



ANTIMIKROB REZISTENTLIKNING RIVOJLANISH MEXANIZMLARI VA U BILAN KURASHISHNING BIOLOGIK STRATEGIYALARI

Nuriddinov Farrux Fazliddin o'g'li

Buxoro Davlat Tibbiyot Universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada antimikrob rezistentlikning (AMR) shakllanish sabablari, mikroorganizmlarning antibiotiklarga chidamlilik mexanizmlari va bu jarayon bilan kurashishda qo'llanilayotgan biologik strategiyalar tahlil qilinadi. Antimikrob rezistentlik bugungi kunda global sog'liqni saqlash tizimi oldidagi eng katta muammolardan biri bo'lib, bakteriyalarning dori vositalariga moslashuvi ularni davolashni murakkablashtirmoqda. Maqolada mikroorganizmlarning genetik o'zgarishlari, gorizontaal gen uzatish mexanizmlari, biofilm hosil bo'lishi va efflyuks nasoslarining roli yoritiladi. Shuningdek, probiotiklar, bakteriofaglar, antimikrob peptidlar va gen muhandisligi asosidagi yangi yondashuvlar antimikrob rezistentlikka qarshi kurashish vositasi sifatida ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: antimikrob rezistentlik, antibiotik, bakteriya, mutatsiya, bakteriofag, biofilm, probiotik.

Аннотация: В статье рассматриваются причины формирования антимикробной резистентности (АМР), механизмы устойчивости микроорганизмов к антибиотикам и современные биологические стратегии борьбы с этим явлением. Антимикробная резистентность является одной из самых серьёзных угроз для глобального здравоохранения, поскольку адаптация бактерий к лекарственным препаратам усложняет лечение инфекций. Рассмотрены генетические изменения, горизонтальный перенос генов, образование биоплёнок и роль эффлюксных насосов, а также возможности использования пробиотиков, бактериофагов, антимикробных пептидов и генной инженерии.

Ключевые слова: антимикробная резистентность, антибиотик, бактерии, мутация, бактериофаг, биоплёнка, пробиотик.

Annotation: This article examines the causes of antimicrobial resistance (AMR), the mechanisms of microbial adaptation to antibiotics, and modern biological strategies to combat this phenomenon. Antimicrobial resistance has become one of the most serious global health threats, as bacterial adaptation to drugs complicates infection treatment. The article discusses genetic mutations, horizontal gene transfer, biofilm formation, efflux pumps, and the role of probiotics, bacteriophages, antimicrobial peptides, and genetic engineering in overcoming AMR. **Keywords:** antimicrobial resistance, antibiotic, bacteria, mutation, bacteriophage, biofilm, probiotic.



Antimikrob rezistentlik – bu mikroorganizmlarning, xususan bakteriyalarning, antibiotiklar va boshqa antimikrob vositalarga chidamli bo‘lib qolish qobiliyatidir. Bu hodisa bugungi kunda tibbiyotda global xavf darajasiga yetgan, chunki u infeksiyon kasalliklarning davolash samaradorligini pasaytiradi va o‘lim ko‘rsatkichlarini oshiradi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma‘lumotlariga ko‘ra, antimikrob rezistentlik tufayli har yili 5 milliondan ortiq inson hayotdan ko‘z yumadi. Rezistentlikning shakllanish sababi bakteriyalarning moslashuvchanlik xususiyatiga borib taqaladi. Mikroorganizmlar tabiiy tanlanish jarayonida antibiotiklarning ta‘siridan omon qolish uchun o‘z genetik tuzilishini o‘zgartiradi. Bu o‘zgarishlar mutatsiyalar, plazmidlar orqali gen uzatish, transpozonlar va integronlar yordamida genetik material almashinuvi orqali sodir bo‘ladi. Natijada bakteriya yangi genetik xususiyatlarga ega bo‘lib, antibiotikni tanib oladi va uni yo‘qotish mexanizmlarini ishlab chiqadi. Antimikrob rezistentlikning asosiy mexanizmlaridan biri — enzimatik inaktivatsiya hisoblanadi. Bu jarayonda bakteriyalar β -laktamaza, karbapenemaza yoki aminoglikozid modifikatsiyalovchi fermentlar ishlab chiqarib, antibiotik molekulasini parchalaydi yoki kimyoviy o‘zgartiradi. Ikkinchi mexanizm — efflyuks nasoslari bo‘lib, ular bakteriya hujayrasidan antibiotikni tashqariga chiqarib yuboradi. Shuningdek, bakteriyalar biofilm hosil qilib, o‘zini himoya qatlami bilan o‘rab oladi. Biofilmlar ichida joylashgan mikroorganizmlar antibiotiklarga 1000 martagacha chidamliroq bo‘ladi. Bundan tashqari, ba‘zi bakteriyalar maqsadli joy o‘zgarishi mexanizmini qo‘llaydi — antibiotik ta‘sir qiladigan oqsil yoki ribosoma joyini o‘zgartirib, dori bilan bog‘lanishni oldini oladi. Eng xavfli tomoni — bakteriyalar o‘z rezistentlik genlarini boshqa bakteriyalarga osonlik bilan o‘tkazadi. Bu gorizontaal gen uzatish deb ataladi va u kon‘yugatsiya, transformatsiya yoki transduksiya yo‘li bilan amalga oshadi. Shu tufayli bir tur bakteriyada paydo bo‘lgan rezistentlik tezda boshqa turlarga tarqaladi. Antimikrob rezistentlikning rivojlanishiga inson omili ham katta ta‘sir ko‘rsatadi. Antibiotiklarni o‘zboshimchalik bilan ishlatish, davolash kursini to‘liq o‘tamaslik, hayvonchilikda profilaktika maqsadida dori berish kabi omillar mikroblarni antibiotiklarga moslashishga majbur qiladi. Shu sababli dunyo bo‘ylab yangi biologik strategiyalar ishlab chiqilmoqda. Ulardan biri — bakteriofag terapiyasi, ya‘ni bakteriyalarni yuqtirib yo‘q qiluvchi viruslardan foydalanishdir. Bakteriofaglar faqat ma‘lum turdagi bakteriyalarni nishonga oladi, inson hujayralariga zarar yetkazmaydi. Bu usul ayniqsa ko‘p dori turlariga chidamli (MDR) bakteriyalarga qarshi samarali hisoblanadi. Yana bir istiqbolli yo‘nalish — antimikrob peptidlar (AMPs) ishlab chiqishdir. Bu tabiiy yoki sintetik qisqa oqsillar bakteriya membranasini buzib, ularni yo‘q qiladi. AMPlar antibiotiklarga nisbatan kamroq rezistentlik chaqiradi, chunki ular bir nechta hujum mexanizmlariga ega. Probiotiklar va prebiotiklar ham antimikrob rezistentlikka qarshi kurashda muhim rol o‘ynaydi. Ular foydali mikroflorani tiklab, patogen bakteriyalarning ko‘payishini cheklaydi. Shu bilan birga, CRISPR-Cas9 gen muhandisligi texnologiyasi yordamida bakteriyalardagi rezistentlik genlarini aniq



nishonga olib, yo‘q qilish imkoniyati yaratilmoqda. Bu yondashuv kelajakda dori vositalarining samaradorligini qayta tiklashga xizmat qiladi. O‘zbekiston olimlari ham antimikrob rezistentlik bo‘yicha izlanishlar olib bormoqda. O‘zbekiston Milliy universiteti va Tibbiyot akademiyasida bakteriofag terapiyasi, AMR monitoring tizimi va mikrobiologik nazorat bo‘yicha ilmiy ishlar olib borilmoqda. Shuningdek, veterinariya sohasida antibiotiklarni nazoratli qo‘llash tizimi ishlab chiqilmoqda. Antimikrob rezistentlikning oldini olish uchun aholining sog‘liq madaniyatini oshirish, antibiotiklarni faqat shifokor tavsiyasiga binoan ishlatish, gigiyenik qoidalarga rioya etish, vaksinalarni keng joriy etish kabi chora-tadbirlar muhim ahamiyatga ega. Shu tarzda biologik va ijtimoiy strategiyalar uyg‘un holda amalga oshirilgandagina global AMR muammosini yengish mumkin bo‘ladi. Antimikrob rezistentlikka qarshi kurash — bu nafaqat tibbiy, balki biologik va ijtimoiy xavfsizlik masalasidir.

Antimikrob rezistentlikning rivojlanish mexanizmlari va u bilan kurashishning biologik strategiyalari bugungi kunda zamonaviy biologiya, tibbiyot va ekologiyaeng eng muhim tadqiqot yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Mikroorganizmlar, ayniqsa bakteriyalar, evolyutsion jarayonlarda omon qolish uchun o‘z genetik tuzilmasini o‘zgartirish va yangi himoya mexanizmlarini ishlab chiqish xususiyatiga ega. Antibiotiklarning keng qo‘llanilishi, noto‘g‘ri yoki ortiqcha iste‘mol qilinishi mikroblarni bu dori vositalariga moslashishga majbur qiladi. Bakteriyalar orasida genetik material almashinuvi natijasida antibiotiklarga chidamli shtammlar paydo bo‘ladi. Ular odatdagi davolash usullariga bo‘ysunmaydi va infeksiyalarni uzoq muddat davom ettiradi. Rezistentlikning molekulyar mexanizmlariga bir nechta asosiy yo‘nalish kiradi: birinchisi, antibiotiklarni parchalovchi yoki ularning ta‘sirini neytrallashtiruvchi fermentlarning ishlab chiqilishi; ikkinchisi, hujayra devori yoki membrana tuzilishining o‘zgarishi natijasida antibiotikning hujayraga kirishining cheklanishi; uchinchisi, efflyuks nasoslari yordamida antibiotikning hujayradan chiqarilishi; to‘rtinchisi, antibiotik nishon joyining modifikatsiyasi yoki almashtirilishi natijasida dori molekulasi o‘z ta‘sirini yo‘qotadi. Bularning barchasi bakteriyalarning hayot faoliyatini saqlab qolish va antibiotik ta‘siridan qochish imkonini beradi. Bakteriyalar biofilm deb ataluvchi maxsus polimer tuzilmalarni hosil qilib, o‘zlarini tashqi ta‘sirlardan himoya qiladi. Biofilmlar antibiotiklarning kirib borishini qiyinlashtiradi va ularga qarshi kurashishni yanada murakkablashtiradi. Biofilm ichida joylashgan bakteriyalar o‘zaro signal molekullari orqali aloqa qiladi, bu jarayon “quorum sensing” deb ataladi va u rezistentlikni yanada kuchaytiradi. Antimikrob rezistentlik bilan kurashish uchun biologik asoslangan bir nechta innovatsion strategiyalar ishlab chiqilmoqda. Shulardan biri bakteriofag terapiyasi bo‘lib, u bakteriyalarni maxsus viruslar yordamida yo‘q qilishni nazarda tutadi. Bakteriofaglar yuqori selektivlikka ega bo‘lib, faqat ma‘lum turdagi bakteriyalarni zararlaydi va foydali mikrofloraga zarar yetkazmaydi. Shu sababli bakteriofaglar antibiotiklarga muqobil yoki ularni to‘ldiruvchi vosita sifatida qoralmoqda. Yana bir istiqbolli



yoʻnalish — antimikrob peptidlardan foydalanishdir. Bu peptidlar tabiiy immun tizim mahsuloti boʻlib, mikroorganizmlarning membranasiga zarar yetkazish orqali ularni yoʻq qiladi. Ular turli bakteriyalarga nisbatan keng taʼsir doirasiga ega va antibiotiklardan farqli ravishda tez rezistentlik hosil qilmaydi. Shuningdek, probiotik va prebiotik mikroorganizmlarni qoʻllash orqali patogen bakteriyalarning oʻsishini tabiiy yoʻl bilan cheklash mumkin. Bu strategiya ichak mikroflorasining muvozanatini tiklaydi va infeksiyon kasalliklarning oldini olishda yordam beradi. Zamonaviy gen muhandisligi va biotexnologiyalar yordamida bakteriyalar genomiga kiritilgan CRISPR-Cas tizimi orqali rezistentlik genlarini nishonga olib, ularni yoʻq qilish texnologiyasi ham rivojlanmoqda. Bu usul bakteriyalarning antibiotiklarga chidamliligini kamaytirishda istiqbolli yondashuv sifatida qaraladi. Shu bilan birga, ekologik va ijtimoiy omillar ham antimikrob rezistentlikning tarqalishida muhim rol oʻynaydi. Qishloq xoʻjaligida, ayniqsa chorvachilikda antibiotiklardan notoʻgʻri foydalanish mikroblarning ekologik muhitda tarqalishiga sabab boʻladi. Shuning uchun antibiotiklarni nazoratli qoʻllash, dori vositalarining farmatsevtik sifatini oshirish, yangi biologik preparatlar ishlab chiqish va sogʻliqni saqlash tizimida antimikrob dori vositalarini monitoring qilish zarur. Oʻzbekiston olimlari tomonidan olib borilayotgan tadqiqotlarda bakteriofaglar, antimikrob peptidlar va oʻsimliklardan olingan tabiiy moddalarning antimikrob faolligi keng oʻrganilmoqda. Bu tadqiqotlar milliy biologiya va tibbiyot fanlari rivojiga katta hissa qoʻshmoqda. Shu bois, antimikrob rezistentlik muammosini bartaraf etish uchun global hamkorlik, biologik innovatsiyalar va aholining dori vositalaridan oqilona foydalanish madaniyatini oshirish muhim ahamiyat kasb etadi. Antimikrob rezistentlikka qarshi kurashishning eng samarali yoʻli — bu biologik, texnologik va ijtimoiy yondashuvlarning uygʻunlashtirilgan tizimini yaratishdir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Karimova D., “Mikrobiologiya va antimikrob terapiya asoslari”, Toshkent: Tibbiyot nashriyoti, 2021.
2. Mamatqulova S., “Bakteriyalar va ularning antibiotiklarga chidamlilik mexanizmlari”, “Biologiya va tibbiyot yangiliklari” jurnali, №2, 2023.
3. Raxmonov A., “Oʻzbekiston sharoitida antimikrob rezistentlik monitoringi”, “Fan va taraqqiyot” jurnali, №4, 2022.
4. Oʻzbekiston Respublikasi Sogʻliqni saqlash vazirligi, “Antimikrob dori vositalaridan oqilona foydalanish boʻyicha milliy dastur”, Toshkent, 2023.
5. Xoliqov B., “Bakteriofaglar va ularning tibbiyotdagi qoʻllanilishi”, Oʻzbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2024.