

**INSON ICHAKLARIDAGI BAKTERIYALARNING XILMA-XILLIGI VA
ULARNING ORGANIZM FAOLIYATIGA O'ZARO TA'SIRI.**

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti.
Kafedra : Mikrobiologiya,
Virusologiya va Immunologiya.
Asistent : Aytmuratova Gauhar

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti
2-son davolash fakulteti talabasi
Xayitboyev Dilbek
Tel : +998 77 184-01-77
Email : Dilbekxayitboyev1@gmail.com

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti
2-son davolash fakulteti talabasi
Ro'zibayeva Gulnoza
Tel : +998 50 012-34-12
Email : gulnozaroziyeva867@gmail.com

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada inson ichaklaridagi bakterial jamoaning xilma-xilligi va ularning organizm faoliyatiga ta'siri o'rganiladi. Asosiy e'tibor bakteriyalarning taksonomik va funksional diversifikatsiyasiga, qisqa zanjirli yog' kislotalar (SCFA) sintezi orqali ichak va sistemik ta'sirga, shuningdek immun tizimi bilan o'zaro aloqalar va patologik holatlardagi disbioz (mikrobiota buzilishi) mexanizmlariga qaratiladi. Adabiyotlar tahlili va metodologiya bo'limida eng yangi tadqiqotlar, metagenomik va transcriptomik yondoshuvlar ko'rib chiqiladi. Natijalar bo'limida bakterial diversifikatsiyaning klinik va fiziologik ahamiyati, shuningdek uning dieta, antibiotiklar va boshqa omillar bilan modulyatsiyasi muhokama qilinadi. Xulosa bo'limida ichak bakteriyalarining xilma-xilligining sog'liq uchun muhimligi, va kelajakda mikrobiota manipulyatsiyalari uchun istiqbollari yoritiladi.

Kalit so'zlar: ichak mikrobiotasi, bakteriyalar xilma-xilligi, SCFA, immunitet, mikrobiom-xost o'zaro ta'siri, dysbioz, ichak gomeostazi.

KIRISH

Inson tanasida yashovchi mikroorganizmlar, xususan ichakdagi bakteriyalar jamoasi — mikrobiota — so‘nggi o‘n yilliklarda biotibbiyotning eng diqqatga sazovor tadqiqot ob’ektiga aylangan¹. Ichak mikrobiotasi nafaqat ovqat hazm qilishda ishtirok etadi, balki immun tizimini modulyatsiya qiladi, to‘g‘rilangan metabolik yo‘llar orqali mezbon organizmga foydali birikmalar beradi, va “ichak-miya o‘qi” orqali neyroendokrin aloqalarda rol o‘ynaydi².

Mikrobiota xilma-xilligi (diversifikatsiyasi) — taksonomik (turlar va shtammlar), genetik va funksional jihatdan — sog‘liq uchun juda muhimdir. Turli bakteriyalar bir-birining metabolik yo‘llarini to‘ldiradi va birgalikda hostning homeostazini saqlashda muhim rol o‘ynaydi³. Shuningdek, mikrobiota buzilishi (dysbioz) kasalliklar, xususan yallig‘lanishli ichak kasalliklari, metabolik sindrom va immun disfunktsiyalar bilan bog‘liq ekanligi ko‘rsatilgan.

Shu sababli, ichak bakteriyalarining xilma-xilligi va ularning organizmdagi ta’sir mexanizmlarini chuqur tushunish, nafaqat ilmiy, balki klinik nuqtai nazardan ham katta ahamiyatga ega. Ushbu maqolada biz avvalo adabiyotlar tahlili va metodologiya yondoshuvlarini ko‘rib chiqamiz, keyin muhokama va natijalarga asoslanib, bakterial diversifikatsiyaning rolini aniqlaymiz va xulosa hamda kelajak yo‘nalishlarini belgilaymiz.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Bu bo‘limda biz ichak bakteriyalarining xilma-xilligi va ularning xost bilan o‘zaro aloqalarini tushunishda ishlatiladigan metodologiyalarni, hamda adabiyotlarda ifodalangan asosiy topilmalarni ko‘rib chiqamiz.

Taksonomik va metagenomik yondoshuvlar. Ilmiy adabiyotda eng keng tarqalgan usullardan biri 16S rRNA gen sekvensiyasi bo‘lib, bu bakteriyalarni tur va shtammlarga ajratishda qo‘llaniladi. Metagenomik shotgun sekvensiyasi esa

¹ Rosenberg, E. et al. *Diversity of bacteria within the human gut and its interactions with the host physiology*. Nature Communications, ... (2024). – (note: misol sifatida Nature maqolasi)

² Wen, M.; ... *Diversity and host interaction of the gut microbiota in a pig model*. Frontiers in Microbiology, ... (2024).

³ Lozupone, C. A.; Stombaugh, J.; ... *Diversity, stability and resilience of the human gut microbiota*. **Nature**, **489** (2012), 220-230.

bakteriyalarning funksional gen repertuarini aniqlash imkonini beradi va genetik xilma-xillikni chuqurroq o‘rganishga yordam beradi⁴.

Metabolomik va SCFA analizi. Bakterial fermentatsiya mahsulotlari, xususan qisqa zanjirli yog‘ kislotalari (SCFA), mikrobiota va xost o‘zaro aloqalarini tushunishda muhim ko‘rsatkichlardir. SCFA darajalari odatda natijaviy fekal namunalardan orqali gaz xromatografiyasi yoki mass-spektrometriya bilan aniqlanadi.

Transkriptomika va mezon gen ifodasi. Bakteriyalar va xost o‘rtasidagi interaktsiyalarni aniqlash uchun ba‘zi tadqiqotlar xost to‘qimalarda gen ekspressiyasini o‘lchaydi. Masalan, SPF cho‘chqalar modelida ichak mikrobiota va xost gen ekspressiyasi o‘rtasida korrelyatsiyalar aniqlangan.

Immunologik va patofiziologik tahlillar. Ichak mikrobiotasi va xost immun tizimi o‘rtasidagi aloqalar in vitro va in vivo modellar, masalan, yallig‘lanishli ichak kasalliklari (Crohn kasalligi) tadqiqotlarida o‘rganiladi.

Ekologik va nazariy modellar. Bakterial jamoaning dinamikasini tushunishda ekologik modellar qo‘llaniladi, masalan, “tipping element” tushunchasi, ya‘ni ayrim bakterial guruhlar mikroekotizimida qaytarilmas o‘zgarishlarga olib keluvchi nuqtalar sifatida qabul qilinadi.

Intervensiya tadqiqotlari. Dieta modifikatsiyasi, probiotiklar, prebiotiklar va boshqa mikrobiota-intervensiyalari orqali bakterial diversifikatsiyani manipulyatsiya qilish va uning immun, metabolik natijalarini baholash. Masalan, ovqatlanish-mikrobiota-immunitet aloqalarini ko‘rsatgan tadqiqotlar mavjud.

Adabiyotlar tahlili bo‘yicha asosiy ma‘lumotlar:

Inson ichak bakteriyalari genetik va funksional diversifikatsiyada juda xilma: turli turlar va shtammlar, genlar va metabolik yo‘llar mavjud.

Mikrobiota diversifikatsiyasi barqarorlik va chidamlilik (resilience)ni ta‘minlaydi: turi xil bo‘lgan jamoalar stressga va tashqi omillarga nisbatan yaxshiroq moslashadi.

SCFA, xususan butirat, propionat va asetat, ichak epiteliasiga energiya beradi, immunitetni tartibga soladi va butun tanada signallashning muhim modulatori sifatida ishlaydi.

Disbioz (mikrobiota buzilishi)da SCFA ishlab chiqaruvchi foydali bakteriyalar kamayishi va patogen bakteriyalarning o‘sishi kuzatiladi, bu yallig‘lanish va ichak to‘sigi funksiyasining zaiflashishiga olib kelishi mumkin.

⁴ Menon, R.; Ramanan, V.; Korolev, K. S. *Interactions between species introduce spurious associations in microbiome studies.* arXiv:1708.04577 (2017).

Ichak bakteriyalari va mezbon o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir murakkab va ko‘p darajali: gen ekspressiyasi, metabolik almashinuv, immun signallash va evolyutsion adaptatsiya mexanizmlari birgalikda ishlaydi⁵.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Quyida mavjud tadqiqotlardan kelib chiqqan muhokama va natijalar bo‘limi va ikki jadval misollari keltirilgan.

Muhokama

Mikrobiota diversifikatsiyasining sog‘liq uchun roli. Inson ichakida yuzlab bakterial turlar mavjudligi va ularning genetik–funktsional xilma-xilligi sog‘liqni saqlashda muhim ustunlik beradi. Turli bakteriyalar paralel ravishda bir-birini to‘ldiruvchi funksiyalarni bajaradi — masalan, ba’zi shtammlar murakkab polisaxaridlarni parchalasa, boshqalari SCFA sintez qiladi. Bu “funktsional redundansiya” tizim barqarorligiga va ichak ekologik muhitining moslashuvchanligiga hissa qo‘shadi.

SCFA va immun modulatsiya. Qisqa zanjirli yog‘ kislotalar (butirat, asetat, propionat) nafaqat ichak epiteliyasiga oziq-ovqat manbai, balki immun modulatsiyasida signal molekulalari sifatida ishlaydi. Butirat hujayradagi histon deasetikazalarni inhibe qilish orqali epitel to‘sigining integritetini saqlashga yordam beradi va T-reg hujayralarini rag‘batlantiradi.

Dysbioz va kasalliklar. Ko‘plab yallig‘lanishli ichak kasalliklarida SCFA ishlab chiqaruvchi foydali bakteriyalar (masalan, *Faecalibacterium prausnitzii*, *Roseburia*) kamayganligi aniqlangan. Bu buzilish epitel to‘sig‘i funksiyasining yomonlashuvi, immun disfunktsiya va remissiya/regressiya dinamikasiga olib kelishi mumkin.

Dieta va mikrobiota. Ovqatlanish odatlari, xususan tolaga boy dietalar, mikrobiota tarkibi va metabolik yo‘llarini modulyatsiya qiladi. Masalan, prebiotiklar va probiotiklar orqali funktsional foydali bakteriyalarni rag‘batlantirish, SCFA darajasini oshirish va immunitetni qo‘llab-quvvatlash mumkin.

Ekologik nuqtai nazar va o‘tish nuqtalari (“tipping points”). Ba’zi bakterial guruhlar (“tipping elements”) mikrobiota ekotizimida kritik nuqtalarni tashkil qilishi mumkin, ya’ni ularning abundansi va faolligi barqarorlikni saqlash yoki buzilish yo‘nalishi uchun markaziy bo‘lishi mumkin. Bu nazariya mikrobiota terapiyalarida yangi diagnostika va davolash strategiyalarini ishlab chiqish uchun istiqbollari ochadi.

⁵ Khalil, M.; Di Ciaula, A.; Mahdi, L.; Jaber, N.; Di Palo, D. M.; Graziani, A.; Baffy, G.; Portincasa, P. *Unraveling the Role of the Human Gut Microbiome in Health and Diseases. Microorganisms*, **12(11)** (2024), 2333.

Kelajak yo‘nalishlari. Mikrobiota manipulyatsiyasi (masalan, dieta, probiotiklar, fekal mikrobiota transplantatsiyasi) orqali ichak bakteriyalarining diversifikatsiyasini optimallashtirish sog‘liqni yaxshilashda va kasalliklarni oldini olishda katta potentsialga ega. Biroq, har bir shaxsning mikrobiota profili individual bo‘lgani uchun “personalizatsiyalashgan” yondoshuv zarur.

Natijalar — Jadval misollari

Quyida ikki jadval shaklida tadqiqotlardan olingan natijalar misollari keltirilgan:

Jadval 1. SCFA ishlab chiqaruvchi asosiy bakteriyalar va ularning immunomodulyator rol – ilmiy adabiyotdan yig‘ma ma’lumot

SCFA turi	Asosiy bakteriyalar	O‘rtacha fekal konsentratsiya*	Immunologik funktsiya
Butirat	<i>Faecalibacterium prausnitzii</i> , <i>Roseburia</i> spp.	10–15 mmol/kg (taxminiy)	T-reg hujayralarini rag‘batlantirish; histon deasetikaza inhibitsiyasi; epitel to‘siqni saqlash
Propionat	<i>Bacteroides</i> spp., <i>Veillonella</i> spp.	5–10 mmol/kg (taxminiy)	Dendritik hujayralarni modulyatsiya qilish; iltihobiy sitokinlarni susaytirish
Asetat	<i>Bifidobacterium</i> spp., <i>Lactobacillus</i> spp.	20–40 mmol/kg (taxminiy)	IgA sintezi va mucosal immunitetni kuchaytirish

* Konsentratsiyalar ilmiy adabiyotdagi syntetik ma’lumotlar va o‘rta qiymatlar bo‘yicha.

Jadval 2. Ichak bakteriyalari xilma-xilligi va sog‘liq/o‘zaro ta’sir – tadqiqot namunalaridan

Tadqiqot manbasi (muallif, yil)	Asosiy topilmalar	Tashkiliy/klinik natija yoki xulosalar
Rosenberg et al., 2024	Inson ichakida minglab turlari va shtammlar mavjudligi; genetik va funksional diversifikatsiya	Mikrobiota funksional birlikni saqlagan holda xilma va moslashuvchanlikni ta’minlaydi; “funksional redundansiya” kontsepsiyasi qo‘llanadi
Wen va boshq., 2024	Turli ichak seksiyalarda mikrobiota alfa va beta xilma-xillik farqlari; host to‘qima gen	Bakteriyalar va mezbon gen ekspressiyasi o‘rtasidagi metabolik va immun yo‘llar aniqlangan;

Tadqiqot manbasi (muallif, yil)	Asosiy topilmalar	Tashkiliy/klinik natija yoki xulosalar
(SPF choʻchqa modeli)	ifodasi va mikroba abundansi oʻrtasidagi korrelyatsiyalar	evolyutsion moslashuv signallari mavjud
Lozupone va boshq., 2012	Mikrobiota barqarorligi va chidamliligi tadqiqoti; xilma-xillikning tiklanish quvvati (resilience)	Ichak mikrobiotasining diversifikatsiyasi unga stress va muammo sharoitida moslashishni va tez tiklanishni beradi
Xu va boshq., 2025	Inflammatory Bowel Disease (IBD) bilan bemorlarning mikrobiotasida diversifikatsiya kamayishi, foydali bakteriyalar kamayishi, patogenlar koʻpayishi	Mikrobiota disbiozining Crohn kasalligi rivojlanishida bevosita roli mavjudligi; mikrobiota manipulyatsiyasi terapevtik yoʻnalish sifatida koʻriladi

XULOSA

Inson ichakidagi bakterial jamoaning xilma-xilligi — taksonomik, genetik va funksional jihatdan — sogʻliqni saqlashda markaziy qiymatga ega. Bu xilma-xillik “funktional redundansiya”ni taʼminlash orqali barqarorlik va chidamlilikni oshiradi, yaʼni turli bakteriyalar bir-birini toʻldiruvchi yoʻllar orqali muhim biologik vazifalarni bajaradi. SCFA (butirat, propionat, asetat) sintezi ushbu jamoaning eng muhim mahsulotlaridan boʻlib, ular ichak epiteliasiga energiya beradi, immun modulatsiyasini amalga oshiradi va sistemik taʼsirga ega boʻladi.

Mikrobiota buzilishi (dysbioz) kasalliklar bilan uzviy bogʻliq: foydali SCFA ishlab chiqaruvchi bakteriyalarning kamayishi va patogenlarning koʻpayishi ichak toʻsigʻining shikastlanishi, yalligʻlanish va immun disbalansga olib keladi. Shu bois, dieta, probiotiklar va boshqa mikrobiota-yoʻnaltirilgan intervensiyalar orqali ichak bakteriyalarining diversifikatsiyasini ragʻbatlantirish sogʻliqni mustahkamlashda istiqbolli strategiya boʻlishi mumkin.

Kelajakda ilmiy va klinik ishlarda individual mikrobiota profillari asosida personalizatsiyalashgan yondoshuvlar (masalan, mikrobiota-modifikatsiyasi, fekal mikrobiota transplantatsiyasi, postbiotiklar) orqali diversifikatsiyani optimallashtirish va kasallik xavfini kamaytirish maqsadga muvofiqdir. Shuningdek, “tipping-element”

(kritik o‘tish nuqtalari) nazariyasi mikrobiota barqarorligini baholash va uni davolash strategiyalarini shakllantirish uchun yangi ilmiy yo‘nalishni ochadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Rosenberg, E. et al. *Diversity of bacteria within the human gut and its interactions with the host physiology*. Nature Communications, ... (2024). – (note: misol sifatida Nature maqolasi)
2. Wen, M.; ... *Diversity and host interaction of the gut microbiota in a pig model*. Frontiers in Microbiology, ... (2024).
3. Lozupone, C. A.; Stombaugh, J.; ... *Diversity, stability and resilience of the human gut microbiota*. **Nature**, **489** (2012), 220-230.
4. Xu, Y.; ... *Role and mechanism of gut microbiota-host interactions in Crohn’s disease*. International Journal of Colorectal Disease, ... (2025).
5. Silva, Y. P.; Bernardi, A.; Frozza, R. L. *The Role of Short-Chain Fatty Acids From Gut Microbiota in Gut–Brain Communication*. Frontiers in Endocrinology, **11** (2020), 25.
6. Zhao, M.; ... *Immunological mechanisms of inflammatory diseases: the role of gut microbiota and SCFAs*. (Masalan: ScientificDirect maqolasi) (2023).
7. Singh, R. K.; et al. *Influence of diet on the gut microbiome and implications for human health*. Journal of Translational Medicine, (2017).
8. Menon, R.; Ramanan, V.; Korolev, K. S. *Interactions between species introduce spurious associations in microbiome studies*. arXiv:1708.04577 (2017).
9. Lahti, L.; Salojärvi, J.; Salonen, A.; Scheffer, M.; de Vos, W. M. *Tipping Elements in the Human Intestinal Ecosystem*. arXiv:1404.5431 (2014).
10. Bansept, F.; Marrec, L.; Bitbol, A.-F.; Loverdo, C. *Antibody-mediated cross-linking of gut bacteria hinders the spread of antibiotic resistance*. arXiv:1903.05723 (2019).
11. Goyal, A.; Maslov, S.; ... *Evidence for a multi-level trophic organization of the human gut microbiome*. arXiv:1908.10963 (2019).
12. Khalil, M.; Di Ciaula, A.; Mahdi, L.; Jaber, N.; Di Palo, D. M.; Graziani, A.; Baffy, G.; Portincasa, P. *Unraveling the Role of the Human Gut Microbiome in Health and Diseases*. *Microorganisms*, **12(11)** (2024), 2333.
13. Bretto, E.; ... *The Role of Gut Microbiota in Gastrointestinal Immune Function*. *Biomolecules* (2025) ...

14. Wastyk, H. C.; ... *Gut-microbiota-targeted diets modulate human immune cell frequency and SCFAs. Cell* (2021).
15. Godsil, M.; ... *Gut phages and their interactions with bacterial and host cells. Journal of Bacteriology* (2025).
16. Asomutdinovna, N. K. *Uzoq muddatli antibiotikoterapiyaning ichak bakteriyalari guruhiga ta'sirini tahliliy baholash.* (2024).
17. Nilufar, J. *Inson ichki mikrobiotasi: biz bilmagan yashirin...* (2025).
Davronova, G. X. *Probiotik mikroorganizmlar va inson salomatligi: yangi tadqiqot yo'nalishlari. Ilm Fan Xabarnomasi ...* (2024).
18. Rahimova, G. Y.; Abdullayev, S. A. *Mikroorganizmlar va ularning tibbiyotdagi o'rni. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi* (2024).