyonu



Virusların çoxalması - reproduksiya

- Qeyd edildiyi kimi viruslar obliqat hüceyrədaxili parazitlərdir. Onlar yalnız həssas hüceyrələrin daxilində çoxala bilirlər.
- Virus orqanizmə daxil olduqdan sonra heç də bütün hüceyrələrdə çoxala bilmir, yəni hər bir virus növü üçün həssas olan hüceyrələr vardır.
- Virusların həssas hüceyrələrlə qarşılıqlı təsiri bir neçə mərhələdə gedir

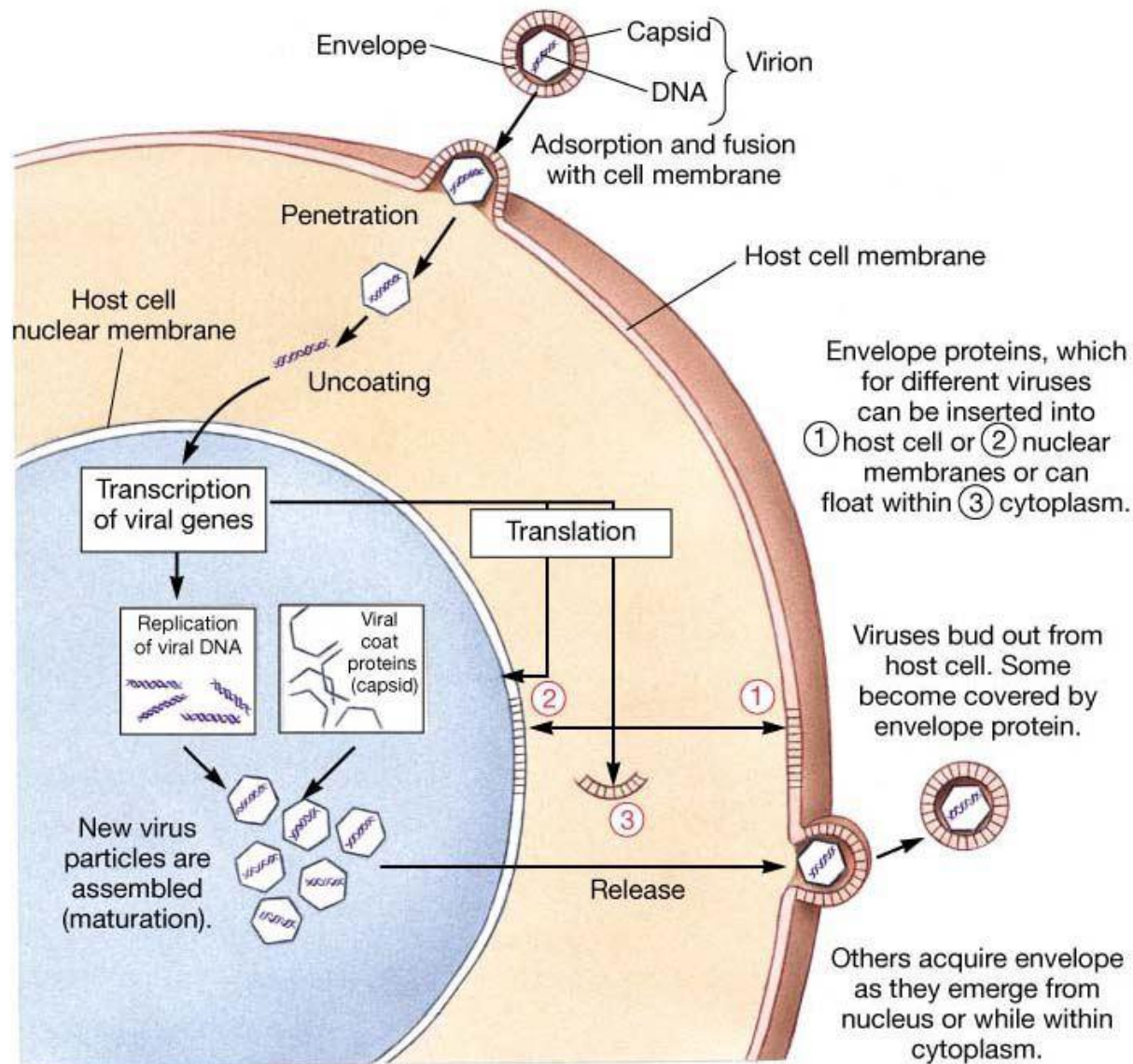
Virusların çoxalması - reproduksiya



Reproduksiyanın mərhələləri

- **Virionun adsorbsiyası**
- **Virionun sahib hüceyrəyə daxil olması** (*endositoz – viropeksis, hüceyrə qışasının virus qışası ilə birləşməsi*)
- **Virionun «soyunması», dezinteqrasiyası, yaxud deproteinasiya**
- **Virus nuklein turşularının replikasiyası və virus zülallarının sintezi**
- **Virionun formalaşması**
- **Virusların hüceyrədən xaric olması** (*sahib hüceyrənin parçalanması, «tumurcuqlanma»*)

Virusların reproduksiya



Virusların çoxalması - reproduksiya

- **DNT tərkibli viruslarda:**

virus DNT → mRNT → virus zülallarının sintezi

- **Müsbət saplı RNT tərkibli viruslarda:**

virus RNT → virus zülallarının sintezi

- **Mənfi saplı RNT tərkibli viruslarda:**

virus RNT → mRNT → virus zülallarının sintezi

- **Retroviruslarda:**

virus RNT → komplementar DNT → mRNT →
virus zülallarının sintezi

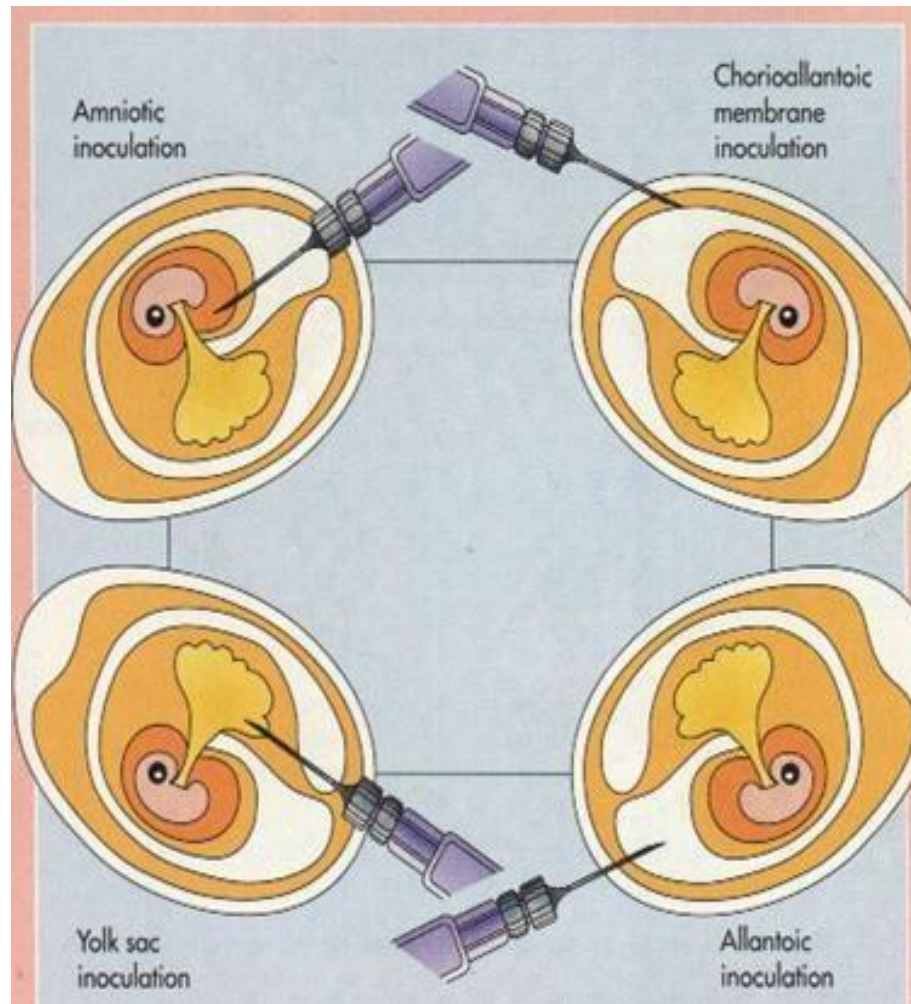
Virusların sahib hüceyrə ilə qarşılıqlı təsirinin tipləri

- **Produktiv infeksiya** - reproduksiya
- **Abortiv infeksiya** – natamam reproduksiya
- **Inteqrativ infeksiya** – inteqrasiya (virogeniya)

Virusların kultivasiyasının əsas prinsipləri

- **Toyuq embrionlarında**
- **Hüceyrə (toxuma) kulturalarında**
- **Laborator heyvanların orqanizmində**

Toyuq embrionlarında virusların kultivasiyası



Hüceyrə (toxuma) kulturalarında virusların kultivasiyası

■ Hüceyrə (toxuma) kulturaları:

1. Birqatlı
2. Suspenziyalaşdırılmış
3. Orqan kulturaları

Birqatlı hüceyrə kulturasından daha çox istifadə edilir.

■ Birqatlı hüceyrə kulturaları:

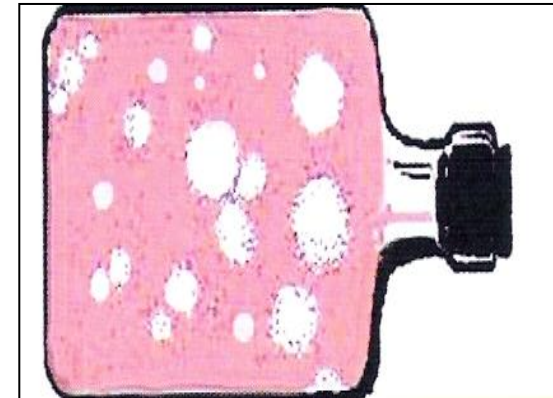
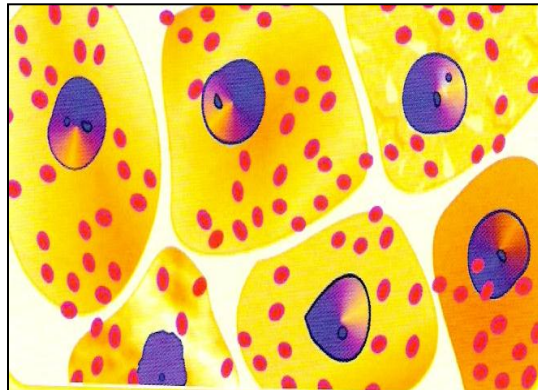
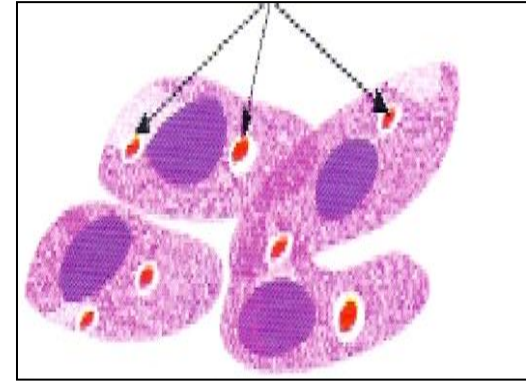
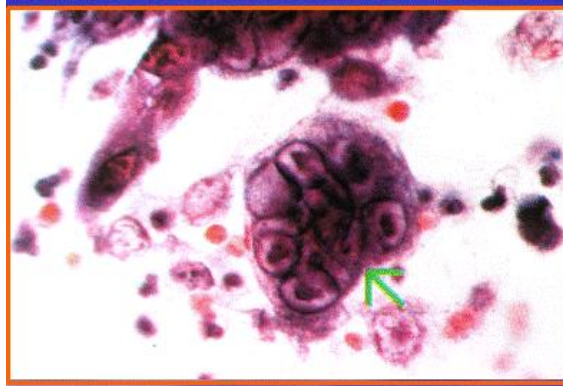
1. İlk hüceyrə kulturaları
2. Köçürülə bilən, yaxud fasiləsiz hüceyrə kulturaları
3. Yarımköçürülən hüceyrə kulturaları

Virusların indikasiya üsulları

- Toyuq embrionlarını, hüceyrə kulturalarını, eləcə də laborator heyvanlarını viruslu materialla yoluxdurduqdan sonra virusların çoxalması heç də həmişə müşahidə edilmir.
- Bu obyektlərdə virusların çoxalmasını aşkar etmək (indikasiya etmək) üçün orada baş verən **dəyişikliklər** nəzərə alınır.

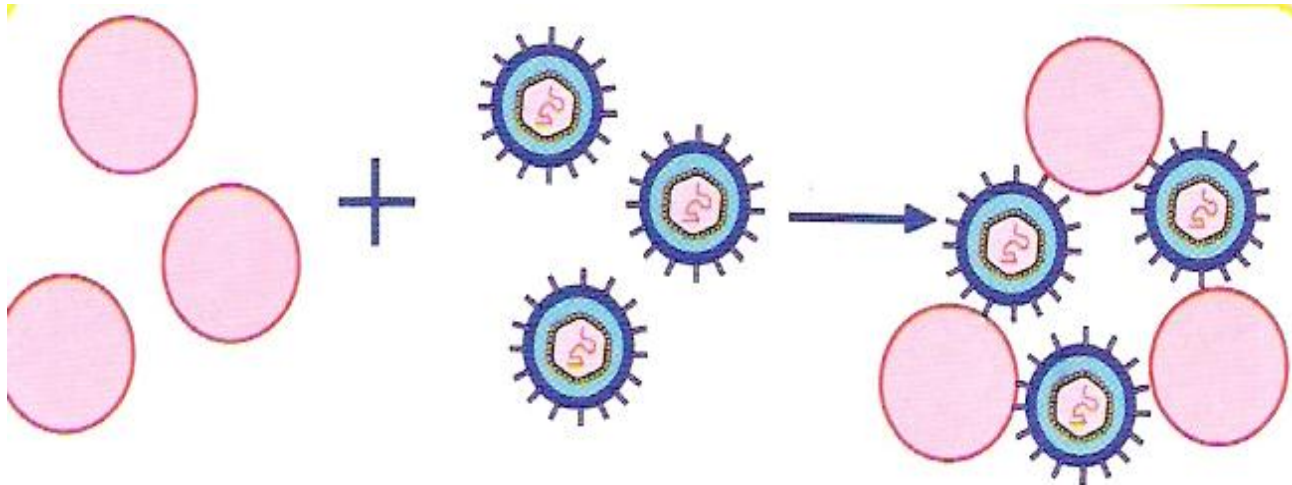
Hüceyrə kulturalarında virusların indikasiya üsulları

Sitopatik təsir
(SPT),
hüceyrədaxili
əlavələr
(cisimciklər),
hemadsorbsiya
fenomeni,
«neqativ
koloniyalar»,
«rəng sınağı»



Toyuq embrionunda virusların indikasiya üsulları

Embrionun ölümü, xoionallantois qişasında bəzi virusların əmələ gətirdiyi nekroz sahələri (ospinlər), amnion və allantois mayeləri ilə hemaqqlütinasiya reaksiyası, interferensiya fenomeni



Laborator heyvanların orqanizmində virusların indikasiya üsulları

Heyvanların xəstələnməsi və ölümü