Муксумова З.С., Насирдинова Г.К.

БИОЛОГИЯЛЫК СИСТЕМАЛАРДАГЫ МЕТАЛЛДАР ЖАНА ХЕЛАТТАР

Муксумова З.С., Насирдинова Г.К.

МЕТАЛЛЫ И ХЕЛАТЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Z.S. Muksumova, G.K. Nasirdinova

METALS AND CHELATES IN BIOLOGICAL SYSTEMS

УДК: 373-1.

Указана роль четырех S- элементов: K, Na, Ca,Mg в структуре живых организмов.Во многих биологических системах важную роль играют хелатные соединения d – элементов: Fe, Cr, Mn, Co, Cu, Zn.

Specify the role of the four S - elements: K, Na, Ca, Mg in the structure of living organisms. In many biological systems play an important role chelate compounds of d - elements (Fe, Cr, Mn, Co, Cu, Zn.

Биологиялык системалар негизинен суутек, кычкылтек, көмүртек, азоттон турат. Биологиялык клеткаларга керектүү атомдордун 99% төрт элементтин үлүшүнө туура келет. Ошентсе дагы биологиялык системалар көптөгөн башка элементтерге муктаж болушат.

S-элементтердин катарындагы төрт металл K, Na, Ca, Mg тирүү организмдердин түзүлүшүндө негизги ролду ойнойт. Бардык өсүмдүктөрдө, жаныбарларда бул элементтер кездешет.

Жаныбарлардын организмдеги биологиялык суюктуктар Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, HCO_3^{2-} иондорун кармайт. Биологиялык суюктуктардын катарына кандын плазмасы, тер жана клетканын ичиндеги суюктуктар кирет. Кандын плазмасында Na^+ жана Cl^- иондорунун концентрациясы салыштырмалуу жогору, б.а. “туздун” концентрациясы жогору. Канда туздун болгону анын осмос басымын мүнөздөйт. Тирүү организмдердин клеткаларынын кызматын осмос басымы жөнгө салат. Осмос басымын жөнгө салуу кызматын бөйрөк аткарат. Бул процесс осморегуляция деп аталат. Ал гомеостаздын жалпы процессине кирет да, анын жардамы менен тышкы чөйрөнүн шарттарынын өзгөрүүсүнө карабастан тирүү организмдер ички системасын тең салмакта кармайт.

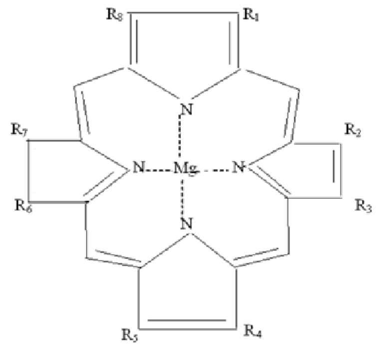
Натрий хлориди тердин негизги бөлүгү болуп саналат. Тердөө – гомеостаздын бир белгиси. Качан адамдын денеси ысыганда ал тердейт, натыйжада дененин температурасы төмөндөйт.

Гомеостаз бардык тирүү организмдерде тиричиликтин маанилүү кызматын ойнойт. Ал тирүү организмдин бардык системаларын нерв системасын кошо камтыйт. Борбордук нерв системасында негизги ролду s-металлдардын иондору, анын ичинен Na^+ жана K^+ иондору ойнойт. Жаныбарлардын нерв системасы миллиондогон нерв клеткаларынан турат. Нерв системасынан жаныбарлардын мээсине жана ага берилүүчү сигналдар нерв клеткаларына таралуучу начар электрдик импульстар болуп эсептелет. Бул электрдик импульстар нерв клеткаларындагы Na^+, K^+ иондорунун концентрациясынын күтүүсүздөн өзгөрүшүнөн пайда болот. Клетка ичиндеги суюктук, ошондой эле, нерв клеткаларында да K^+ иондорунун концентрациясы салыштырмалуу жогору, ал эми клетка аралык суюктукта Na^+ иондорунун концентрациясы жогору болот. Качан K^+ иондору нерв клеткаларынын чегинен сырткары басымдуу болгондо клетка ичинде терс заряддардын (Cl^- иондорунун) ашыкча топтолушунун натыйжасында анын керегелеринде потенциалдардын айырмасы келип чыгат. Нерв клеткаларын стимулдаштырганда ал өзүнөн Na^+ иондорун өткөрөт. Бул болсо потенциалдардын айырмасынын белгилеринин өзгөрүшүнө алып келет. Нерв талчаларынын бир клеткасынан башка клеткасына электр импульстарынын таралышы ушундай жүрөт.

Кальций. Чоң кишилердин организми күнүгө 1г жакын кальцийге муктаж. Бул элементтин негизги булагы сүт азыктары: сүт жана сыр. Кальций адам организминин нормалдуу өсүүсү жана кызмат аткаруусу үчүн алмашкыс элемент. Чоң кишинин организми орточо 1 кг жакын кальцийди кармайт. Бул сандын 99% жакыны сөөк жана тиш ткандарында кальций фосфаты түрүндө кармалат. Адам организми көптөгөн процесстерди туура башкаруу үчүн кальцийге муктаж. Кальций болбосо кан коюланбайт, булчуңдардын жыйрылуусу жана нерв системасынын кызматы начарлайт. Адамдын канында кальций концентрациялары болжол менен 0,1г/дм^3 түзөт, бул деңгээлди гормондор жөнгө салат. Ичеги карында кальцийди сиңирүүгө витамин D жардам берет, кальций жаш балдарга жетишпесе итий оорусуна чалдыгат. Витамин D булагы болуп боор жана балык майы эсептелет.

Магний. Адамдын организмде магний тиричилик үчүн негизги ролду ойнойт. Нерв системасынын жана булчуңдардын нормалдуу иштеши үчүн керек. Чоң кишинин организми 25 г жакын магнийди кармайт, анын негизги бөлүгү сөөктөрдө топтолот. Жашылчалардын жашыл жалбырактары менен азыктануудан магнийди алабыз. Бардык жашыл өсүмдүктөрдө хлорофилл болот, ансыз фотосинтез процесси жүрбөйт. Хлорофилл төрт пигменттин аралашмасынан турат. Хлорофилл “а” жана хлорофилл “в” магний кармаган металлорганикалык бирикмелер болуп саналат, борбордук ион магний азоттун төрт атому менен байланышып,

жалпак органикалык порфирин деп аталуучу циклдик системаны пайда кылат.



1-сүрөт. Хлорофиллдин молекуласынын түзүлүшү.

d-Элементтер. d-Элементтер биологиялык системаларда маанилүү ролду ойнойт. Мисалы: чоң кишинин организми 4г жакын темирди кармайт. Бул сандын 2/3 бөлүгү кандын кызыл пигменти гемоглобинге туура келет.

Темир булчуң белогу миоглобиндин составына кирет, боордо топтолот. Тамак-аштагы темирдин жетишсиздиги кандагы гемоглобиндин азайышына алып келет, натыйжада анемия оорусу пайда болот. Гемоглобиндин жетишсиздиги кандагы кычкылтектин ташылуусуна тоскоол болот да, организмдин клеткаларынын энергия бөлүп чыгаруусу начарлайт, ошондуктан анемиянын белгилери болуп – алсыздык жана уйку эсептелет.

Өсүмдүктөр дагы темирге муктаж болот. Темирдин жетишсиздиги өсүмдүктөрдө хлороз оорусун пайда кылат. Хлороздун пайда болушу биринчи кезекте жаш жалбырактарда байкалат, анткени сары так пайда болот. Топуракта кармалган темир эрибөөчү кошулмалардын курамында болгондо, өсүмдүктөр сиңире албайт, натыйжада хлороз пайда болот. Айыл-чарба практикасында топуракка темирдин комплекстик бирикмелерин кошот, мисалы; $[FeЭДТА]^{2-}$, мында ЭДТА-этилендиаминтетрауксус кислотасынын аниону. Хелатташкан темир чөкмөгө түшпөйт, ал өсүмдүктөргө барат. Кээ бир өсүмдүктөр, мисалы: соянын кээ бир түрлөрү өздөрүнүн хелаттарын бөлүп чыгарышат. Хелаттардын таасиринен темир эрүүчү түргө өтөт.

2-сүрөт. Гемоглобиндин түзүлүшү.

Ташта өсүүчү мохтор жана балырлар хелатташкан агентти бөлүп чыгарат, өсүмдүктөрдү керектүү металлдар менен камсыз кылат. Адамдын организми оору козгоочу бактериялар менен күрөшүүдө алардагы темирди жок кылат. Бактериялар керектүү темирди хелатташкан күчтүү агенттердин жардамы менен алат. Адам организмине кирген темир туруктуу комплекстердин курамына кошулат. Натыйжада адам организминин жана оору козгоочу бактериялардын хелатташкан агенттери бири-бирине каршы турат. Температуранын жогорулашы менен бактериялардын хелаттарды синтездөө жөндөмдүүлүгү төмөндөгөндүгү аныкталган. Демек, температуранын жогорулашы организмдин оору козгоочу бактериялардын таасиринен коргоочу реакциясы болуп саналат. Хелаттар жана хелаттоочу агенттер дары - дармек катары колдонулат. Алардын жардамы менен организмдеги зыян металлдарды (Hg^{2+}, Pb^{2+}, Cd^{2+}) жок кылса болот. Коргошун менен ууланганда организмге $Na_2[CaЭДТА]$ куюшат. ЭДТА коргошун менен хелаттын комплексин пайда кылып, организмден заара аркылуу чыгарылат.

Хром адам организмде глюкозанын сиңирилишине катышат.

Марганец ар кандай ферменттердин курамына кирет.

Ал өсүмдүктөргө керек, канаттуулардын азыгында маанилүү компонент болуп саналат, бирок койлорго, бодо малдарга анча керек эмес. Учурда адамдарда марганецтин жетишсиздиги тууралуу маалыматтар тарады, ал дерматиттин пайда болушу, чачтын өсүүсүнүн жана түсүнүн өзгөрүшү менен коштолот. Марганец чайда көп кармалат. Бул элементтин булагы болуп жаңгак, специялар, акшак эсептелет.

Кобальт адамдарга, койлорго, бодо малдарга керек. Ал B_{12} (цианкобаламин) $C_{63}H_{90}D_{14}N_{14}PCO$ витамининде кармалат. Бул порфириндик катардагы комплекстик кошулма, кобальт циан тобу жана азоттун 5 атому менен координациялык байланышкан. Цианкобаламиндин жаратылыштагы биринчилик синтези микроорганизмдерде гана иш жүзүнө ашат. Анын жаныбарлардын организмдеги синтези тамак сиңирүү системасында микрофлоранын жашоо эсебинен жүрөт.

Цианкобаламин – анемияга каршы активдүү препарат, ал Аддисон-Бирмер оорусунда, нерв ооруларын, боорду дарылоодо колдонулат.

Жез ферменттердин составындагы негизги элемент, гемоглобиндин синтезине катышат. Ал өсүмдүктөргө керек, кой, бодо малдар тамак-аш рационунда жездин жетишсиздигин өзгөчө сезишет. Тамак-ашта жездин жетишсиздигинен койлордун козулары туубаса кемтиги менен туулат, көбүнчө арткы буттары шал болуп. Адамдын тамак-ашында жез көп кармалган негизги азык болуп боор эсептелет. Жез анча көп эмес санда деңиз азыктарында, кургатылган мөмөлөрдө, буурчак өсүмдүктөрүндө, акшакта кармалат.

Цинк ферменттердин составына кирет. Ал инсулинди иштеп чыгуу үчүн керек, жана ангидраза ферментинин составдык бөлүгү, дем алуу процессинде негизги ролду ойнойт. Цинктин жетишсиздиги жаш балдардын организминин өсүүсүндө кыйынчылыкты пайда кылат. Цинк Т-лимфоциттердин таасирине муктаж, ансыз адам организминдеги иммундук система инфекциялар менен күрөшө албайт.

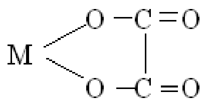
Цинктин жетишсиздиги өсүп келе жаткан жаныбарларда табиттин жоголушуна, скелеттин бузулушуна, чачтын түшүүсүнө, теринин бузулуусуна, жыныстык жетилүүнүн ингибирлешүүсүнө алып келет. Жаранын айыгуусунда цинктин таасири чоң.

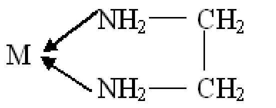
Цинктин жетишсиздиги белоктордун синтезделишинин жана коллагендин азайышына алып келет.

Металлдар менен катуу ууланганда, жана кээ бир тукум куучу оорулардын мисалы: серповиддик клеткалык анемияга цинктин препараттары жардам берет. Серповиддик клеткалык анемия – эритроциттердин туубаса кемтиги. Бул ооруга чалдыккандардын эритроциттери аномалиялык түрдө болот, ошондуктан кычкылтекти ташууга жөндөмсүз. Тамакка цинкти кошууда цинк кальций менен конкуренция болуп клеткалык мембрананын аномалиясын азайтууга алып келет. Цинктин препараттары анорексияны (табиттин жоголушу), нерв системасынын бузулушун чакыруучу ооруларды айыктырууга алып келет.

Жогоруда кээ бир металлдардын хелаттары келтирилди. Эми аларга кеңири токтолобуз.

Циклдик жана хелаттык комплекстик кошулмалар би - же полидентаттык лиганды кармайт, рактын аттиши сыяктуу борбордук атомду өзүнө тартат:





Бул комплекстерде М-символу металлдын атому, жебе – донор – акцептордук байланыш. Мындай комплекстердин мисалы болуп темир (III)түн оксалат комплекси $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$, платина (IV)түн этилендиамин комплекси $[Pt(en)_3]^{4+}$ саналат. Хелаттардын тобуна ички комплекстик кошулмалар кирет, борбордук атом циклдин составында болот, ар түрдүү жолдор менен лиганддар донор-акцептордук жана атомдордун жупташпаган электрондорунун эсебинен коваленттик байланышты пайда кылат. Мындай топтогу комплекстер аминкарбон кислоталарына мүнөздүү. Алардын жөнөкөй өкүлү-аминуксус кислотасы (глицин) NH_2-CH_2-COOH, Cu^{2+}, Pt^{2+}, Ph^{3+} иондору менен хелаттарды пайда кылат. Мисалы:

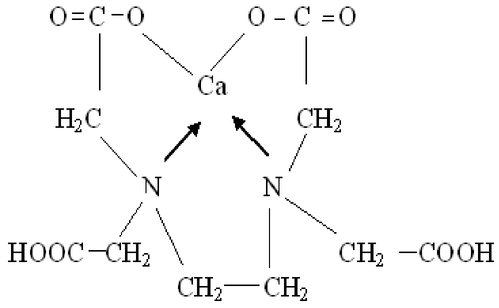
Глициндин ар бир молекуласы эки функционалдык топторду пайдаланат. Биринчи учурда ал борбордук атом менен азот аркылуу амин тобу менен донор-акцептордук механизм боюнча, экинчиден кычкылтек аркылуу карбоксил тобу менен кадимки коваленттик байланышта болот.

Хелаттар сууга караганда органикалык эриткичтерде жакшы ээрийт, жогорку термикалык туруктуулукка ээ.

Хелаттардын туруктуулугу лиганддын түзүлүшүнөн жана андагы цикл пайда кылуучу топтордун жайгашуусунан көз каранды. Кош байланышы жок лиганддар туруктуу болуп беш мүчөлүү циклдерди, кош байланышы бар лиганддар алты атому бар шакекчени пайда кылышат.

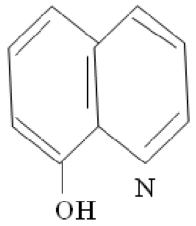
Этилендиаминтетрауксус кислотасы жана башка аминполикарбон кислоталары комплексондор деп аталышат. Алар туруктуу комплекстик кошулмаларды, негизинен катиондорду пайда кылышат. Ошондуктан комплексондор металлдарды аныктоодо колдонулат. Комплексондордун негизги касиети болуп ички комплекстик туздарды берүүгө жөндөмдүүлүгү щелочтуу жер металлдары кальций, магний, барий иондору менен негизинен сууда эриген комплекстер пайда болот.

Кальций ички комплекстик тузунун түзүлүшүн төмөнкүдөй жазсак болот:

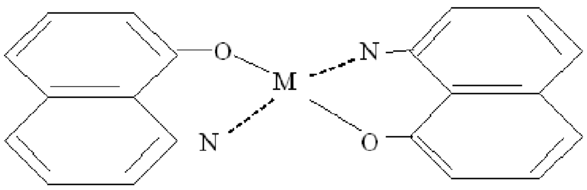


Органикалык бирикмелердин ичинен металлдар менен ички комплекстик кошулмаларды пайда кылуучу көбүрөөк таралган кошулмалар төмөндө келтирилди:

8-оксихинолинде (оксинде)

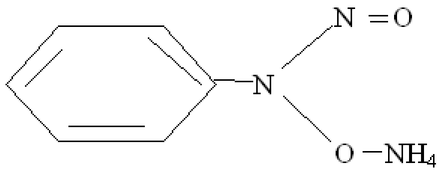


гидроксил тобундагы суутек металл менен орун алмашууга жөндөмдүү, азот донор-акцептордук байланышты түзүп, төмөнкү кошулманы пайда кылат:

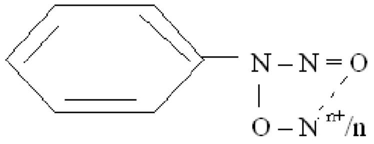


Эритменин pH-ын 8-гидроксихинолин менен өзгөртүп, башка металлдардын иондорунун катышуусунда бир металлдын ионун чөктүрсө болот.

Купферон



N-нитрозофенилгидроксиламиндин аммоний тузу. Металлдардын иондору аммоний иону менен орун алмашат, жана азот же кычкылтек менен координациялык байланышат:



Ички комплекстик туздар – жогорку балкып эрүү температурасына ээ болгон, сууда начар эрүүчү, органикалык эриткичтерде жакшы эриген катуу кристаллдык заттар.

Ички комплекстик кошулмалар комплекс пайда кылуучу металлдардын иондорунун түсүнөн айырмалануучу интенсивдүү түскө ээ.

Ички комплекстик кошулмаларды окуп үйрөнүү жаныбарлардын жана өсүмдүктөрдүн организмде жүрүүчү көптөгөн процесстерди терең түшүнүүнү жана кызыгууну жаратат.

Металлдардын иондорунун жана хелаттардын химиотерапияда колдонулушу

Металлдардын жана алардын кошулмалары менен дарылоо тарыхы төрт миң жылды камтыйт. Биздин заманга чейинки 2500 жыл мурун Кытайда алтынды колдонушкан, ал эми кылымдын ортосунда анын кээ бир кошулмаларын проказага каршы эффективдүү деп санашкан. Ошол учурда психикалык ооруларга колдонулган өсүмдүк препараттары литийдин туздарын камтыганы азыркы учурда тастыкталды. Азыр бул туздар психикалык ооруларды дарылоодо колдонулат.

Металлдардын комплекстери фармакологиялык маселени чечүүдө ыңгайлуу реагент болуп саналат. Металлдардын хелаттары ар түрдүү жолдор менен таасир этишет. Алар активдүү борбордун бетин ээлөө менен вирусту инактивдештирет.

БАЛ (димеркапрол) Hg, As, Cd, Au, Ti, Il, Bi жана алардын кошулмалары менен ууланганда колдонулат. Пайда болгон комплекс организмден чыгарылат. Лиганд кээ бир металлдар менен бекем байланышты пайда кылат, ошондуктан алардын төмөнкү концентрациясын гана колдонуу керек.

Пеницилламин Вильсон оорусу менен жабыркагандардан жезди заара аркылуу чыгарат.

Жеңил куймалар өнөр жайында кээде бериллий менен ууланышат. Ал денеде чоң шишиктин пайда болуусуна алып келет жана хелатташкан агенттерди дарылоодо терс таасирин берет. Be^{2+} каардуу катион жана кычкылтектин донорлору менен кошулат. Ауринтрикарбон кислотасы деген ийгиликтүү дарыдармек табылды. Ал уулу эмес, майды эритүүчү зат. Бериллий менен клеткадан чыгып кетүүчү комплексти пайда кылат. Темирдин ашыкчасы – дезферриоксиамин - менен чыгарылат. Дезферриоксиаминполигидроксам кислотасы болуп эсептелет.

Көптөгөн микробго каршы заттар эң жакшы лиганддар болуп саналат. Микробдорго каршы дары препараттарынын активдүүлүгү металлдардын иондору менен комплекс пайда кылышына байланышкан. Оксин (8-оксихинолин) Fe (III) менен хелаттык комплексти пайда кылат жана бактерияларга, грибокко каршы таасир этет. Бактерияларга каршы дары препараттары металлдардын таасиринен өздөрүнүн активдүүлүгүн жогорулатуучуларга: койев кислотасы, бацитрацин, диметилдитиокарбамат (ДМ ДТК) натрий тузу кирет.

Тетрациклин Cu^{2+}, Ni^{2+} жана Zn^{2+} менен комплекстерди пайда кылат. Металлдардын ашыкча сандагы иондору тетрациклиндин таасирин басаңдатат.

Жогоруда айтылгандардын негизинде төмөнкүдөй жыйынтык чыгарсак болот, металлдар жана хелаттар биологиялык системаларда негизги мааниге ээ.

Адабияттар

1. Ньюз М. Неорганическая химия биологических процессов. М.: 1983.
2. Желиговская Н.Н., Черняев И.И. Химия комплексных соединений. М.: Высшая школа, 1966.
3. Басоло Ф., Джонсон Р. Химия координационных соединений. М.: Мир; 1966.

Рецензент: к.пед.н. Жакышова Б.Ш.