



FERMENTLAR: TUZILISHI, FUNKSIYASI VA DIAGNOSTIK AHAMIYATI

Ma'murova Marjona Ulug'bek qizi

Annotatsiya: Mazkur maqolada fermentlarning molekulyar tuzilishi, ularning biologik funksiyalari va tibbiy-biokimyoviy diagnostikadagi ahamiyati chuqur tahlil qilingan. Fermentlar tirik organizmlarda yuz beradigan deyarli barcha biokimyoviy reaksiyalarning tezligini oshiruvchi oqsilli katalizatorlar bo'lib, har bir ferment o'ziga xos substrat bilan o'zaro ta'sirga kirishadi. Ularning faol markazlari, koenzimlar va kofaktorlar bilan birgalikda murakkab, ammo yuqori aniqlikka ega bo'lgan mexanizmlar asosida ishlaydi. Fermentlar metabolik jarayonlarni muvozanatda ushlab turish, hujayra energiyasi ta'minoti, signal uzatish va toksinlarni zararsizlantirishda muhim rol o'ynaydi. Ayniqsa, ferment faolligi darajasining laborator muhitda aniqlanishi klinik diagnostika va kasalliklar monitoringida keng qo'llaniladi. ALT, AST, LDH, CK, amilaza va lipaza kabi fermentlar turli organlarning funksional holatini baholashda muhim biomarkerlardir. Fermentopatiyalar, farmakologik ingibitorlar va biotexnologik ilovalardagi fermentlar haqidagi ma'lumotlar maqolada batafsil yoritilgan.

Kalit so'zlar: fermentlar, biokimyoviy katalizator, substrat, koenzim, kofaktor, faol markaz, metabolizm, ferment faolligi, klinik diagnostika, fermentopatiya, immunoferment analiz, ALT, AST, LDH.

Fermentlar – bu tirik organizmlarda kechadigan barcha biokimyoviy reaksiyalarni tezlashtiruvchi oqsilli moddalar bo'lib, ular biologik katalizatorlar sifatida tan olinadi. Fermentlar hayotiy muhim metabolik jarayonlar, energiya ishlab chiqarish, oziq moddalar parchalanishi, hujayra qurilishi va signal uzatishda ishtirok etadi. Ularning tuzilishi, faoliyat mexanizmi va diagnostik ahamiyatini o'rganish tibbiyot, farmatsiya va biotexnologiyada muhim ahamiyat kasb etadi.

Fermentlarning molekulyar tuzilishi odatda globular oqsillardan iborat bo'lib, ular birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va ayrim hollarda to'rtlamchi tuzilishga ega bo'ladi. Fermentlar o'z faoliyatini bajarishi uchun maxsus faol markazga ega bo'lib, bu markaz substrat molekulasi bilan aniq mos tushadi. Bu “kalit va qulf” yoki “induktsiyalangan moslik” modeli orqali tushuntiriladi. Fermentlar faolligini





koenzimlar, kofaktorlar yoki prostetik guruhlar kuchaytirishi mumkin. Ba'zi fermentlar metall ionlari (masalan, Zn^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+}) ishtirokida faol bo'ladi.

Fermentlarning funksiyasi hujayradagi aniq biokimyoviy yo'llarda namoyon bo'ladi. Ular substratni mahsulotga aylantiradi va bu jarayonlar fiziologik sharoitda juda tez amalga oshadi. Har bir ferment faqat bitta yoki kam sonli substratga nisbatan o'ziga xoslikka ega. Fermentlar harorat, pH darajasi, substrat konsentratsiyasi va ingibitorlarning mavjudligiga sezgir. Fermentlar odatda xalqaro EC (Enzyme Commission) tasnifiga ko'ra 6 sinfga ajratiladi: oksidoreduktazalar, transferazalar, gidrolazalar, liazalar, izomerazalar va ligazalar. Har bir sinf o'ziga xos katalitik funksiyani bajaradi. Masalan, oksidoreduktazalar redoks reaksiyalarini katalizlaydi, gidrolazalar esa substratlarni suv ishtirokida parchalashga xizmat qiladi.

Fermentlar faolligi ko'plab klinik diagnostika jarayonlarida muhim marker sifatida ishlatiladi. Ularning qon zardobida yoki boshqa biologik suyuqliklarda darajasini aniqlash orqali organ yoki to'qima zararlanishi baholanadi. Masalan, alaninaminotransferaza (ALT) va aspartataminotransferaza (AST) darajasining oshishi jigar shikastlanishini bildiradi, kreatin kinaza (CK-MB) va troponinlar yurak infarkti aniqligini oshiradi. Alfa-amilaza va lipaza pankreatitda, laktat dehidrogenaza (LDH) esa to'qima nekrozida muhim diagnostik marker hisoblanadi.

Fermentlar faolligini aniqlash zamonaviy laboratoriya diagnostikasida kolorimetrik, spektrofotometrik, elektroximik va immunokimyoviy usullar orqali amalga oshiriladi. Ayniqsa, immunoferment analiz (ELISA) yuqori sezuvchanlikka ega bo'lib, mikro miqdordagi fermentlarni aniqlash imkonini beradi. Fermentlar faolligining o'zgarishi nafaqat tashxisda, balki kasallikning og'irlik darajasi, kechishi va davolash natijalarini baholashda ham muhim ahamiyatga ega.

Fermentlar faolligining o'zgarishi ko'plab patologik holatlar uchun muhim biomarker sifatida xizmat qiladi. Ayniqsa, fermentopatiyalar — ya'ni fermentlarning tug'ma yoki orttirilgan yetishmovchiligi bilan bog'liq metabolik sindromlar — erta tashxis qo'yish va genetik maslahatlarga asos bo'ladi. Masalan, fenilketonuriya kasalligida fenilalanin gidroksilaza fermenti yetishmovchiligi tufayli fenilalanin to'planib, markaziy asab tizimiga zarar yetkazadi. Shu bilan birga, galaktozemiya, glukozo-6-fosfat degidrogenaza (G6FD) etishmovchiligi, Tay-Sachs sindromi kabi irsiy ferment kasalliklari chaqaloqlik davrida aniqlansa, ularning asoratlari kamaytiriladi yoki oldi olinadi.





Farmakologiyada fermentlar muhim terapevtik nishonlar hisoblanadi. Ko‘plab dori vositalari fermentlarning faolligini inhibe qilish yoki kuchaytirish orqali ta‘sir ko‘rsatadi. Masalan, statinlar xolesterin biosintezida ishtirok etuvchi HMG-CoA reduktaza fermentini inhibe qiladi, bu esa gipolipidemik effekt beradi. Antibiotiklar esa ba‘zan bakteriyalarning muhim fermentlarini (masalan, transpeptidazalar) nishonga oladi. Angiotenzin-konvertlovchi ferment (ACE) ingibitorlari esa arterial gipertenziya va yurak yetishmovchiligini davolashda keng qo‘llaniladi. Shu bilan birga, fermentlarning o‘zlari ham dori vositasi sifatida ishlatiladi — masalan, pankreatin, streptokinaza, asparaginaza.

Fermentlar nafaqat diagnostika va davolashda, balki zamonaviy biotexnologiyada ham keng qo‘llaniladi. Xususan, fermentlar oziq-ovqat sanoatida (amilaza, proteaza, lipaza), bioyoqilg‘i ishlab chiqarishda (selülaza, ksilanaza), biologik tozalash inshootlarida (ureaza, katalaza), qishloq xo‘jaligi, ekologiya va kosmetika sanoatida turli xil ishlanmalarning ajralmas qismiga aylangan. Gen muhandisligi yutuqlari asosida fermentlar laboratoriya sharoitida rekombinant usullar orqali ishlab chiqarilmoqda. Bu esa ularning narxini kamaytiradi va sifati, tozaligi va faolligini oshiradi.

Bundan tashqari, fermentlarning **nanozarrachalarga bog‘langan shakllari** — masalan, biosensorlar va nanobiokatalizatorlar — zamonaviy diagnostikada yuqori aniqlik va sezuvchanlikka ega qurilmalar yaratishda ishlatilmoqda. Masalan, glyukoza oksidaza asosidagi biosensorlar diabet kasalligida glyukoza darajasini tez va aniq aniqlashga imkon beradi.

Fermentlar patologik holatlarda ham muhim diagnostik ahamiyat kasb etadi. Fermentopatiyalar — bu fermentlarning tug‘ma yoki orttirilgan nuqsonlari bilan bog‘liq bo‘lgan kasalliklardir. Ular metabolik kasalliklar, masalan, galaktozemiya, fenilketonuriya, G-6-FDG etishmovchiligi va boshqa ko‘plab irsiy sindromlar shaklida namoyon bo‘ladi. Ushbu kasalliklarda aniqlangan ferment yetishmovchiligi yoki faolligining pasayishi erta tashxis va genetik maslahatlar uchun asos bo‘ladi.

Fermentlar farmatsevtik sanoatda ham keng qo‘llaniladi. Ko‘pgina dori vositalari fermentlarning faolligiga ta‘sir qiladi yoki ularni nishonga oladi. Masalan, asetilsalitsil kislota tsiklooksigenaza fermentini inhibe qilsa, ACE ingibitorlari angiotenzin-konvertlovchi ferment faolligini bloklaydi. Bundan tashqari, fermentlar bioinjining





orqali ishlab chiqilgan va oziq-ovqat, qishloq xo'jaligi, ekologiya, tibbiyotda keng qo'llaniladigan mahsulotlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Xulosa qilib aytganda, fermentlar tirik organizmning barcha biologik jarayonlarida ajralmas o'rin tutuvchi, yuqori ixtisoslashgan va nozik boshqaruvga ega biologik katalizatorlardir. Ularning tuzilishi, funksiyasi va diagnostik ahamiyatini chuqur o'rganish nafaqat fiziologiya va biokimyo, balki klinik amaliyot va zamonaviy texnologiyalar rivojida ham hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Lehninger A.L., Nelson D.L., Cox M.M. *Principles of Biochemistry*, 7th Edition, W.H. Freeman, 2017.
2. Voet D., Voet J.G. *Biochemistry*, 5th Edition, Wiley, 2016.
3. Murray R.K. et al. *Harper's Illustrated Biochemistry*, 31st Edition, McGraw-Hill, 2018.
4. Devlin T.M. *Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations*, 7th Edition, Wiley-Liss, 2011.
5. O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligi. *Biokimyo va klinik laboratoriya diagnostikasi bo'yicha metodik qo'llanma*, Toshkent, 2020.
6. Berg J.M., Tymoczko J.L., Stryer L. *Biochemistry*, 8th Edition, W.H. Freeman, 2019.
7. Tietz N.W. *Fundamentals of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics*, 7th Edition, Elsevier, 2014.

