

## 5-mavzu. Prokariotlarning o'sishi va ko'paishi

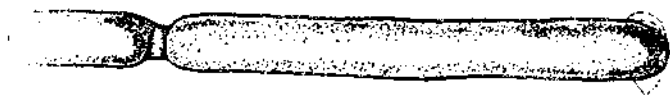
### Reja

1. Prokariotlarning ko'payish usullari. Mikroorganizmlarning o'sishi.
2. Bakteriya hujayrasining generatsiya muddatlari.
3. Statsionar sharoitda toza kulturalar populyatsiyasining o'sish qonuniyatlari. o'sish egri chizig'i, ayrim fazalarining tavsifi.
4. Mikroorganizmlarining uzluksiz ko'paytirilgandagi o'sishi. Uzluksiz ko'paytirishning mikroorganizmlar xususiyatlarini tadqiq qilishdagi ahamiyati va amaliyotda ishlatilishi.

Mikroorganizmlar ham boshqa tirik organizmlar kabi o'sadi va ko'payadi. O'sish deganda hujayradagi butun kimyoviy moddalarning ( oqsil, RNK, DNK va boshqalar ) bir-biriga mutanosib tarzda ko'payishi tushiniladi. O'sish natijasida hujayraning kattaligi va massasi oshadi. Hujayraning kattaligi ma'lum darajaga etkandan so'ng, u ko'paya boshlaydi.

Ko'payish deb mikroorganizm hujayra sonining oshishiga aytiladi. Ko'payish ko'ndalangiga bo'linish yo'li bilan, cho'zilish (peretyajka) yo'li bilan, kurtaklanib yoki spora hosil qilib amalga oshadi. Umuman, prokariotlarning ko'payishi jinssiz binar bo'linib ko'payishdir. Ko'payish jarayoni hujayraning uzayishidan, nukleoidning ikkiga bo'linishidan boshlanadi. Nukleoid superspirallashgan, zich joylashgan DNK molekulasidir (u replikon ham deyiladi). Mikroorganizmlarda ham DNKning replikatsiyasi, DNK-polimeraza va boshqa fermentlar orqali amalga oshadi. DNK ning replikatsiyasi, bir vaqtning o'zida, qarama - qarshi yunalishda ketadi va u ikkilanib qiz hujayralarga o'tadi. Qiz hujayrada ham DNK ketma - ketligi ona hujayranikidek bo'ladi. Replikatsiya bakteriya hujayrasining ko'payishiga ketadigan vaqtning 80% ni egallaydi.

DNK replikatsiyasidan so'ng, hujayralararo to'siq hosil bo'ladi. Bu murakkab jarayondir. Avvalo hujayraning ikki tomonidan sitoplazmatik membrananing ikki qavati o'sadi, so'ngra, ular orasida **peptidoglikan** (murein) sintezlanadi va nihoyat to'siq hosil bo'ladi (1-rasm).



**1-rasm. Bakteriyalarda to'siq paydo bo'lishi.**

To'siq ikki qavat sitoplazmatik membrana va peptidoglikandan iborat. DNK replikatsiyasi davomida va bo'luvchi to'siq hosil bo'lishi vaqtida hujayra uzluksiz o'sadi. Bu vaqtda hujayra devorining peptidoglikani, sitoplazmatik membranasi, yangi ribosomalar va boshqa organellalar, birikmalar, xullas, sitoplazmadagi birikmalar hosil bo'ladi. Bo'linishning oxirgi stadiyasida qiz hujayralar bir-biridan ajraladi. Ba'zan esa bo'linish jarayoni oxirigacha bormay, bakteriya hujayralarining zanjiri hosil bo'ladi.

Tayoqchasimon bakteriyalar bo'linishidan oldin bo'yiga o'sadi va ikkiga bo'lina boshlaydi. Tayoqcha o'rtadan sal torayadi va ikkiga bo'linadi. Agar

hujayra ikki bir xil bo'laklarga bo'linsa, bunga izomorf bo'linish (izo - teng) deyiladi. Ko'pincha geteromorf bo'linish kuzatiladi.

Agar hivchinli hujayra bo'linsa, qiz hujayrada ko'pincha hivchinlar bo'lmaydi ular ona hujayrada qoladi. Keyinchalik qiz hujayradan hivchin o'sadi. Demak, ona hujayra birlamchi hujayra devori, fimbriylar, hivchinlarga ega bo'ladi. Spiroxetalar, rikketsiylar, ba'zi achitqilar, zambrug'lar, sodda hayvonlar (protistlar) ko'ndalangiga bo'linib ko'payadi. Miksobakteriyalar "cho'zilib" yoki "tortilib" («peretyajka» hosil qilib) ko'payadi. Avval hujayra bo'linadigan joyidan torayadi, so'ngra hujayra devori ikki tomonidan hujayraning ichki tomoniga qarab bo'rtadi va oxirida, ikkiga bo'linadi. Qiz hujayra o'zi sitoplazmatik membranasi bo'lgani xolda, hujayra devorini vaqtincha saqlab qoladi. Sellibera avlodiga mansub bakteriyalar kurtaklanish yo'li bilan ko'payishi kuzatilgan. Azotobakterni ko'payishida hujayra avval sakkizga o'xshash bo'ladi, undan ikkita hujayra hosil bo'ladi. Hosil bo'lishini K. I. Rudakov sut kislotasi hosil qiluvchi bakteriyalarda kuzatgan. Bunda bakteriya hujayrasi go'yo sporangiyga o'xshab qoladi va uning ichida etilgan gonidiyalar tashqariga chiqadi.



2-rasm. Bakteriyalarning bo'linishi.  
a-stafilokokkning bo'linishi,  
b-ichak tayoqchasining bo'linishi

Ba'zi bakteriyalarda jinsiy jarayon ham kuzatilib, unga kon'yugatsiya deyiladi. Bu xil ko'payish haqida «Bakteriyalar genetikasi» mavzusida ma'lumot beriladi.

SHunday qilib, o'sishi va ko'payishi natijasida mikroorganizmlar koloniyasi hosil bo'ladi. Ularning ko'payishi juda katta tezlikda amalga oshadi. Generatsiya vaqti mikroorganizm turi, yoshi, tashqi muhit (oziq muhit tarkibiga, temperaturaga, rN) ga bog'liq. Generatsiya vaqtining eng optimal muddati 20-30 minut bo'lsa, 2 soatda 6 ta generatsiya olish mumkin. Odamning shuncha avlodini olish uchun esa 120 yil vaqt lozim bo'ladi. Ammo bakteriyalar uzoq vaqt 20 minutlik generatsiya hosil qilish yo'li bilan ko'paymaydi. Agar ular bir xil jadallikda ko'payganda edi, bir dona ichak tayoqchasi *E. coli* 24 soatdan so'ng  $2^{72}$  yoki  $10^{22}$  avlod qoldirgan bo'lar edi, bu esa 10 minglab tonnani tashkil qiladi. Bakteriyaning o'sishi shu tarzda davom etsa, 24 soatdan so'ng to'plangan massa er shari massasidan bir necha marta og'ir bo'lib chiqar edi. Ammo, amalda bunday bo'lmaydi, chunki oziqa moddalarning etishmasligi va hosil bo'lgan mahsulotlar bakteriyaning ko'payishini cheklaydi. Oziqa muhiti oqib turganda bakteriyalar har 15 - 18 minutda bo'linib turadi. Suyuq oziq muhitda bakteriyalar o'sish tezligining vaqtga qarab o'zgarishini kuzatish mumkin. Oziq muhitga tushgan mikroorganizmlar avvalo unga moslashadi, so'ng tezlik bilan ko'payadi va

maksimumga chiqadi. Oziq moddalarning kamayishi va hosil bo'lgan mahsulotlarning ko'payishiga qarab, o'sish sekinlashadi va to'xtaydi (25-rasm).

Agar bakteriyalar yangi tayyorlangan oziq muhtiga ekilsa, birinchi davrda ular ko'paymaydi, bu davr lag-faza davri deyiladi, lag-faza davrida bakteriyalar oziq muhitga moslashadi. Oziq muhitning  $rN$  i yoki uning tarkibi organizm uchun qulay bo'lmasa, unda lag-faza uzoq davom etadi. Bulardan tashqari, bakteriyalar hujayrasi bo'linishga tayyor bo'lmasligi yoki zaxira oziq moddalar etarli bo'lmasligi, energiya etishmasligi natijasida ham lag-faza davri cho'zilib ketadi. Qulay sharoitda lag-faza juda tez o'tadi:

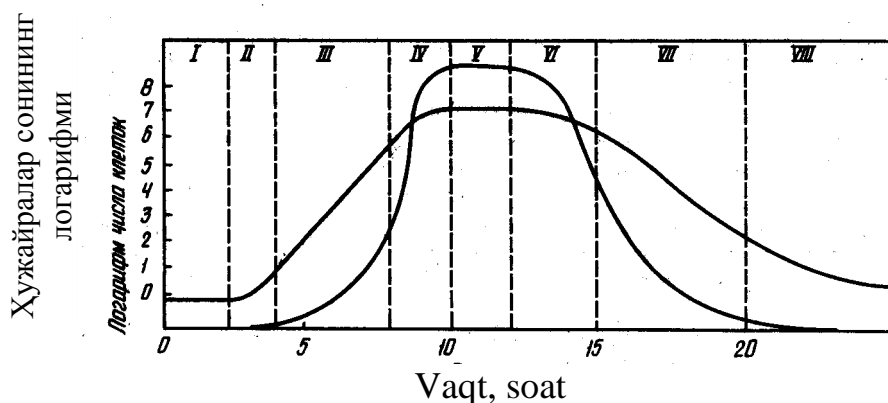
1. Lag-faza davrida hujayralarda nuklein kislotalar miqdori ko'payadi, bu esa ko'plab oqsil sintezlanishiga olib keladi. Hujayralar suvga to'yinadi, fermentlarning aktivligi ortadi, buni I. L. Rabotnova va boshqalar (1959) aniklaganlar.

2. Lag-fazadan so'ng eksponensial faza boshlanadi, bu fazada hali moddalar almashinuvida zaharli moddalar hosil bo'lmagan bo'lib, bakteriyalar tezlik bilan ko'payadi.

3. O'sishni sekinlashtiruvchi faza. Bu fazada endi oziq moddalar kamayadi va moddalar almashinuvi natijasida zaharli moddalar to'planadi, bu esa hujayralarning ko'payishiga to'sqinlik qila boshlaydi va hatto hujayralar nobud bo'ladi.

4. Statsionar faza. Bu fazada yangi hosil bo'layotgan va nobud bo'layotgan hujayralar soni teng bo'ladi.

5. Hujayralarning nobud bo'lish fazasi. Bu fazada fermentlar nobud bo'lgan hujayralarni eritib yuboradi (25-rasm).



3-rasm. Mikroorganizmlarning rivojlanish fazalari

Mikrobiologiyaning rivojlanishi keyingi vaqtda bu fazalarning yanada aniqlashtirdi (Mishustin, 1987) va quyidagi rivojlanish fazalariga bo'lib o'rganila boshlandi (25-rasm).

1. Boshlang'ich (statsionar) faza—mikroorganizmning oziq muhitga tushgandan boshlab, 1-2 soat davom etadi. Bu fazada hujayra soni ortmaydi.

2. Lag faza – ko'payishning tutilishi (tormozlanishi). Bu fazada bakteriyalar intensiv o'sadi, ammo ularning bo'linishi juda kam bo'ladi. Bu ikki

fazani bakteriya populyasiyasi rivojlanishining muhitga moslashuv fazasi desa bo'ladi.

3. Logarifmik faza – eksponensial ko'payish fazasi. Ko'payish katta tezlikda ketadi, hujayralar soni geometrik progressiya bo'yicha ortadi.

4. Manfiy tezlanish fazasi – hujayralar kamroq faol bo'ladi, generatsiya vaqti cho'ziladi, chunki oziqa kamayadi, zaharli moddalar hosil bo'ladi, natijada ko'payish susayadi, ba'zi hujayralar o'ladi ham.

5. Statsionar faza – hosil bo'ladigan hujayralar soni o'ladiganlari soni bilan tenglashadi. SHuning uchun tirik hujayralar soni ma'lum vaqt davomida bir xil darajada turadi. Tirik va o'lgan hujayralar soni sekin - asta ko'payadi. Bu faza yana boshqacha "maksimal statsionar" faza deb ham ataladi, chunki hujayralar soni maksimumga etadi.

6 - fazada o'lgan hujayralar soni ko'payadi,

7 - faza - hujayralarning logarifmik o'lim fazasi deb nomlanib, o'lish doimiy tezlikda davom etadi.

6 – 8- o'lim fazasi. Bu fazalarda o'luvchi hujayralar soni ko'payuvchi hujayralar sonidan ko'p bo'ladi. 6-fazada o'lgan hujayralar soni oshadi. 7 - faza hujayralarning logarifmik o'lishi bo'lib, bunda hujayralar doimiy tezlikda o'lib turadi.

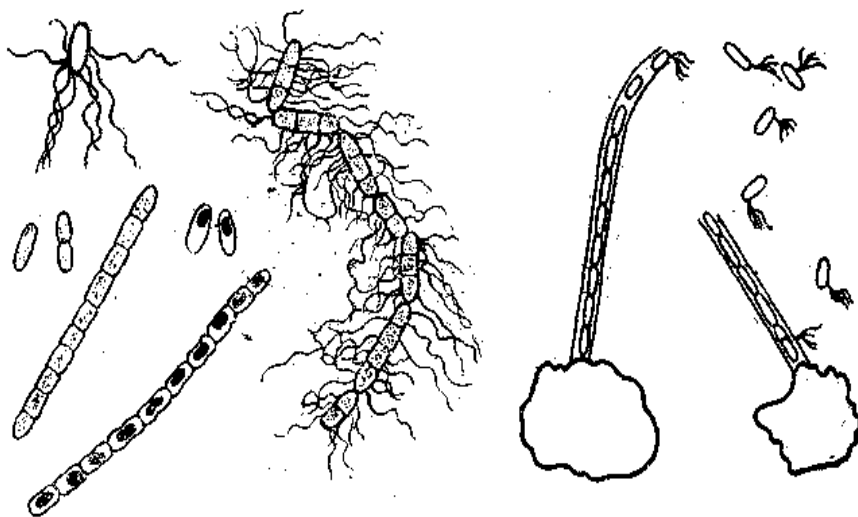
8 - fazada hujayralarning o'lishi asta-sekin kamayadi. Bakteriya populyasiyasining oxirgi uch fazasida (6-8 fazalar) o'lishi oziqa muhitining fizik-kimyoviy xususiyatlarini va boshqa sabablarni bakteriya hujayrasi uchun noqulay tomonga o'zgarishi bilan bog'liq. Bakteriya uchun noqulay sharoit yuzaga keladi. Hujayralar shunday tezlikda o'ladiki oxiri hammasi qirilib ketadi.

Mikroorganizmlarni biz ko'rib o'tgan yopiq idishda ko'payishida mikroorganizmlar doimo o'zgarib turuvchi sharoitda bo'ladilar (ya'ni oziqa muhiti uzluksiz oqib turmaydi, balki yopiq idishda bo'ladi).

Bakteriyalarning rivojlanish siklida bir necha bosqichni ko'rish mumkin. Masalan, pichan tayoqchasi *Bac.subtilis* yosh vaqtida peretrixial tipda xivchinlangan va serharakat bo'lsa, keyin xivchinlarini tashlab, tez ko'paya boshlaydi va uzun zanjirga aylanadi. Zanjirdagi hujayralar koloniyasini shilimshiq «zoogleya» o'rab turadi. So'ngra har bir hujayra ichida sporalar hosil bo'la boshlaydi, keyin hujayra po'sti eriydi va sporalar ochilib qoladi. Spora qulay sharoitga tushib qolsa, qaytadan harakatchan batsilla o'sib chiqadi (26-rasm). Bundan tashqari bunday rivojlanish shaklini ipsimon bakteriya — *Sladotrix dichotoma* da ham kuzatish mumkin (27-rasm).

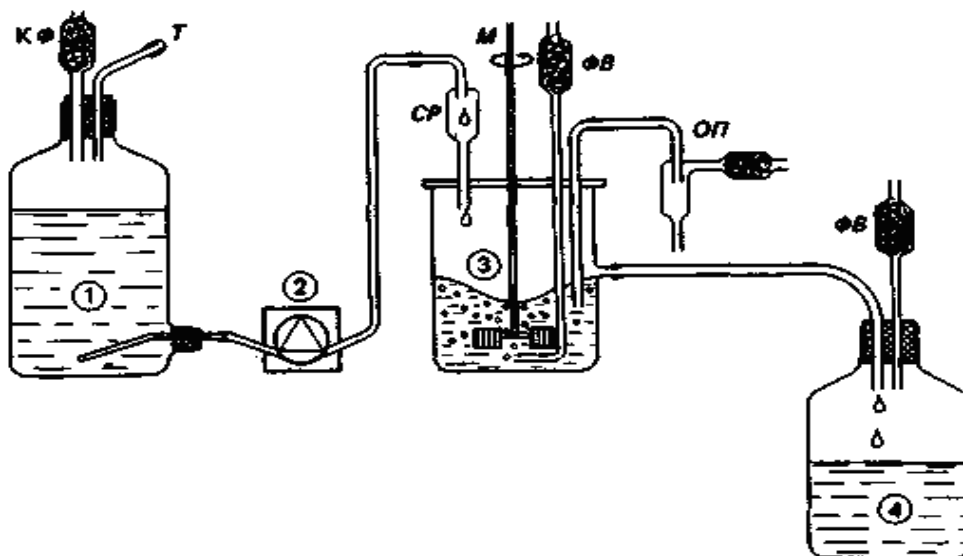
Bundan tashqari bakteriyalarni ko'paytirishning oziqa muhitini doimiy yangilab turib ko'paytirish usuli ham bor.

Bu tipdagi mikroorganizmlarni ko'paytirishni amaliyotda xemostat (28-rasm)yoki turbidostatlarda amalga oshiriladi.



4-rasm Pichan batsillasi *Bac.subtilis* ning rivojlanish sikli  
 5-rasm. *Cladotrix dichotoma* ning rivojlaish sikli.

Sanoatda mikroorganizmlardan foydali mahsulotlar olishda bu usul keng qo'llaniladi. Quyida xemostatni sxematik tuzilishi ko'rsatilgan (28-rasm). Mikroorganizmlarni uzluksiz ko'paytirish usulida doimo ularni ma'lum ko'payish fazasida qulay sharoit yaratib ushlab turiladi.



6-rasm. Xemostatda mikroorganizmlarni uzluksiz ko'payishi.

- 1 – oziqa muhitini kerak vaqtda solib turish quvuri(T)va oziqa muhitini kerak vaqtda kompensatsiyalash(to'ldirib turish) filtri(KF) bilan ta'minlangan idish;
- 2 – nasos;
- 3 – oziqa muhiti (SR) tushib turadigan xemostat: M - aralashtirgich (meshalka); FV - havo filtri; OP – namuna olish qurilmasi.;
- 4 - qabul qilish idishi: FV – havo chiqaradigan filtr