ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 3

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

OQSILLARNING TUZLAR TA'SIRIDA CHO'KISHI VA JARAYONNING FIZIK-KIMYOVIY ASOSLARI

Muxiddinov Xusniddin Muxiddinovich

Siyob Abu Ali ibn Sino nomidagi Jamoat salomatligi texnikumi, tibbiy kimyo fani o'qituvchisi

Annotatsiya. Mazkur maqolada oqsillarning neytral tuzlar ta'sirida cho'kishi jarayoni fizik-kimyoviy jihatdan o'rganildi. Oqsil molekulalarining gidrat qobig'i buzilishi, ion kuchi ortishi hamda elektrostatik ekranlanish hodisasi asosiy mexanizm sifatida tahlil qilindi. Albumin va kazeinning NaCl hamda $(NH_4)_2SO_4$ eritmalarida cho'kishi tajribaviy usulda tekshirildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, ion kuchi ortishi bilan oqsilning eruvchanligi kamayadi va ma'lum kritik konsentratsiyada to'liq koagulyatsiya sodir bo'ladi.

Kalit so'zlar: oqsil, cho'kish, ion kuchi, salting-out, albumin, kazein, koagulyatsiya.

Аннотация. В данной статье физико-химически изучен процесс осаждения белков под воздействием нейтральных солей. В качестве основного механизма проанализированы разрушение гидратационной оболочки молекул белка, увеличение ионной силы и электростатическое экранирование. Экспериментально исследовано осаждение альбумина и казеина в растворах NaCl и $(NH_4)_2SO_4$. Результаты показали, что с увеличением ионной силы растворимость белка уменьшается, а полная коагуляция происходит при определенной критической концентрации.

Ключевые слова: белок, осаждение, ионная сила, высаливание, альбумин, казеин, коагуляция.

Abstract. In this article, the process of precipitation of proteins under the influence of neutral salts was studied physicochemically. The main mechanism was analyzed as the disruption of the hydration shell of protein molecules, an increase in ionic strength, and electrostatic screening. The precipitation of albumin and casein in NaCl and $(NH_4)_2SO_4$ solutions was experimentally investigated. The results showed that with an increase in ionic strength, the solubility of the protein decreases and complete coagulation occurs at a certain critical concentration.

Keywords: protein, precipitation, ionic strength, salting-out, albumin, casein, coagulation.

KIRISH.

Oqsillarni tuzlar yordamida fraksiyalash biokimyo va biotexnologiyada keng qo'llaniladi. Xususan, ammoniy sulfat bilan bosqichma-bosqich cho'ktirish usuli fermentlar, zardob oqsillari va boshqa biologik faol moddalarning dastlabki tozalash bosqichida qulay hisoblanadi. Bu usulning afzalligi shundaki, u nisbatan

ISSN 3030-3907

sodda, arzon va ko‘p miqdordagi biomaterial bilan ishlashga mosdir. Farmatsevtik texnologiyada oqsillarni konsentratsiyalash, saqlash hamda ayrim holatlarda ularni nojo‘ya aralashmalardan ajratishda tuzli cho‘ktirishdan foydalaniladi. Oziq-ovqat sanoatida esa sut oqsillari, zardob komponentlari va ozuqaviy qo‘shimchalarni ajratishda ushbu hodisaning nazariy asoslari katta amaliy qiymatga ega.

Oqsillar yuqori molekulyar birikmalar bo‘lib, suvli eritmalarda kolloid tizim hosil qiladi. Ularning barqarorligi gidratlanish darajasi va molekula yuzasidagi zaryad bilan belgilanadi. Eritmaga tuz qo‘shilganda eritmaning ion kuchi ortadi, bu esa oqsil molekulalari orasidagi elektrostatik o‘zaro ta’sirni o‘zgartiradi.

Tuzlar ta’sirida oqsillarning cho‘kishi ikki bosqichda sodir bo‘ladi:

1. Gidrat qobig‘ining kamayishi
2. Molekulalararo agregatsiya

Ushbu hodisa biotexnologiya, farmatsevtika va oziq-ovqat sanoatida muhim ahamiyatga ega.

Oqsillarning kolloid xossalari. Oqsillar amfoter tabiatga ega bo‘lib, muhit pH ga qarab musbat yoki manfiy zaryadlanadi. Ularning eruvchanligi izoelektrik nuqtada minimal bo‘ladi.

“Salting-in” va “Salting-out” mexanizmi. Past konsentratsiyada tuz qo‘shilishi oqsil eruvchanligini oshiradi (“salting-in”). Yuqori konsentratsiyada esa suv molekulalari tuz ionlari bilan bog‘lanib, oqsil gidrat qobig‘i kamayadi. Natijada oqsil molekulalari bir-biriga yaqinlashib agregatsiyalanadi (“salting-out”).

Oqsillarning tuzlar ta’sirida cho‘kish samaradorligi bir nechta omillarga bog‘liq. Birinchi omil — tuzning tabiati. Monovalent ionlar ko‘pincha nisbatan yumshoq ta’sir ko‘rsatsa, yuqori gidratlanuvchi ko‘p atomli ionlar kuchliroq cho‘ktiradi. Ikkinchi omil — tuz konsentratsiyasi. Past konsentratsiyada ayrim oqsillar eruvchanligi hatto ortishi mumkin, chunki ionlar oqsil yuzasidagi zaryadlarni barqarorlashtiradi. Biroq konsentratsiya ortgach, suv uchun raqobat kuchayadi va salting-out ustun bo‘ladi. Uchinchi omil — muhit pH i. Oqsil izoelektrik nuqtaga yaqinlashgan sari uning umumiy zaryadi kamayadi, bu esa cho‘kishni osonlashtiradi. To‘rtinchi omil — harorat bo‘lib, u gidratlanish, diffuziya va agregatlarning barqarorligiga ta’sir qiladi.

Cho‘kishga ta’sir etuvchi asosiy omillar. Oqsillarning tuzlar ishtirokida cho‘kishi termodinamik jihatdan sistemadagi erkin energiya o‘zgarishi bilan tushuntiriladi. Eritmada alohida-alohida gidratlangan oqsil molekulalari va ionlarning mavjudligi ma’lum energetik holatni beradi. Tuz miqdori ortganda suvning bir qismi ionlar atrofida mustahkam gidrat qavatlar hosil qilishga

ISSN 3030-3907

sarflanadi, oqsilning gidratlangan holati esa beqarorroq bo‘lib qoladi. Agregatsiya natijasida suvning bir qismi erkinlashadi va sistemadagi tartibsizlikning qayta taqsimlanishi yuz beradi. Har doim ham jarayonni faqat birgina entropiya yoki entalpiya orqali izohlab bo‘lmaydi; aksincha, bu omillarning birgalikdagi ta’siri muhimdir. Shuning uchun salting-out jarayoni oqsil turi, tuz tabiatı, harorat va pH ga qarab turlicha kechadi.

Ion kuchi ortishi oqsil molekulalari sirtidagi zaryadlararo o‘zaro itarilish kuchini kamaytiradi. Oddiy sharoitda bir xil zaryadlangan oqsil zarrachalari bir-birini itarib, agregatsiyaga yo‘l qo‘ymaydi. Eritmada ko‘p miqdorda ionlar paydo bo‘lgach, ular zaryadlarni ekranlaydi va itarilish masofasini qisqartiradi. Natijada zarrachalar bir-biriga yaqinlashib, koagulyatsiyaga osonroq kirishadi. Shu sababli cho‘kish darajasi ko‘pincha ion kuchining ma’lum oraliqda ortishi bilan nolinear ravishda kuchayadi. Bu holat tajribalarda loyqalanishning avval sekin, keyin esa keskin kuchayishi bilan namoyon bo‘ladi.

Cho‘kish hodisasida oqsil tabiatining o‘zi ham muhim rol o‘ynaydi. Globulyar oqsillar, odatda, muayyan ion kuchigacha eritmada yaxshi saqlanadi, biroq kritik konsentratsiyadan keyin ularning eruvchanligi keskin kamayadi. Kazein esa micellyar tuzilishga ega bo‘lgani sababli uning cho‘kishi muhit pH i, kalsiy ionlari va izoelektrik nuqtaga yaqinlik bilan kuchli bog‘liq. Demak, bir xil tuz turli oqsillarga bir xil darajada ta’sir qilmaydi. Shu jihatdan qaraganda, tajribada albumin va kazeinning turlicha cho‘kish xatti-harakati kuzatilgani nazariy jihatdan asosli hisoblanadi.

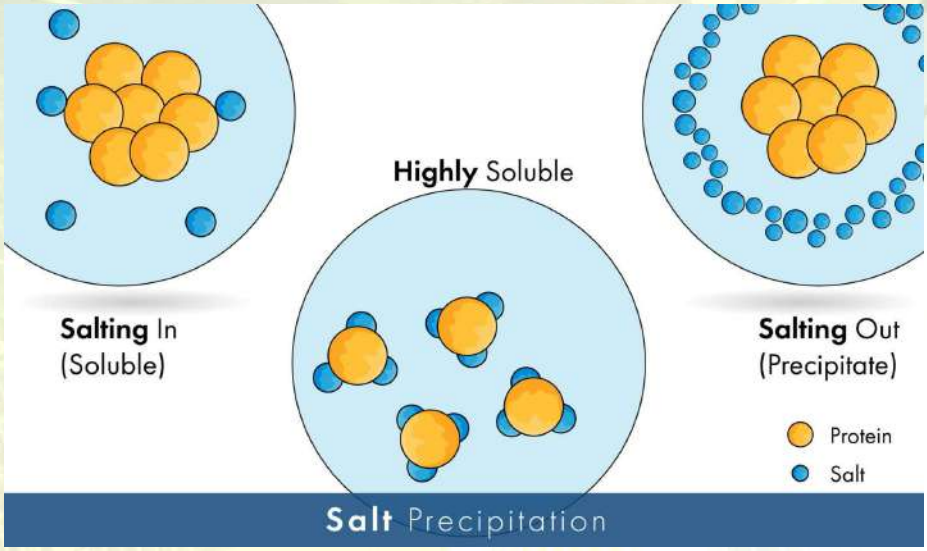
Oqsil yuzasida karboksil, amino, gidroksil va boshqa qutbli guruhlar mavjud bo‘lib, ular suv molekulalari bilan vodorod bog‘lari hosil qiladi. Ushbu gidrat qobig‘i oqsilning eritmada barqaror turishini ta’minlaydi. Neytral tuzlar konsentratsiyasi ortganda ionlar suv molekulalarini o‘z atrofiga kuchliroq tortadi va oqsil sirtini o‘rab turgan suv qatlami qisman yemiriladi. Ayniqsa, sulfat ionlari kabi kuchli gidratlanuvchi ionlar suvni faol bog‘lab, oqsilning solvatlanish darajasini pasaytiradi. Buning oqibatida Van-der-Vaals kuchlari, gidrofob o‘zaro ta’sirlar va qisman elektrostatik yaqinlashuv kuchayib, molekulalararo agregatlar hosil bo‘ladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Ishlatilgan reaktivlar: distillangan suv, tuxum albumin, sut kazeini, NaCl va $NH_4)_2SO_4$ tuzlari. 1% albumin eritmasi tayyorlandi. Eritmaga turli konsentratsiyadagi tuz eritmalari qo‘shildi. Cho‘kma hosil bo‘lish jarayoni vizual va spektrofotometrik usulda kuzatildi. Cho‘kma filtrlanib quritildi va massasi aniqlandi.

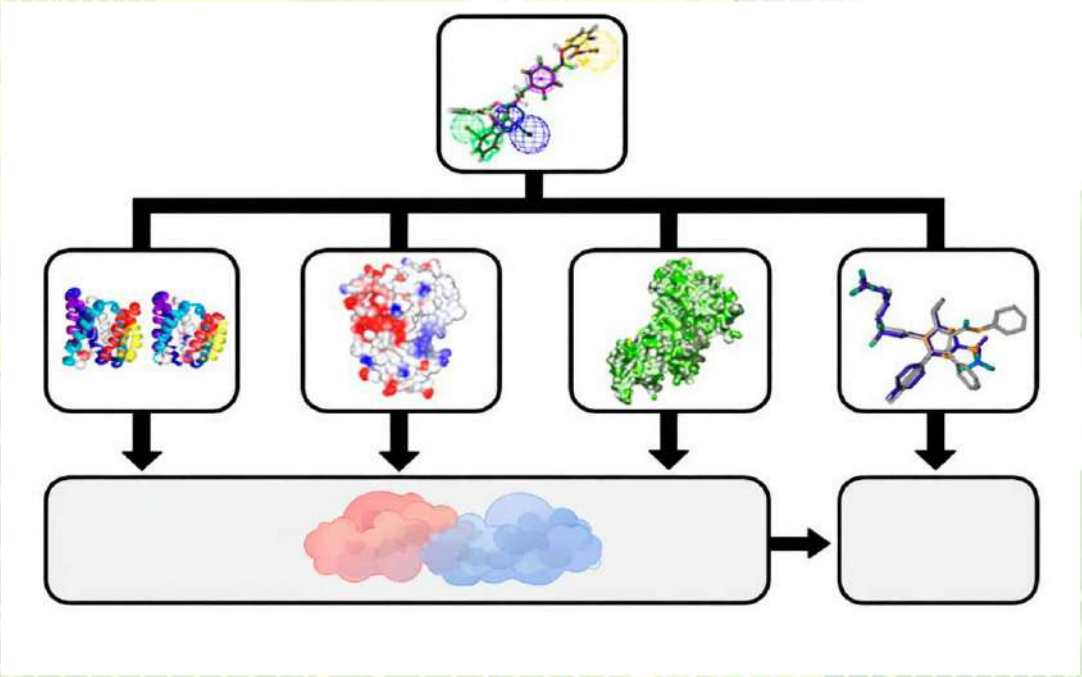
Ion kuchi oshishi bilan oqsil eruvchanligi eksponensial kamayadi. Ammoniy sulfat yuqori zaryadli ionlarga ega bo‘lib, suv molekulalarini kuchli bog‘laydi.

ISSN 3030-3907

Natijada oqsil molekulalari gidrat qobig‘ini yo‘qotadi. Jarayon termodinamik jihatdan erkin energiya kamayishi bilan tavsiflanadi. Cho‘kish jarayonida entropiya ortadi va tizim barqarorroq holatga o‘tadi. Cho‘kish darajasi tuz konsentratsiyasi ortishi bilan keskin oshadi. Ammoniy sulfat kuchliroq ta’sir ko‘rsatadi.



1-rasm. Oqsil eruvchanligi



2-rasm. Tuz konsentratsiyasiga bog‘liq cho‘kish darajasi

NATIJALAR. Tajribalar davomida tuxum albumini va sut kazeinining turli konsentratsiyadagi NaCl hamda $(NH_4)_2SO_4$ eritmalarida cho‘kish jarayoni o‘rganildi. Koagulyatsiya darajasi eritmaning loyqaligi, cho‘kma massasi va vizual kuzatish asosida baholandi.

ISSN 3030-3907

1-Jadval

Tuz konsentratsiyasi va cho‘kish darajasi

Tuzlarning turi	Konsentratsiya	Cho‘kish darajasi
NaCl	past (*)	kuzatilmaydi (-)
NaCl	o‘rta (**)	qisman (+)
$(NH_4)_2SO_4$	o‘rta (**)	sezilarli (++)
$(NH_4)_2SO_4$	yuqori (***)	to‘liq (+++)

Cho‘kma hosil bo‘lish jarayoni quyidagi bosqichlarda kechdi:

1. Eritmaning asta-sekin loyqalanishi
2. Oqartiruvchi flokulalar paydo bo‘lishi
3. Pastga cho‘kuvchi zich agregatlar hosil bo‘lishi

Kazein izoelektrik nuqtaga yaqin sharoitda tezroq cho‘kdi. Albumin esa yuqoriroq ion kuchi talab qildi. Bu oqsillarning tuzilish farqi va molekulyar massasi bilan izohlanadi.

XULOSALAR. Natijalarni fizik-kimyoviy nuqtai nazardan tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, oqsillarning tuzlar ta’sirida cho‘kishi faqatgina oddiy eruvchanlik kamayishi bilan emas, balki eritmadagi suv tuzilmasining qayta tashkil topishi, ionlarning gidratlanish qobiliyati va oqsil yuzasidagi funksional guruhlar bilan bilvosita o‘zaro ta’sirlar orqali kechadi. Oqsil molekulasi suvli muhitda mustaqil zarracha sifatida emas, balki gidratlangan kolloid sistema sifatida mavjud bo‘ladi. Shu sababli tuz qo‘shilganda nafaqat eritmaning ion kuchi, balki suvning erkinligi ham o‘zgaradi. Natijada oqsilning erkin gidratlangan holati termodinamik jihatdan kamroq qulay bo‘lib qoladi va agregatsiya uchun sharoit yuzaga keladi.

Mazkur tadqiqotda oqsillarning neytral tuzlar ta’sirida cho‘kishi jarayoni fizik-kimyoviy va tajribaviy jihatdan kompleks o‘rganildi. Olingan natijalar asosida quyidagi ilmiy xulosalarga kelindi:

1. Oqsillarning tuzlar ta’sirida cho‘kishi ion kuchiga bog‘liq.
2. Yuqori valentli ionlar kuchliroq cho‘ktiradi.
3. $(NH_4)_2SO_4$ samarali cho‘ktiruvchi hisoblanadi.
4. Jarayon gidrat qobig‘ining buzilishi bilan bog‘liq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Wingfield P.T. Protein precipitation using ammonium sulfate. *Current Protocols in Protein Science.* Vol. 88. – 2017.
2. Adhikari N., et al. Effects of precipitation methods on protease yield and activity from *Averrhoa carambola,* 2025.
3. Liang Y., et al. Molecular insights into ammonium sulfate–induced biological processes. *Microorganisms*, 2025.

ISSN 3030-3907

4. Nelson D.L., Cox M.M. Lehninger Principles of Biochemistry. – New York: W.H. Freeman, 2017.
5. Atkins P., de Paula J. Physical Chemistry. – Oxford: Oxford University Press, 2018.
6. Глинка Н.Л. Общая химия. – Москва: Юрайт, 2019.
7. Ленинджер А. Основы биохимии. – Москва: Мир, 2018.
8. Stryer L. Biochemistry. – New York: Freeman, 2019.

ISSN 3030-3907