

Horizontal Gene Transfer in Bacteria

*Tashkent State Medical University 3rd Faculty of
General Medicine, 2nd-year students*

Yuldashova Sevinch Rashidovna

Bobobekova Surayyo Bahrom qizi

*Scientific Supervisor: Senior Lecturer of the Department of
Microbiology, Virology and Immunology*

Shomurodova Ruxsora

Abstract: This article explores the mechanisms and biological significance of horizontal gene transfer (HGT) in bacteria using a conjugation experiment. The experiment was conducted between *Escherichia coli* F⁺ (donor, ampicillin-resistant) and F⁻ (recipient, tetracycline-resistant) strains. Transconjugants resistant to both antibiotics were obtained, with a transfer frequency of 10^{-5} – 10^{-6} . The mechanisms of transformation, transduction, and conjugation, the role of mobile genetic elements, the ecological and agricultural importance of HGT, and the risk of multidrug resistance (MDR) spread are analyzed. The experimental results confirm that HGT enhances bacterial adaptability in real time and is significant for biosafety.

Keywords: horizontal gene transfer, conjugation, transconjugant, antibiotic resistance, *Escherichia coli*, mobile genetic elements, MDR.

Annotatsiya: Ushbu maqola bakteriyalarda gorizontal gen transferi (HGT) mexanizmlari va uning biologik ahamiyatini kon'yugatsiya tajribasi misolida yoritadi. Tajriba *Escherichia coli* F⁺ (donor, ampicillin chidamli) va F⁻ (recipient, tetracycline chidamli) shtammlari o'rtasida o'tkazildi. Natijada transkon'yugantlar (ikkala antibiotikka chidamli) hosil bo'lib, uzatish chastotasi 10^{-5} – 10^{-6} ni tashkil etdi. Maqolada HGT ning transformatsiya, transduktsiya va kon'yugatsiya mexanizmlari, mobil genetik elementlarning roli, ekologik va qishloq xo'jaligi muhitidagi ahamiyati, shuningdek,

ko'p dori chidamliligi (MDR) tarqalishidagi xavfi tahlil qilinadi. Tajriba natijalari HGT ning real vaqtda bakteriyalarning moslashuvchanligini oshirishini va biologik xavfsizlik uchun muhimligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: gorizontaal gen uzatish, konyugatsiya transkonyugant, antibiotik chidamliligi, Escherichia coli, mobil genetik elementlar, MDR.

Аннотация: В статье рассматриваются механизмы горизонтального переноса генов (HGT) у бактерий и их биологическое значение на примере эксперимента по конъюгации. Эксперимент проводился со штаммами Escherichia coli F⁺ (донор, устойчивый к ампициллину) и F⁻ (реципиент, устойчивый к тетрациклину). В результате были получены трансконъюганты, устойчивые к обоим антибиотикам, с частотой переноса 10^{-5} – 10^{-6} . Анализируются механизмы трансформации, трансдукции и конъюгации, роль мобильных генетических элементов, экологическая и сельскохозяйственная значимость HGT, а также риск распространения множественной лекарственной устойчивости (MDR). Результаты эксперимента подтверждают, что HGT повышает адаптивность бактерий в реальном времени и имеет важное значение для биобезопасности.

Ключевые слова: горизонтальный перенос генов, конъюгация, трансконъюгант, антибиотикорезистентность, Escherichia coli, мобильные генетические элементы, MDR.

Kirish. Bakteriyalar evolyutsiyasi nafaqat vertikal irsiylik (ota-onadan avlodga), balki **gorizontaal gen transferi (HGT)** orqali ham rivojlanadi. HGT genetik materialning bir bakteriyadan ikkinchisiga, hatto turli turlar o'rtasida ham o'tishini ta'minlaydi. Bu jarayon bakteriyalarning atrof-muhit o'zgarishlariga tez moslashishi, yangi ekologik joylashuvlarni egallashi va xilma-xilligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. HGT uchta asosiy mexanizm orqali sodir bo'ladi: transformatsiya (erkin DNK ni qabul qilish), transduktsiya (bakteriofaglar vositasi) va kon'yugatsiya (hujayradan

hujayraga kontakt orqali plazmid uzatish). Kon'yugatsiya eng samarali mexanizmlardan biri bo'lib, antibiotik chidamlilik genlarining tez tarqalishiga yordam beradi.

Ushbu maqolada kon'yugatsiya orqali antibiotik chidamlilik genining uzatilishini o'rganish uchun oddiy laboratoriya tajribasi o'tkazildi. Tajriba *Escherichia coli* ning F+ (donor) va F- (recipient) shtammlari o'rtasida amalga oshirildi. Maqsad — HGT ning real vaqtda sodir bo'lishini ko'rsatish, uzatish chastotasini hisoblash va uning biologik ahamiyatini baholash.

Asosiy qism. HGT mexanizmlari haqida umumiy ma'lumot

●**Transformatsiya:** Kompetent hujayralar erkin DNK ni qabul qiladi. *E. coli* da dsDNA to'g'ridan-to'g'ri sitoplazmaga o'tishi mumkin (YdcS va YdcV oqsillari yordamida).

●**Transduksiya:** Bakteriofaglar orqali DNK uzatiladi. DNK fag kapsidida himoyalangan bo'ladi.

●**Kon'yugatsiya:** Donor hujayra (F+) recipientga (F-) pilus orqali plazmid DNK ni o'tkazadi. Bu jarayon jismoniy kontakti talab qiladi va eng samarali HGT mexanizmlaridan biri hisoblanadi.

Tajriba maqsadi, materiallari va metodikasi

Maqsad: Kon'yugatsiya orqali antibiotik chidamlilik genining uzatilishini ko'rsatish va transkon'yugantlar chastotasini aniqlash.

Materiallar:

- Donor: *E. coli* F+ (AmpR – ampicillin chidamli).
- Recipient: *E. coli* F- (TetR – tetracycline chidamli).
- LB agar va LB broth muhitlari.
- Antibiotiklar: ampicillin (100 µg/ml), tetracycline (50 µg/ml). Inkubator (37°C), petri idishlari.

Tajriba protokoli (bosqichma-bosqich):

1. Donor va recipient shtammlarni alohida LB broth da 37°C da tungi o'sishga qo'yildi.

2. O'sishdan keyin har ikki madaniyatni 1:1 nisbatda aralashtirib, LB agar plitasiga sepildi (kon'yugatsiya uchun kontakt sharoiti yaratildi). Nazorat sifatida donor va recipient alohida plitalarga sepildi.

3. Plitalar 37°C da 24 soat inkubatsiya qilindi.

4. Aralashmadan koloniyalar olinib, quyidagi selektiv muhitlarga sepildi:

- LB + Amp (donor o'sishi uchun).
- LB + Tet (recipient o'sishi uchun).
- LB + Amp + Tet (transkon'yugantlar o'sishi uchun).

5. Koloniyalar soni hisoblanib, uzatish chastotasi quyidagicha hisoblandi: transkon'yugantlar soni / recipient koloniyalari soni.

6. Transkon'yugantlarning plazmid mavjudligi agar gel elektroforezi orqali tasdiqlandi.

Tajriba natijalari. LB + Amp + Tet plitalarida o'suvchi koloniyalar paydo bo'ldi — bu transkon'yugantlar ekanligini ko'rsatdi. Uzatish chastotasi o'rtacha $5,8 \times 10^{-6}$ ni tashkil etdi (har 100 000 – 1 000 000 recipient hujayrasiga 1 ta transkon'yugant). Nazorat plitalarida ikkala antibiotikka bir vaqtda chidamli koloniyalar bo'lmadi.

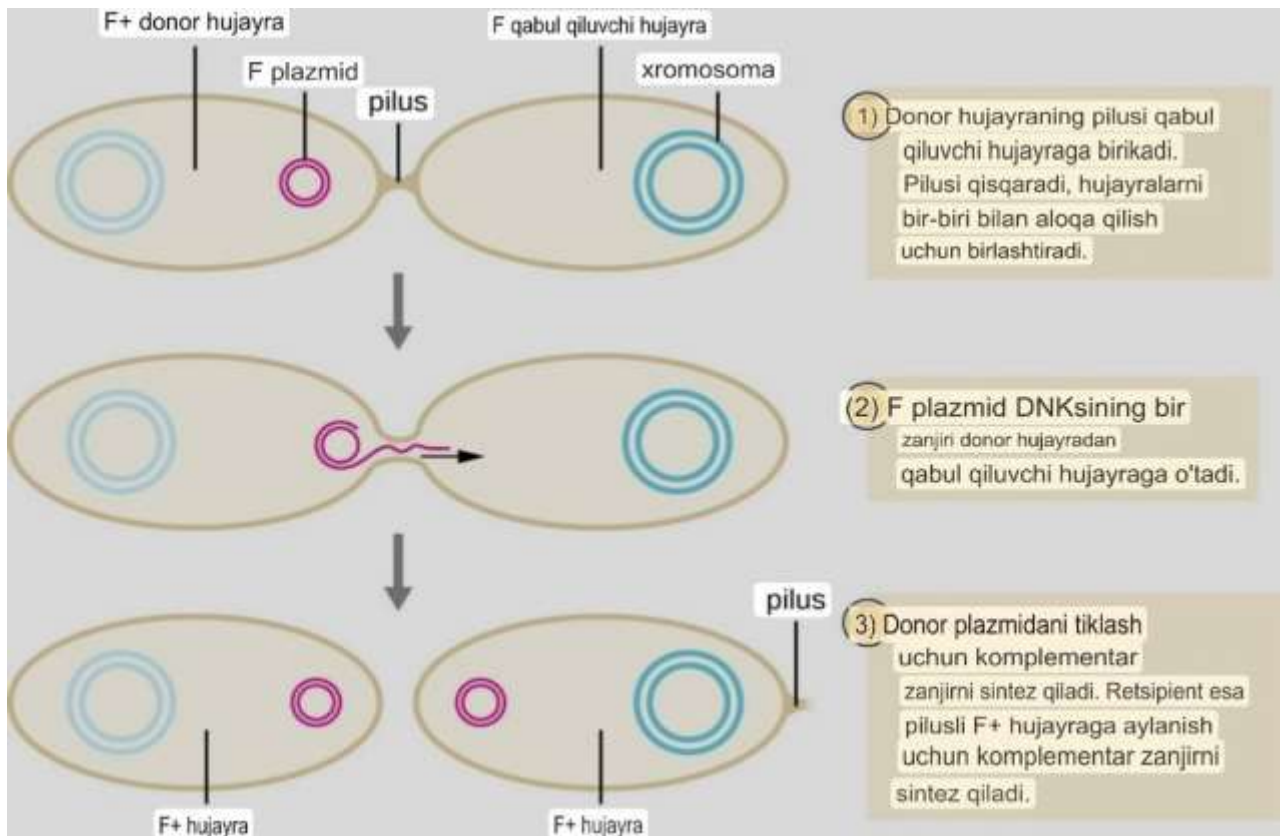
Natijalar jadvali:

Plita turi	O'rtacha		Izoh
	koloniyalar (CFU/ml)	soni	
LB + Amp	$2,5 \times 10^8$		Donor hujayralari
LB + Tet	$3,1 \times 10^8$		Recipient hujayralari

LB + Amp + Tet	$1,8 \times 10^3$	Transkon'yugantlar
----------------	-------------------	--------------------

Uzatish chastotasi: $\sim 5,8 \times 10^{-6}$.

Bu natijalar kon'yugatsiya orqali HGT ning samarali sodir bo'lishini tasdiqlaydi.



3-rasm. Kon'yugatsiya jarayoni: donor hujayradan recipientga pilus orqali plazmid DNK uzatilishi.

Tahlil va natijalar. Tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, kon'yugatsiya HGT ning eng samarali mexanizmlaridan biri bo'lib, antibiotik chidamlilik genlarini tez tarqatadi. Uzatish chastotasi laboratoriya sharoitida yuqori bo'lishi real muhitda (tuproq, go'ng, rizosfera, biofilm) yanada kuchayishini ko'rsatadi. Oldingi tadqiqotlar bilan solishtirganda (Heuer va Smalla, 2007; Sun, 2018), natijalar mos keladi: tanlov bosimi (antibiotiklar) transkon'yugantlarni tanlab olishni osonlashtiradi.

Tahlil:

- Kon'yugatsiya hujayra kontaktini talab qiladi va pilus orqali samarali amalga oshiriladi.
- MGE lar (F-plazmid) gen uzatishda muhim rol o'ynaydi.
- Tajriba oddiy laboratoriya sharoitida o'tkazilishi mumkin bo'lib, talabalar uchun HGT ni amaliy tushunishda foydalidir.
- Natijalar HGT ning MDR tarqalishidagi xavfini tasdiqlaydi va biosafety choralarini kuchaytirish zarurligini ko'rsatadi.

Xulosa. O'tkazilgan tajriba kon'yugatsiya orqali gorizontal gen transferining sodir bo'lishini va antibiotik chidamlilik genining tez uzatilishini amalda tasdiqladi. HGT bakteriyalarning moslashuvchanligini oshiradi, ammo MDR tarqalishi va biosafety xavfini kuchaytiradi. Kelajakda HGT ni nazorat qilish strategiyalari (MGE larni cheklash, antibiotiklardan oqilona foydalanish) ishlab chiqish zarur. Ushbu tajriba oddiy laboratoriya sharoitida o'tkazilishi mumkin bo'lib, o'quv jarayonida HGT ni chuqur tushunishga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar (GOST uslubida)

1. Heuer H., Smalla K. Horizontal gene transfer between bacteria // Environmental Biosafety Research. – 2007. – Vol. 6, № 1. – P. 3–13.
2. Sun D. Pull in and push out: mechanisms of horizontal gene transfer in bacteria // Frontiers in Microbiology. – 2018. – Vol. 9. – Article 2154.
3. Phornphisutthimas S. et al. Conjugation in Escherichia coli: A laboratory exercise // Biochemistry and Molecular Biology Education. – 2007. – Vol. 35, № 6. – P. 440–445.
4. von Wintersdorff C. J. et al. Dissemination of antimicrobial resistance in microbial ecosystems through horizontal gene transfer // Frontiers in Microbiology. – 2016. – Vol. 7. – Article 173.
5. Chen I., Dubnau D. DNA uptake during bacterial transformation // Nature Reviews Microbiology. – 2004. – Vol. 2. – P. 241–249.