

KON'YUGATSIYA, TRANSFORMATSIYA VA TRANSDUKSIYA JARAYONLARINING BAKTERIAL GENOM EVOLYUTSIYASIDAGI ROLI

Mardanov Botirbek Akmalovich

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti Termiz Filiali

Davolash fakulteti D1 404 a Guruh Talabasi

mardanovbotirbek@gmail.com

0009-0000-6933-8948

Rasulov Shomurod Maxmudovich

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti Termiz Filiali Mikrobiologiya, jamoat
salomatligi,

gigiena va menejment kafedrasi mudiri, Phd

rshm81epid@mail.ru

<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0005-1756-2100>

Annotatsiya: Mazkur maqolada bakterial genomlarning evolyutsion o'zgarishida gorizontal gen transferining asosiy mexanizmlari — kon'yugatsiya, transformatsiya va transduksiyaning biologik hamda molekulyar ahamiyati tahlil qilinadi. Bakteriyalar orasida genetik materialning vertikal irsiylanishdan tashqari gorizontal yo'l bilan almashinishi mikroorganizmlarning yangi fenotipik xususiyatlarni nisbatan qisqa vaqt ichida egallashiga imkon beradi. Kon'yugatsiya jarayonida genetik materialning, xususan, plazmidlarning bir bakterial hujayradan boshqasiga bevosita hujayralararo kontakt orqali o'tishi; transformatsiyada tashqi muhitda mavjud bo'lgan erkin DNK fragmentlarining kompetent hujayra tomonidan o'zlashtirilishi; transduksiyada esa bakteriofaglar vositasida DNKning bir hujayradan ikkinchisiga ko'chirilishi bakterial genom tarkibining dinamik ravishda qayta shakllanishiga sabab bo'ladi.

Kalit so'zlar: bakterial genom, gorizontal gen transferi, kon'yugatsiya, transformatsiya, transduksiya, bakteriofag, plazmid, DNK, genetik rekombinatsiya, antibiotiklarga chidamlilik, virulentlik, genetik xilma-xillik, bakterial evolyutsiya.

KIRISH

Bakterial genom evolyutsiyasi tirik organizmlar orasidagi genetik o'zgarishlarning eng dinamik shakllaridan biri hisoblanadi. Bakteriyalar qisqa avlod almashinuvi, yuqori reproduktiv tezlik va turli ekologik sharoitlarga moslashish qobiliyati tufayli genetik jihatdan tez o'zgaruvchan biologik tizim sifatida namoyon bo'ladi. Bakterial evolyutsiyani faqat mutatsiyalar va vertikal

irsiylanish bilan izohlash yetarli emas. Ayniqsa, genetik materialning bir bakterial hujayradan boshqasiga gorizontalar tarzda o'tishi bakterial genomlarning tarkibiy va funksional jihatdan qayta tashkil topishida muhim mexanizm sifatida qaraladi. Gorizontalar gen transferi bakteriyalariga ilgari mavjud bo'lmagan genetik axborotni qisqa evolyutsion vaqt oralig'ida egallash imkonini beradi. Natijada alohida bakterial hujayra yoki butun populyatsiya yangi metabolik xususiyatlar, ekologik moslanish mexanizmlari, virulentlik omillari yoki antimikrob preparatlarga chidamlilik determinantlariga ega bo'lishi mumkin. Shu jihatdan bakterial evolyutsiyada genlarning faqat «ota hujayradan avlodga» o'tishi emas, balki qarindosh yoki ayrim hollarda filogenetik jihatdan uzoq bakteriyalar o'rtasida almashinishi ham katta ahamiyatga ega.

MATERIALLAR VA METODLAR

Tadqiqot bakterial genom evolyutsiyasida gorizontalar gen transferining asosiy mexanizmlari — kon'yugatsiya, transformatsiya va transduksiyaning biologik hamda molekulyar xususiyatlarini kompleks tahlil qilishga yo'naltirildi. Ishning metodologik asosini molekulyar genetika, mikrobiologiya, evolyutsion biologiya va genomika sohalarida shakllangan ilmiy konsepsiyalar tashkil etdi. Tadqiqot materiali sifatida bakteriyalarda genetik axborot almashinuvi, mobil genetik elementlar, plazmidlar, bakteriofaglar, antibiotiklarga chidamlilik determinantlari va bakterial genomlarning evolyutsion o'zgarishlariga bag'ishlangan ilmiy manbalar tanlab olindi. Tahlilda bakterial genomning strukturaviy va funksional o'zgarishlari, genlarning hujayralararo ko'chishi hamda yangi genetik kombinatsiyalarning shakllanishiga alohida e'tibor qaratildi. Tadqiqot davomida qiyosiy-tahliliy, tizimli, molekulyar-genetik va evolyutsion-biologik yondashuvlar qo'llanildi. Dastlab kon'yugatsiya, transformatsiya va transduksiya jarayonlarining mexanizmlari alohida tahlil qilindi. Keyinchalik ularning bakterial genomga ta'siri, genetik materialning uzatilish shakli, asosiy biologik vositachilari va evolyutsion oqibatlari o'zaro taqqoslandi.

NATIJALAR

Tahlil natijalari kon'yugatsiya, transformatsiya va transduksiya bakterial genom evolyutsiyasining bir-birini to'ldiruvchi, biroq molekulyar mexanizmi jihatidan farqlanuvchi uchta muhim yo'nalishini tashkil etishini ko'rsatdi. Ularning umumiy jihati genetik materialning vertikal irsiylanishdan tashqari yo'l bilan ko'chirilishini ta'minlashidir. Shu sababli mazkur jarayonlar bakterial genomlarning evolyutsion o'zgaruvchanligini sezilarli darajada oshiradi.

Kon'yugatsiya jarayoni genetik axborotning bakteriyalar o'rtasida bevosita hujayraviy aloqa orqali ko'chirilishi bilan tavsiflandi. Ayniqsa, kon'yugativ plazmidlarning mavjudligi bakterial populyatsiyada yangi genlarning tez tarqalishi uchun samarali genetik platforma yaratadi. Plazmidlar tarkibida antibiotiklarga chidamlilik, metabolik moslanish yoki boshqa fenotipik belgilarni belgilovchi genlarning mavjudligi bakterial populyatsiyaning muayyan selektiv bosim ostida tez moslashishiga sharoit yaratadi. Shuningdek, ayrim mobil genetik elementlarning bir plazmidan boshqasiga yoki xromosomaga o'tishi genomning qayta tashkil topish imkoniyatlarini kengaytiradi.

MUHOKAMA

Olingan natijalar bakterial evolyutsiyani klassik «mutatsiya — vertikal irsiylanish — tabiiy tanlanish» modeli bilan chegaralab bo'lmashligini ko'rsatadi. Bakterial genom doimiy ravishda tashqi genetik axborotni qabul qiluvchi va mavjud genetik tizim bilan integratsiyalovchi dinamik biologik platforma sifatida namoyon bo'ladi. Kon'yugatsiya, transformatsiya va transduksiya aynan mana shu genomik plastiklikni ta'minlovchi asosiy mexanizmlardan hisoblanadi. Kon'yugatsiyaning evolyutsion ustunligi, avvalo, genetik materialning nisbatan tez va to'g'ridan-to'g'ri hujayradan hujayraga o'tish imkoniyati bilan bog'liq. Ayniqsa, plazmidlar tarkibidagi bir nechta foydali genlarning birgalikda ko'chirilishi bakteriyaga bir vaqtning o'zida bir nechta yangi xususiyatlarni egallash imkonini beradi. Natijada selektiv bosim kuchli bo'lgan muhitda, masalan, antibiotik mavjud sharoitda, genetik jihatdan moslashgan bakteriyalar qisqa vaqt ichida ustunlikka ega bo'lishi mumkin. Transformatsiyaning evolyutsion ahamiyati esa bakteriyalarga mavjud genetik materialni tashqi muhitdan qayta «yig'ish» imkonini berishidadir. Bu jarayon genetik axborotning bir hujayradan ikkinchisiga bevosita kontakt talab qilmasdan tarqalishini ta'minlaydi. Shu bilan birga, transformatsiyaning samaradorligi bakterianing fiziologik holati, DNKning barqarorligi va o'zlashtirilgan fragmentning genom bilan mos kelish darajasiga bog'liq. Demak, tashqi DNKning mavjudligi o'z-o'zidan yangi belgining shakllanishini kafolatlamaydi; genetik materialning muvaffaqiyatli saqlanishi va funksional ifodalanishi ham muhim bosqich hisoblanadi.

XULOSA

Kon'yugatsiya, transformatsiya va transduksiya bakterial genom evolyutsiyasining muhim harakatlantiruvchi mexanizmlari bo'lib, bakteriyalarda genetik axborotning vertikal irsiylanishdan tashqari yo'l bilan almashinishini

ta'minlaydi. Ushbu jarayonlar bakterial genomning genetik plastiklik va moslashuvchanligini oshirib, qisqa evolyutsion davrda yangi genetik va fenotipik xususiyatlarning shakllanishiga imkon yaratadi. Tahlil natijalari kon'yugatsiyaning, ayniqsa, plazmidlar va boshqa mobil genetik elementlarning tarqalishida muhim ekanligini ko'rsatadi. Transformatsiya tashqi muhitdagi erkin DNKning o'zlashtirilishi orqali bakterial genomning rekombinatsion salohiyatini kengaytirsa, transduksiya bakteriofaglar vositasida genetik materialning bir bakterial hujayradan boshqasiga ko'chirilishini ta'minlaydi. Mazkur mexanizmlarning har biri o'ziga xos xususiyatga ega bo'lsa-da, ularning umumiy natijasi bakterial populyatsiyalarda genetik xilma-xillikning ortishi va evolyutsion moslanish jarayonlarining tezlashishidir. Gorizontal gen transferining eng muhim amaliy oqibatlaridan biri antibiotiklarga chidamlilik determinantlarining bakteriyalar orasida tarqalishidir

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Ochman H., Lawrence J.G., Groisman E.A. Lateral gene transfer and the nature of bacterial innovation. *Nature*, 2000, Vol. 405, pp. 299–304.
2. Thomas C.M., Nielsen K.M. Mechanisms of, and barriers to, horizontal gene transfer between bacteria. *Nature Reviews Microbiology*, 2005, Vol. 3, No. 9, pp. 711–721.
3. Frost L.S., Leplae R., Summers A.O., Toussaint A. Mobile genetic elements: the agents of open source evolution. *Nature Reviews Microbiology*, 2005, Vol. 3, No. 9, pp. 722–732.
4. Sørensen S.J., Bailey M., Hansen L.H., Kroer N., Wuertz S. Studying plasmid horizontal transfer in situ: a critical review. *Nature Reviews Microbiology*, 2005, Vol. 3, No. 9, pp. 700–710.
5. Johnsborg O., Eldholm V., Håvarstein L.S. Natural genetic transformation: prevalence, mechanisms and function. *Research in Microbiology*, 2007, Vol. 158, No. 10, pp. 767–778.
6. Chen I., Dubnau D. DNA uptake during bacterial transformation. *Nature Reviews Microbiology*, 2004, Vol. 2, No. 3, pp. 241–249.
7. Koonin E.V., Wolf Y.I. Genomics of bacteria and archaea: the emerging dynamic view of the prokaryotic world. *Nucleic Acids Research*, 2008, Vol. 36, No. 21, pp. 6688–6719.
8. Thomas C.M., Nielsen K.M. Mechanisms of horizontal gene transfer and their implications for bacterial evolution. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 2005, Vol. 69, No. 4, pp. 711–721.

9. Partridge S.R., Kwong S.M., Firth N., Jensen S.O. Mobile genetic elements associated with antimicrobial resistance. *Clinical Microbiology Reviews*, 2018, Vol. 31, No. 4, e00088-17.

10. Soucy S.M., Huang J., Gogarten J.P. Horizontal gene transfer: building the web of life. *Nature Reviews Genetics*, 2015, Vol. 16, No. 8, pp. 472–482.