

## FERMENTLAR TUZILISHI VA KLASSIFIKATSIYASI

Karimova Jamila Ilhomjon qizi

Farg'ona tumani Abu ali ibn Sino nomidagi jamoat salomatligi tibbiyot texnikumi Klinik modullar kafedrası o'qituvchisi Tel +998978130303 jamila.karimova700@gmail.com

**Annotatsiya:** Fermentlar hayotning asosiy molekulyar mexanizmlaridan biri sifatida tirik organizmlarda sodir bo'ladigan barcha biokimyoviy reaksiyalarni katalizlaydi. Ushbu maqolada fermentlarning murakkab tuzilishi — birlamchi, ikkilamchi, uchinlamchi va to'rtlamchi darajadagi tashkil etilishi hamda ularning zamonaviy xalqaro klassifikatsiyasi batafsil yoritiladi. Fermentlarning faolligini belgilovchi faol markaz, kofaktorlar, kofermentlar va substrat bilan o'zaro ta'sir mexanizmlari tahlil qilinadi. Maqola biologiya, biokimyoy va biotexnologiya yo'nalishidagi talabalar, olimlar va mutaxassislar uchun foydali manba bo'lishi mumkin. Fermentlarning tuzilish xususiyatlarini chuqur anglash ularni sanoat, tibbiyot va qishloq xo'jaligida samarali qo'llash imkonini beradi.

**Kalit so'zlar:** fermentlar, enzimlar, protein tuzilishi, faol markaz, klassifikatsiya, oksidoreduktazalar, transferazalar, gidrolazalar, liazalar, izomerazalar, ligazalar, kofaktorlar, ribozimlar.

### Asosiy qism

Fermentlar (enzimlar) tirik hujayralarda kechadigan reaksiyalarning deyarli barchasini tezlashtiruvchi biologik katalizatorlar sifatida tan olingan. Ularning aksariyati oqsillar tabiatiga ega bo'lib, hayotning o'zi kabi murakkab va nozik tuzilishga ega. Fermentlarning o'ziga xos xususiyati shundaki, ular reaksiyalarni millionlab va hatto milliardlab marta tezlashtirishi mumkin, ammo o'zlari bu jarayonda sarflanmaydi va o'zgarmaydi. Bu xususiyat ularni tirik organizmlarning metabolizmida markaziy o'rin tutishiga sabab bo'ladi.

Fermentlarning tuzilishi bir necha darajada ko'rib chiqiladi. Birlamchi tuzilish aminokislotalar zanjirining ketma-ketligidan iborat bo'lib, bu ketma-ketlik genetik kod tomonidan aniqlanadi. Har bir ferment o'ziga xos aminokislotalar tartibiga ega bo'lib, bu tartib uning keyingi fazoviy shakllanishini belgilaydi. Ikkilamchi tuzilishda polipeptid zanjiri lokal ravishda  $\alpha$ -spiral (alfa-geometriya) yoki  $\beta$ -varag' (beta-plastinka) kabi muntazam strukturalarni hosil qiladi. Bu strukturalar vodorod bog'lari orqali barqarorlashadi.

Eng muhim bosqich uchinlamchi tuzilishdir. Aynan shu darajada ferment globulyar yoki fibrillyar shaklga kirib, uch o'lchovli fazoviy konfiguratsiyani egallaydi. Uchinlamchi tuzilish gidrofob va gidrofil aminokislotalarning o'zaro joylashishi, disulfid bog'lar, ion bog'lar va van-der-Vaals kuchlari hisobiga shakllanadi. Fermentning faol markazi (aktiv markazi) aynan shu uchinlamchi tuzilishning muayyan qismida joylashgan bo'lib, u substrat molekulasini aniq tanib, bog'laydi. Faol markazning shakli va zaryadi "qulf va kalit" yoki "induksion moslashuv" nazariyalari asosida substrat bilan o'zaro ta'sir qiladi.

Ko'p hollarda fermentlar to'rtlamchi tuzilishga ham ega bo'ladi. Bunda bir necha polipeptid subbirlklari (subunitlar) birlashib, funksional faol kompleks hosil qiladi. Masalan, gemoglobin (garchi ferment bo'lmasa-da, shunga o'xshash printsiptda) yoki piruvatdehidrogenaza kompleksi kabi fermentlar bir necha turli subbirlklardan tashkil topgan. Bu murakkab tuzilish fermentning regulyatsiyasi va faolligini yanada nozik boshqarish imkonini beradi.

Ba'zi fermentlar oqsildan tashqari tabiatga ham ega. Masalan, ribozimlar — katalitik RNK molekulalari bo'lib, ular oqsiz fermentlar sifatida tan olingan. Bu kashfiyot zamonaviy biologiyada "RNK dunyosi" gipotezasini kuchaytirdi va fermentlarning kelib chiqishi haqidagi tasavvurlarni o'zgartirdi.

Fermentlarning faolliigi ko'pincha kofaktorlar yoki kofermentlarga bog'liq. Metall ionlari ( $Fe^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  va boshqalar) yoki organik molekulalar ( $NAD^+$ , FAD, koenzim A) fermentning faol markazini to'ldirib, reaksiyani amalga oshirishda ishtirok etadi. Bu qo'shimcha guruhlar apoferment (oqsil qismi) bilan birlashib, holofermentni hosil qiladi.

Klassifikatsiya. Fermentlarning ilmiy tasnifi Xalqaro Biokimyo va Molekulyar Biologiya Ittifoqi (IUBMB) tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, ularni katalizlaydigan reaksiya turiga qarab olti asosiy sinfga bo'ladi. Har bir sinfning nomi "-aza" qo'shimchasi bilan tugaydi va EC (Enzyme Commission) raqami bilan belgilanadi.

1. Oksidoreduktazalar (EC 1) — oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini katalizlaydi. Ular elektronlar, vodorod atomlari yoki kislorod atomlarini bir molekuladan ikkinchisiga o'tkazadi. Masalan, dehidrogenazalar, oksidazalar va peroksidazalar shu sinfga kiradi. Bu fermentlar hujayra nafasida va energiya almashinuvida muhim rol o'ynaydi.

2. Transferazalar (EC 2) — funksional guruhlarni (metil, amino, fosfat va boshqalar) bir molekuladan ikkinchisiga o'tkazadi. Kinazalar, transaminazalar va glikoziltransferazalar eng mashhur vakillari hisoblanadi. Ular metabolik yo'llarda oraliq moddalarni sintez qilishda faol ishtirok etadi.

3. Hidrolazalar (EC 3) — suv molekulasini qo'shib bog'larni gidroliz qiladi. Amilaza, proteaza, lipaza va nukleaza kabi fermentlar ovqat hazm qilishda va makromolekulalarni parchalashda asosiy ahamiyatga ega.

4. Liazalar (EC 4) — substratdan suv, uglekislota yoki boshqa kichik molekulalarni ajratib, qo'shilish bog'larini hosil qiladi yoki teskarisini amalga oshiradi. Aldolaza va dekarboksilazalar shu sinfga mansub.

5. Izomerazalar (EC 5) — molekula ichidagi atomlarning joylashuvini o'zgartirib, izomerlarni bir-biriga aylantiradi. Mutazalar va epimerazalar metabolizmning muvozanatini saqlashda yordam beradi.

6. Ligazalar (EC 6) — ikki molekulani birlashtirib, yangi bog' hosil qiladi. Bu jarayon odatda ATF energiyasi hisobiga amalga oshiriladi. Sintetazalar va karboksilazalar shu guruhga kiradi.

Zamonaviy tasnifda qo'shimcha sinflar ham qo'shilmogda, masalan, transpozazalar yoki ribozimlar uchun maxsus guruhlar. Har bir fermentning EC raqami uning aniq funksiyasini ko'rsatadi va xalqaro bazalarda qidirish imkonini beradi. Fermentlarning tuzilishi va funksiyasi o'rtasidagi bog'liqlik juda nozikdir. Har qanday o'zgarish —

mutatsiya, pH o'zgarishi, harorat yoki inhibitorlar ta'siri — fermentning fazoviy shaklini buzishi va faolligini yo'qotishiga olib keladi. Bu jarayon denaturatsiya deb ataladi. Shu bilan birga, allosterik regulyatsiya va kovalent modifikatsiya fermentlar faolligini hujayra ehtiyojlariga mos ravishda o'zgartiradi.

Xulosa

Fermentlarning murakkab tuzilishi va aniq klassifikatsiyasi ularni biologik tizimlarning eng mukammal "ishchi kuchlari"ga aylantiradi. Birlamchi zanjirdan tortib to'rtlamchi komplekslargacha bo'lgan ierarxik tashkil etilish, faol markazning yuqori spetsifikligi va turli sinflarga bo'linishi fermentlarning hayotdagi universal rolini ta'minlaydi.

Zamonaviy biotexnologiya, farmatsevtika va oziq-ovqat sanoati fermentlarni muhandislik usullari bilan o'zgartirib, yangi xususiyatlarga ega "dizayner fermentlar" yaratmoqda. Fermentlar haqidagi bilim chuqurlashgani sari insoniyat metabolik kasalliklarni davolash, samarali bioyoqilg'i ishlab chiqarish va ekologik toza jarayonlarni joriy etish imkoniyatlarini kengaytirmoqda.

Kelajakda fermentlarning tuzilishini kompyuter yordamida modellashtirish va sun'iy intellekt yordamida yangi fermentlarni loyihalash biologiya va kimyo fanlarini yanada yaqinlashtiradi. Shunday qilib, fermentlar nafaqat tiriklikning asosi, balki insoniyat taraqqiyotining muhim vositasi sifatida ham qaralishi lozim.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Mahalliy darsliklar va o'quv qo'llanmalari (O'zbek tilida)

1. Asqarov I.R., To'xtabayev N.X., G'ofurov K.G'. Tibbiy kimyo. Toshkent, "Yangi asr avlodi" nashriyoti, 2022. (Tibbiyot oliy gohlarining davolash, pediatriya va stomatologiya fakulteti talabalari uchun darslik).

2. Sodiqov Q.S. Bioorganik kimyo. Toshkent, "O'zbekiston" nashriyoti, 2018. (Tibbiyot oliy ta'lim muassasalari uchun o'quv qo'llanma).

3. Ro'ziyev D.Y., To'rayev X.X. Klinik va tibbiy kimyo asoslari. Buxoro, "Durdona" nashriyoti, 2021.

4. Madrahimov A.A., Yo'ldoshev X.T. Tibbiy kimyodan laboratoriya mashg'ulotlari. Toshkent, "Turon-Iqbol", 2019. (Amaliy va laboratoriya ishlari uchun qo'llanma).

2. Xalqaro va rus tilidagi asosiy adabiyotlar

5. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Лузин А.П. Биорганическая химия. Москва, "ГЭОТАР-Медиа", 2020. (MDH davlatlarida tibbiyot oliygohlarining "Tibbiy kimyo" va "Bioorganik kimyo" fanlari uchun eng asosiy darslik hisoblanadi).

6. Ершов Ю.А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Москва, "Высшая школа", 2019. (Tibbiyot yo'nalishidagi talabalar uchun umumiy va fizikaviy kimyo asoslari).

7. Литвинова Т.Н. Медицинская химия: общая химия. Ростов-на-Дону, "Феникс", 2018. (Tibbiy jarayonlarning kimyoviy asoslari mukammal yoritilgan qo'llanma).

3. Xalqaro va ingliz tilidagi nufuzli adabiyotlar (Global standartlar)

8.Patrick, Graham L. An Introduction to Medicinal Chemistry. 7th Edition. Oxford University Press, 2023. (Dori vositalarining yaratilishi, sintezi va organizmga ta'sir mexanizmlari bo'yicha dunyodagi eng mashhur darsliklardan biri).

9.Timberlake, Karen C. General, Organic, and Biological Chemistry: Structures of Life. 6th Edition. Pearson, 2019. (Sog'liqni saqlash va tibbiyot sohasi talabalari uchun kimyoning biologik tizimlardagi rolini tushuntiruvchi fundamental kitob).

10.Thomas, Gareth. Fundamentals of Medicinal Chemistry. John Wiley & Sons, 2018. (Tibbiy kimyoning nazariy va amaliy asoslari, farmatsevtik tahlil).

11.Lemke, Thomas L., Williams, David A. Foye's Principles of Medicinal Chemistry. 8th Edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2020. (Klinik tibbiyot va farmatsiyada dori moddalarining kimyoviy tuzilishi hamda terapevtik effektini bog'lovchi eng mukammal qo'llanma).

[www.tma.uz](http://www.tma.uz) – Tibbiy ta'lim materiallari.

[www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz) – Reabilitatsiya bo'yicha ilmiy maqolalar.

[www.lex.uz](http://www.lex.uz) – Qarorlar va sog'liqni saqlash normativlari.

[www.mednews.uz](http://www.mednews.uz) – Tibbiy yangiliklar portali.