OQSILLARNING TUZILISH DARAJALARI: MOLEKULYAR TASHKILIYATLAR VA FUNKSIONAL AHAMIYATI

Saidova Dildora Olimovna

Buxoro davlat pedagogika instituti Kimyo kafedrasi o‘qituvchisi

Annotatsiya: Oqsillar tirik organizmlarning tarkibiy, katalitik, regulyator va himoya funksiyalarini bajaruvchi asosiy biomolekulalardir. Ularning biologik faolligi to‘g‘ridan-to‘g‘ri makromolekulaning fazoviy tashkiliy darajalariga bog‘liq. Ushbu maqolada oqsillarning birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to‘rtlamchi tuzilishlari, shuningdek, zamonaviy biokimyo ma’lumotlarida uchraydigan beshlamchi (quinary) o‘zaro ta’sirlar haqidagi ilmiy qarashlar tahlil qilinadi. Har bir strukturaviy darajaning molekulyar xususiyatlari, barqarorlashuv mexanizmlari va ularning funksional oqibatlari yoritilgan. Maqola oqsil strukturasi va funksiyasi o‘rtasidagi chuqur bog‘liqlikni ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Oqsillar, birlamchi tuzilish, ikkilamchi tuzilish, α-spiral, β-plastinka, uchlamchi tuzilish, to‘rtlamchi tuzilish, peptid bog‘lari, vodorod bog‘lari, gidrofob ta’sir, oqsil funksiyasi.

Abstract: Proteins are the main biomolecules that perform structural, catalytic, regulatory and protective functions in living organisms. Their biological activity directly depends on the spatial organizational levels of the macromolecule. This article analyzes scientific views on the primary, secondary, tertiary and quaternary structures of proteins, as well as on the quinary interactions found in modern biochemistry. The molecular properties of each structural level, stabilization mechanisms and their functional consequences are highlighted. The article shows the deep connection between protein structure and function.

Keywords: Proteins, primary structure, secondary structure, α-helix, β-sheet, tertiary structure, quaternary structure, peptide bonds, hydrogen bonds, hydrophobic interaction, protein function.

Аннотация: Белки – основные биомолекулы, выполняющие структурные, каталитические, регуляторные и защитные функции в живых организмах. Их биологическая активность напрямую зависит от уровней пространственной организации макромолекулы. В статье анализируются научные представления о первичной, вторичной, третичной и четвертичной структурах белков, а также о пятеричных взаимодействиях, выявленных в современной биохимии. Освещены молекулярные свойства каждого структурного уровня, механизмы стабилизации и их функциональные последствия. Показана глубокая связь между структурой и функцией белков.

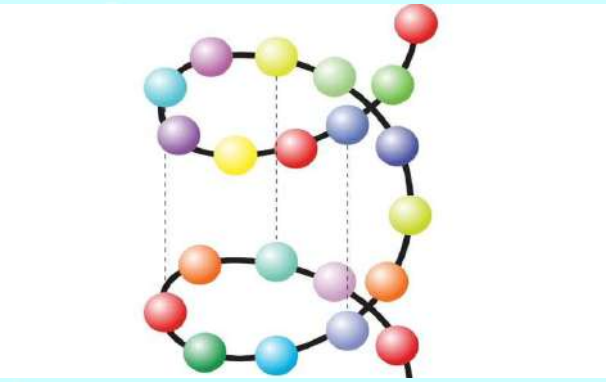
Ключевые слова: белки, первичная структура, вторичная структура, α-спираль, β-лист, третичная структура, четвертичная структура, пептидные связи, водородные связи, гидрофобное взаимодействие, функция белка.

ISSN 3030-3907

Kirish.

Oqsillar tirik organizmlarda hayotiy jarayonlarning markaziy omili hisoblanadi. Ular hujayra tuzilishi, moddalar almashinuvi, signalizatsiya va genetik ma'lumotlarning bajarilishida asosiy rol o'ynaydi. Kimyoviy tarkibi nisbatan oddiy bo'lsa-da, oqsillarning murakkab fazoviy tuzilishi ularning ko'plab funksiyalarini amalga oshirish imkonini beradi. Oqsil molekulalarining tuzilishi bir qator ierarxik darajalarni o'z ichiga oladi: birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi strukturalar, shuningdek, so'nggi yillarda tadqiq etilayotgan beshlamchi o'zaro ta'sirlar. Har bir struktura darajasi oqsil funksiyasining shakllanishi va barqarorligida muhim ahamiyatga ega. Ushbu maqolada oqsillarning har bir molekulyar tuzilish darajalari, ularning barqarorlashuvi va biologik funksiyalari tahlil qilinib, xususan, hujayra ichidagi haqiqiy sharoitni aks ettiruvchi beshlamchi struktura konsepsiyasi haqida so'nggi ilmiy yondashuvlar ko'rib chiqiladi. Shu tarzda, maqola oqsil strukturasining murakkabligi va uning funksionalligi o'rtasidagi chuqur bog'liqlikni yoritishga qaratilgan[1].

Oqsillar barcha hujayralarda asosiy hayotiy jarayonlarning markazida turadi. Ularning kimyoviy tarkibi nisbatan oddiy bo'lsa-da, strukturalarining murakkabligi ularga nihoyatda ko'p funksiyalarni bajarish imkonini beradi. Oqsil molekulasi strukturasining bir necha darajadan iboratligi haqidagi konsepsiya ilk bor XX asr o'rtalarida shakllangan bo'lib, hozirda biokimyo, biofizika va strukturaviy biologiya sohalarining tayanch nazariyalaridan biri sanaladi. Struktura-darajalar quyidagilardan iborat: birlamchi (primary structure), ikkilamchi (secondary structure), uchlamchi (tertiary structure), to'rtlamchi (quaternary structure) va zamonaviy adabiyotlarda beshlamchi (quinary interactions).



Oqsillar tirik organizmlarda eng muhim biomolekulalardan biri bo'lib, ularning funksiyasi ularning strukturasiga bevosita bog'liq. Beshlamchi (quinary) struktura — oqsillarning hujayra ichidagi vaqtinchalik, zaif o'zaro ta'sirlarini o'rganadigan zamonaviy ilmiy konsepsiya. Ushbu maqolada beshlamchi strukturaning biologik ahamiyati, hujayra ichidagi haqiqiy sharoitni tushunishga qo'shgan hissasi va amaliy tadqiqotlardagi roli tahlil qilinadi. Hozirgi tadqiqotlar esa beshlamchi strukturaning — oqsillarning hujayra ichidagi vaqtinchalik va zaif

ISSN 3030-3907

o‘zaro ta’sirlar majmuasi — biologik faoliyatda hal qiluvchi rol o‘ynashini ko‘rsatmoqda[2].

1. Birlamchi tuzilish. Birlamchi tuzilish oqsil zanjiridagi aminokislotalarning ketma-ketligidan iborat bo‘lib, u peptid bog‘lari orqali barqarorlashadi. Oqsil funksiyasining genetik asoslangan determinanti aynan shu darajada belgilangan bo‘ladi. Har bir aminokislota ketma-ketligi oqsilning katlanish potentsialini, gidrofob yadroning shakllanishini va uchlamchi strukturaning barqarorlashishini belgilaydi. Birlamchi struktura quyidagi omillarga bog‘liq: aminokislotalarning fizik-kimyoviy xossalari (qutblilik, zaryad), aminokislotalar ketma-ketligidagi motivlar, genetik mutatsiyalar. Mutatsiyalar ushbu darajada sodir bo‘lishi oqsil funksiyasini o‘zgartirishi yoki patologiyaga olib kelishi mumkin (masalan, oraq-hujayra anemiyasi).

2. Ikkilamchi tuzilish. Ikkilamchi struktura oqsil zanjirining lokal darajada katlanishi natijasida hosil bo‘ladigan shakllarni o‘z ichiga oladi. Eng ko‘p uchraydigan ikki shakl:α-spiral. Polipeptid zanjirining spiral o‘ramlar hosil qilishi natijasida shakllanadi. Vodorod bog‘lari har 3,6 aminokislotadan keyin shakllanib, barqaror spiral strukturani hosil qiladi. β-plastinka (beta-sheet). Zanjirlarning parallel yoki antiparallel joylashuvi natijasida hosil bo‘ladi. Vodorod bog‘lari varaqsimon struktura barqarorligida muhim rol o‘ynaydi. Ikkilamchi struktura oqsilning mexanik barqarorligi, elastikligi va funksional domenlarining shakllanishida muhim ahamiyatga ega[3].

3. Uchlamchi tuzilish. Uchlamchi struktura oqsilning uch o‘lchamli (3D) fazoviy shaklidir. Bu daraja oqsilning haqiqiy funksiyasini belgilaydi, chunki aktiv markazlar, ligand bog‘lanish joylari va katalitik domenlar aynan shu shakl asosida shakllanadi.Uchlamchi strukturaning barqarorlashtiruvchi kuchlari: disulfid bog‘lari (S–S), gidrofob ta’sirlar, ion bog‘lanishlar, vodorod bog‘lari, Van der Waals kuchlari.Ushbu kuchlarning uyg‘unligi oqsilning funksional faolligini ta’minlaydi.

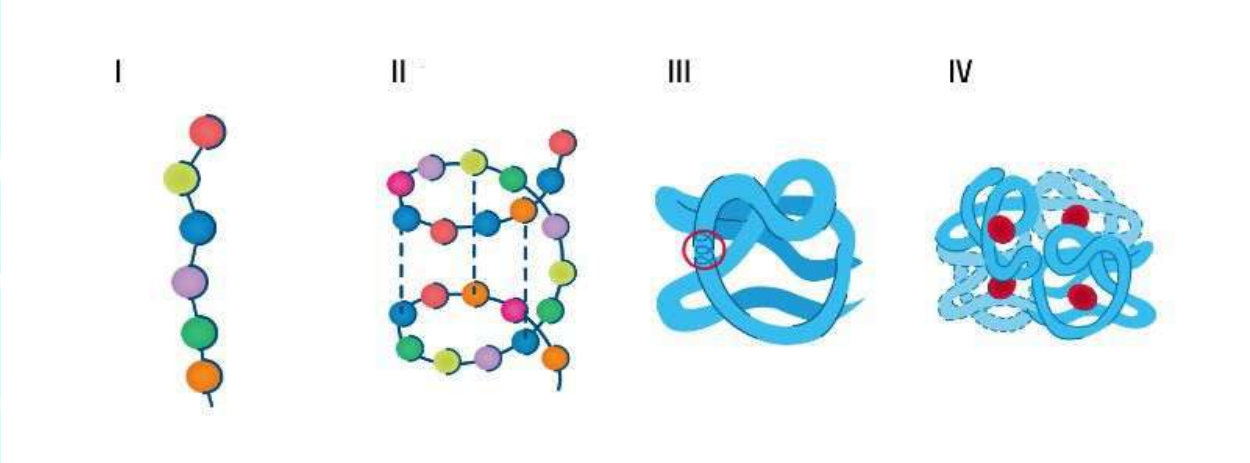
4. To‘rtlamchi tuzilish. To‘rtlamchi tuzilish bir nechta polipeptid zanjirlarining subbirliklar shaklida yig‘ilib, bitta funksional kompleksni hosil qilishi natijasida yuzaga keladi. Misol uchun: Gemoglobin – 4 ta globin zanjiridan tashkil topgan, Laktat dehidrogenaza – tetramerik ferment, Ribosomal oqsillar – katta multimerik komplekslar tarkibida ishlaydi. To‘rtlamchi tuzilish oqsilning kooperativligi, allosterik regulyatsiyasi va faoliyati uchun muhim.

5. Beshlamchi daraja (Quinary interactions). Zamonaviy biokimyo “quinary structure” tushunchasini ilgari suradi. Bu oqsilning hujayra ichida boshqa oqsillar, ribosomal komplekslar, metabolitlar va ionlar bilan zaif, vaqtinchalik o‘zaro ta’sirini ifodalaydi. Bu daraja: oqsilning *in vivo* sharoitdagi haqiqiy hatti-harakatini, regulyatsiya jarayonlarini, hujayraviy zichlik (crowding) ta’sirini,

ISSN 3030-3907

vaqtinchalik komplekslarning shakllanishini belgilaydi. Bu tushuncha ayniqsa hujayra ichidagi biomolekulyar zichlikning oqsillarga ta’sirini o‘rganuvchi zamonaviy tadqiqotlarda muhim o‘rin tutadi[4].

Oqsil strukturalari o‘zaro bog‘langan ierarxik tizimdir. Har bir darajadagi o‘zgarish yuqori strukturalarga ta’sir qilishi mumkin. Biologik faol oqsillar aynan ushbu ko‘p darajali strukturaviy tashkil etilganligi tufayli o‘z funksiyasini bajaradi. Hozirgi tadqiqotlar ko‘rsatadiki, oqsillarning *in vivo* hatti-harakati laboratoriyada o‘lchanadigan xususiyatlardan farq qilishi mumkin, bu quinary interactions konsepsiyasini yanada dolzarb qiladi.



Xulosa qilinganda oqsillarning struktura darajalari ularning funksional faolligi va biologik ahamiyatini aniqlovchi asosiy omillardir. Birlamchi tuzilishdan tortib to to‘rtlamchi darajagacha bo‘lgan barcha strukturaviy bosqichlar oqsilning barqarorligi, selektivligi va funksiyaga moslashuvchanligini belgilaydi. Beshlamchi darajaning o‘rganilishi esa oqsillarning hujayra ichidagi haqiqiy dinamik o‘zaro ta’sir mexanizmlarini chuqurroq tushunish imkonini bermoqda.

Klassik laboratoriya sharoitida oqsillar odatda dilute (suyultirilgan) holatda tahlil qilinadi. Shu bilan birga, hujayra ichidagi muhit juda zich va murakkab bo‘lib, ko‘plab makromolekulalar bilan to‘la. Beshlamchi struktura:Oqsillarning vaqtinchalik interaksiyalarini ko‘rsatadi;Hujayra ichidagi real sharoitda funksiyasini aniqlashga yordam beradi;Laboratoriya va in vivo sharoitlari orasidagi tafovutlarni tushuntiradi. Beshlamchi struktura oqsillarning vaqtinchalik komplekslar hosil qilishini tahlil qiladi. Fermentlar va signal uzatish oqsillari hujayra ichida vaqtinchalik jamoalar hosil qiladi; Bu ularning katalitik va regulyator faolligini oshiradi yoki kamaytiradi; Dinamik interaksiyalarni tushunish kasallik mexanizmlari va dori samaradorligi uchun muhim. Ko‘plab kasalliklar, xususan nevrodegenerativ kasalliklar, oqsillar noto‘g‘ri vaqtinchalik yig‘ilishlari natijasida yuzaga keladi. Beshlamchi struktura: Oqsil agregatlarini hujayra ichida qanday shakllanishini o‘rganadi; Dori vositalarining oqsil xatti-harakatiga ta’sirini tushunishga yordam beradi; Yangi terapevtik strategiyalarni ishlab chiqishda qo‘llaniladi. Biomolekulyar muhitni modellashtirishda: Hujayra ichidagi

ISSN 3030-3907

makromolekulyar *"crowding"* effektini modellashtirish; Oqsil o'zaro interaksiyalarini simulyatsiya qilish; *In vitro* natijalarni sharoitga moslashtirish mumkin bo'ladi[5].

Demak oqsillarning beshlamchi strukturasini o'rganish Hujayra ichidagi haqiqiy sharoitni tushunishga yordam beradi. Oqsil dinamikasi va vaqtinchalik interaksiyalarini aniqlaydi. Kasalliklar va farmakologiya sohasida amaliy ahamiyatga ega. Biomolekulyar tizimlarni modellashtirish imkonini beradi. Zamonaviy biologiya va tizimli tadqiqotlar uchun yangi ilmiy darajani tashkil qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Cohen, R.D., & Pielak, G.J. (2017). A cell is more than the sum of its (dilute) parts: Quinary protein structure. Biochemistry, 56(34), 4757–4763.
2. Wirth, A.J., & Gruebele, M. (2013). Quinary protein structure and the consequences of macromolecular crowding. BioEssays, 35(11), 984–993.
3. Voet, D., Voet, J.G. (2023). Biochemistry. Wiley.
4. Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L. (2022). Biochemistry. Freeman and Company.
5. Zhou, H.X. (2013). Influences of crowded cellular environments on protein folding and binding. FEBS Letters, 587, 1053–1061.

ISSN 3030-3907