

Фарғона Давлат Университети

Табиийёт –география факультети

Биология йўналиши

328-гуруҳ талабаси

Набиев Комилжон

Фан : Молекуляр биология

Мавзу: Оқсил биосинтези босқичлари ва регуляцияси

Фарғона -2012

Оқсил биосинтези босқичи ва регуляцияси

Режа:

1. Оқсиллар биосинтези ўрганиш ҳақида қисқача тушунча
2. Оқсиллар биосинтезининг 5-босқичлари ҳақида тушунча
3. Оқсиллар биосинтезининг бошқарилиши
4. Оқсиллар ва уларни ажратиб олиш ва тозалаш усуллари
5. Оқсилларнинг структуралари
6. Оқсилларнинг хоссалари.

Трансляция – оқсиллар биосинтези тирик организмда борадиган барча биохимиявий процесслар ичида энг мураккаби бўлиб, унинг

механизмини аниқлаш муҳим масалалардир. Бу масалаларнинг ҳал этилиши ирсият ва ўзгарувчанлик қонуниятларини аниқлаш, организмларнинг ўсиш ва ривожланишини бошқариш, ҳар хил кассаликлар сабабини қидириб топиш ва уларни даволаш усулларини ишлаб чиқиш, физиологик актив моддаларнинг таъсир қилиш механизмини аниқлаш каби масалаларни ечишга имкон яратади.

Ўтган асрнинг 80- йилларида рус биохимики Данилевский томонидан 1-марта протеолитик ферментлар иштирокида оксилсимон модда – пластеин синтезланди. XX асрнинг 50-йилларида оксил биосинтези механизмини тушунтириш учун янги гипотеза ишлаб чиқилган яъни ҳар бир оксил ўз матрицасига яъни қолипига эга бўлиб, у янги ҳосил бўлаётган оксил молекуласининг нусҳаси деб қаралди. Оксил биосинтезида матрица сифатида нуклеин кислоталар (рибонуклеин кислоталар) иштирок этади.

Оксил биосинтези ўта мураккаб бўлиб, бу жараён асосан беш босқичда ўтади

Оксил биосинтезнинг 5 та асосий босқичлари.

Босқичлар	Керакли конентлар
1. Аминокислоталарнинг активланиши	20 та аминокислота 20 аминоцил – тРНК синтетаза 20 ёки ортиқроқ тРНК АТР Mg^{2+}
2. Полипептид занжирининг инициацияси	мРНК; Информилметионил – тРНК, мРНК (AU) даги иницирловчи кодон 30S – кичик бирликдаги рибосома 50 S – кичик бирликдаги рибосома ГТР Mg^{2+} иницирловчи факторлар (JF -1, JF-2, JF-3).
3. Элонгация	70 S – функционал рибосома Аминоциал –тРНК мРНК нинг мос келувчи кодон билан Mg^{2+} Элонгация факторлари

	(Ti, Ts, и) Пептицилтрансфераза
Терминация	АТР М-РНК нинг терминация кодони Полипептидларни ажратувчи факторлар (R ₁ , R ₂ , ва S) Mg ²⁺ Элонгация факторлари (Ti, Ts, и) Пептицилтрансфераза
Полипептид занжирининг буралиши ва процессинг	Турли хил группаларни яъни фосфатларли, метилли дисульфид боғларни каттализлайдиган махсус ферментлар ва коферментлар

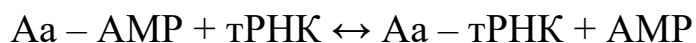
Босқич 1. Аминокислоталарнинг активланиши.

Аминокислоталар АТР ёрдамида активланиши транспорт РНК га кўчирилиши махсус ферментлар – аминоксил – тРНК –синетаза таъсирида боради. Бу босқич учун барча 20 аминокислота, 20 ёки ортиқроқ тРНК, 20 аминоксил – г- РНК синтетазалар, АТР ва Mg²⁺ бўлиши зарур.

Ушбу реакция икки босқичда боради: 1- босқичда аминокислоталар фермент иштирокида ўзларининг карбоксил группалари билан АТР нинг б ва в- фосфат қолдиқлари боғланиб, аминоксладенилат комплекси ва неорганикацеденилат комплекси ва неорганик фосфатни ҳосил қилади.



2-босқичда аминоксладенилат билан тРНК рибозаси мураккаб эфирли боғ ҳосил қилиб боғланади қв AMP ажралиб чиқади.

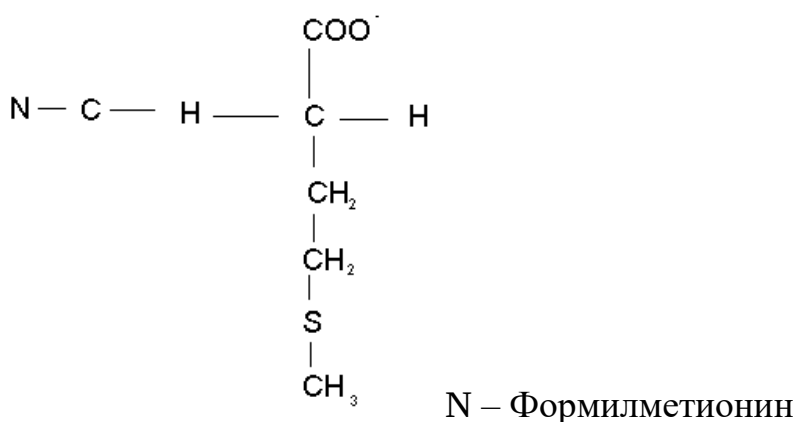


2-босқич. Полипептид занжирининг инициацияси. Инициация жуда мураккаб ва жуда муҳим босқич, бошлаб берувчи реакция. Бу босқичда оксил синтези учун лозим бўлган аппарат йиғилиб иш бошлашга тайёрланади.

Трансляция жараёнининг маркази рибосомалардир. Бунинг учун у м-РНК билан боғланиши керак, рибосомалар эркин ҳолда бўлса, дарҳол кичик бирликларга ажралиб кетади. Трансляция жараёнида рибосома кичик бирликлардан йиғилади. Оксил синтези NH_2 туркумидан бошланиб, COOH билан якунланади: $\text{NH}_2 \rightarrow \text{COOH}$. Эукариот хужайраларда иницияловчи аминокислота сифатида N – формил метиони ($\text{t-RНК}^{\text{мет}}$) майдонга чиқади, демак синтезланадиган полипептид занжирининг N – учиди (биринчи аминокислота) $\text{Ф}^{\text{мет}}$ бўлади, яъни $\text{Ф}^{\text{мет}}$ юкланган тРНК, мРНК да тегишли код (АУГ) топиб, ўзининг антикодони (УАЦ) билан боғланади.



2- реакцияда формил группа трансформалаза ферменти ёрдамида N-формилтеграгидрофолатдан метионин аминокислота қолдиғига кўчирилади.



Трансформилаза эркин Мет ни трансформиллаш хусусиятига эга эмас, у фақат Мет – т РНК таркибидаги Метни формиллайди. $\text{Ф Мет - t-RНК}^{\text{фмет}}$ рибосомада боғланад олади. Бу ҳодиса АУГ кодон ёрдамида ифодаланади ва шунинг учун ҳар бир и-РНК ана шу кодон билан бошланиши керак. Метиониндаги формил группанинг вазифаси аминокислотанинг МНд группасини ёпишдан иборат бўлиб, бунда полипептид занжирининг ўсиши экрани COOH томонга қараб йўналган бўлади, яъни кейинги аминокислота полипептид занжиридаги COOH

группа билан реакцияга киришади. АУГ кодони полипептид занжирининг бошланиши тўғрисидаги ахборотни бирдиради. Кейинчалик АУГ кодон томонидан ифодаланган формилметионин аминокислотаси ёки унинг формил группаси махсус гидролаза ферменти таъсирида полипептида занжиридан ажралади.

Полипептид занжирининг узайиши элонгация даври бўлиб, бунда рибосоманинг 50S-бўлакчасида пептид боғларини ҳосил қилишда иштирок этадиган пептид синтеза ферментлари мавжуд ва уларда т-РНК ларни ўзаро боғловчи 2 та марказ бор.

1-аминоацил марказ бўлиб, унда аминокислотани ташувчи ва кодон антикодони мос келадиган тРНК жойлашади. 2-си эса пептидил марказ бўлиб, у ерда тРНК фақат аминокацил марказ орқали ўтиши мумкин.

Пептид занжирининг ўсиши рибоомаларнинг аминокацил марказига тегишли аминокислотага эга бўлган тРНКнинг бирикиши билан бошланади. Кейин эса бошланғич аминокислотага эга бўлган тРНК пептидли марказга силжийди ва ўзи билан бирга иРНК ни рибосома томонидан тўлиқ бошдан охиригача ўқилади.

Трансляциянинг охирги даври терминация (тугаши) деб аталади. Оқсил сигнал полинуклеотид занжирида махсус терминловчи кодонлардан бири – УАА, УАГ, УГА триплетларидан бири томонидан узилади. Полипептид занжиридаги охирги тРНК нинг эфир ферментлар иштирокида узилади ва натижада рибосомадан тайёр ҳолдаги оқсил молекуласи ажралиб чиқади.

Оқсил биосинтезнинг учинчи босқичи

элонгация полипептид занжирининг узайиши

Полипептид занжирининг узайиши элонгация даври бўлиб, бу босқич 3 та стандартдан иборат. Элонгация босқичини амалга ошириш учун қуйидагилар керак: 1) юқорида айтилган иницирловчи комплекс; 2) кейинги мРНКни триплетига мос келувчи навбатдаги аминоксил тРНК; 3) цитозолнинг учта эрувчан оқсили, яъни элонгация факторлари EF – Tu, EF-Ts ва EF 4) TP.

Элонгация факторлари Tu, Ts деб белгиланади.

Элонгация даврининг биринчи стадиясида, элонгация фактори EF Tu билан TP комплекс ҳосил қилади ва у ўз навбатида аминоксил тРНК билан ўзаро таъсир этиб уч томонлама комплекс ҳосил қилади, яъни аминоксил тРНК-Tu - TP комплекси. Мана шу комплекс рибосоманинг иницирловчи комплекси билан боғланади, яъни комплекс рибосома билан шундай боғланадики, аминоксил тРНК унинг А-марказига жойлашади ва унинг антикодон мРНК нинг кодони билан комплиментар комплекс ҳосил қилади. Натижада TP гидролизланади ва ҳосил бўлган Tu-ДР рибосомадан ажралиб чиқиб кетади. Сўнгра Tu ДР комплекси TP ва EF-Ts фактори ёрдамида Tu TP гача қайтарилади.

Элонгация даврининг иккинчи стадиясида, рибосоманинг А ва Р участкаларига жойлашган тРНКларнинг аминокислоталари пептид боғини ҳосил қилади. Бу пептид боғи тРНК иницирловчи N-формилметиониннинг қолдиғига А-участкага жойлашган тРН нинг янги аминокислотанинг аминокислотаси ҳисобига ҳосил бўлади. Бу процесс 50S- суббирлик таркибига кирувчи пептидил трансфераза иштирокида каттализланади. Реакция натижасида А-участкада дипептидил тРНК ҳосил бўлади. Р-участкада эса “бўш” яъни юкланмаган иницирловчи тРНК^{фмет} қолади.

Элонгация даврининг учинчи стадиясида дипептидил-тРНК А-участкадан Р-участка томон ҳаракат қилади. Натижада олдинги “бўш”

тРНК Р-участкадан ажралиб чиқади ва қайта яна цитозолга боради. Энди А-участкада учинчи кодон мРНК нинг кириб келади, иккинчи кодон эса Р-участкага жойлашади. мРНК бўйлаб рибосоманинг ҳаракатланиши транслокация деб аталади. Бу стадия учун элонгация фактори EF (транслоказа) ва бир молекула TP зарур.

Дипептидил –тРНК ва мРНК билан боғланган рибосома элонгациянинг кейинги даврига тайёр ҳисобланади, яъни учинчи аминокисота қолдиғини бириктириши мумкин. Аниқ қилиб айтганда иккинчи аминокислота қолдиғини.

Терминация

Терминация - трансляциянинг (оқсил биосинтезининг) 4-босқичидир. Трансляция АИУ (ёки УИУ) иницирлрвчи триплетлардан бошланади, сўнгра рибосома мРНК тринуклеотид қолдиқларини ўқийди ва полипептид занжирини синтезлайди (элонгациялайди), полипептид занжирининг синтези то УАА, ЦАУ ёки УГА триплетлари келгунга қадар давом этади. Бу триплетлар ўзларининг аминокислота - тРНКларига эга эмас, шунинг учун улар маъносиз триплетлар деб ҳам аталади. Рибосоманинг А-участкасида терминация кодонлари келганда, ушбу терминация факторлари (рилизинг - факторлари) - оқсиллар RF-1, RF-2 ва 3 таъсир кўрсата бошлайди. Бу факторлар қуйидаги ўзгаришларга олиб келади:

1. Полипептидни охирги тРНКдан гидролитик ажратади;
2. Р-участкани охирги “Бўш” (РНК)дан ажратади;
3. 70S-рибосоманинг 30S ва 50S суббирликларга диссоциялайди, яъни улар янги полипептид занжирининг синтезига тайёр бўлади.

Трансляциянинг терминация босқичи кетма-кет келадиган бир неча қадамлардан иборат.

Биринчи кадам - трасляцияловчи рибосоманинг Ағучаскида терминация кодони, терминация оқсил факторларини танишмоқ. бундай танишишда терминация факторлари боғланади, яъни бу процессда 30S суббирликдаги рибосоманинг фактор боғловчи участкалари иштирок этади. Бунда ГТФ иштирок этади, яъни энергия сарф бўлади.

Иккинчи кадам - Р-участкадаги пептидил-тРНКдаги мураккаб эфир боғининг гидролизи.

Гидролизни пептидилтрасфераза ферменти каттализлайди. Бу процесс рибосоманинг 50 S суббирлигида боради. Реакция натижасида рибосомадан пептид ажралиб чиқади. Р-участкада мРНКнинг деациллардан тРНКси ва Ағучаскида ГТФ билан боғланган терминация факторлари қолади.

Учинчи кадам - рибосомадан лигандлар (қўшилган) эвакуация қилиш. Бунда асосан, терминация факторлари чиқиб кетади. Рибосоманинг Рғучаскидан деацилланган тРНК эвакуация қилинади. мРНК билан рибосома жуда осон диссоцияланади:



Оқсил биосинтезини бошқарилиши

Оқсил биосинтезинин бошқариш масаласи ҳам муҳим биологик муаммолардан биридир. Маълумки, хужайрада бир вақтнинг ўзида жуда кўп ва хилма хил оқсиллар синтезланади. Лекин улар турлича тезлик билан ҳосил бўлганлиги учун миқдор жихатидан бир-биридан жуда катта фарқ қилади. Хужайра фақат ўзи учун маълум бир вақт ичида зарур бўлган оқсилларнигина кўплаб синтезлайди. Бу эса хужайрада оқсилларнинг танлаб синтезланишини таъминловчи махсус механизмлар мавжудлигини кўрсатади. Оқсил ҳосил бўлиши бир қатор ташқи ва ички факторлар таъсирида бошқарилиб туради.

Микроорганизмлар билан ўтказилган тажрибаларда оксил биосинтезининг бошқариш механизмлари аниқланган. Оксил синтезланишини бошқарувчи механизмлардан бири индукция ҳодисасидир. Индукция эффе́кти, яъни оксил ҳосил бўлишининг тезлашиши маҳсус химиявий бирикмалар, кўпинча субстратлар ёки субстратга ўхшаш бирикмалар ёрдамида амалга ошади. Индукция ҳодисасини қуйидаги мисолда яққол кўриш мумкин. Баъзи бир таёқчасимон бактериялар таркибида галактозадиза ферменти тутсада, гликозали муҳитда, лактоза дисахаридни жуда кам парчалайди. Агар бактериялар фақат лактозадан иборат бўлган муҳитга кўчирилса, в-галактозидаза ферментининг активлиги бир неча минг марта ортади. Бинобарин, ферментнинг синтезланиши ҳам тезлашади.

Лактаза ёки бошқа в-галактозидазалар каби ферментларнинг (оксилларнинг) биосинтезини тезлаштирувчи моддалар *индукаторлар* деб аталади.

Оксил биосинтезининг бошқаришда иштирок этадиган механизмлар яна бири репрессия ҳодисасидир. Репрессия эффе́кти, яъни оксил ҳосил бўлишўининг секинлашиши (тўсқинликқилиниши) шу оксил (фермент) каттализловчи реакциянинг маҳсулоти таъсирида амалга оширилади. Масалан, аргинин тўриптофан, гистидин каби аминокислоталар ҳосил бўлишини каттализловчи ферментлар биосинтези ана шу аминокислоталар таъсирида секинлашади. Худди шунга ўхшаш, фосфатаза ферменти таъсирида органик бирикмалар таркибидан анорганик фосфат ажралиб чиқади. Аммо анорганик фосфатнинг муҳитда кўп миқдорда бўлиши фосфатаза ферментининг синтезланишига тўсқинлик қилади. Юқорида қайд қилинган аминокислоталар ва анорганик фосфат каби ферментлар синтезланишига тўсқинлик қиладиган моддалар *корепрессорлар* деб

аталади. Шунини таъкидлаш керакки, индукция ва репрессия ҳодисаси фақат микроорганизмларда эмас, балки юксак ўсимликларда ҳам кузатилган. Масалан. Интраредуктаза ферментининг синтезланиши нитратлар таъсирида тезлашади.

Оқсил биосинтезни бошқариш тўғрисидаги ҳозирги замон тушунчалари француз олимлари Ф.Жакоб ва Ж.Моно томонидан таклиф қилинган гипотезага асосланган. Бу олимларнинг фикрич, оқсил биосинтезини бошқарувчи индукция ва репрессия механизмлари ДНК молекуласи орқали назорат қилиб турилади. ДНК молекуласида функционал ва структура жиҳатидан хилма-хил бўлган жуда кўп оқсилларни ифодаловчи қисмлар (участкалар) мавжуд бўлиб, булар *генлар* деб аталади. Оқсил биосинтезида иштирок этадиган генлар бир неча хил группаларга бўлинади. Булардан бири оқсилларни ташкил қилувчи аминокислоталарнинг кетма-кетлигини ифодаланганлиги учун *структуравий генлар* дейилади. Структуравий генларнинг активлигини, яъни мазкур оқсил ҳосил бўлиш-бўлмаслигини бевосита назорат қилувчи генлар оператор генлар деб аталади. Оператор генлар функциясига мувофиқ, структуравий генлар билан ёнма-ён жойлашган бўлади. Одатда, битта оператор ген бир-бири билан боғлиқ бўлган бир нечта структуравий геннинг фаолиятини назорат қилади. Масалан, аргинин аминокислотаси биосинтезида иштирок этадиган барча генлар битта оператор ген ёрдамида назорат қилинади. Жакоб ва Моно структуравий генлар билан оператор генлар йиғиндисини оперон деб аташни таклиф этганлар.

ДНК таркибида структуравий генлардан ташқари регулятор генлар ҳам мавжуд бўлиб, улар бошқа генлар фаолиятини бошқариб туради. Регулятор ген ўзи таъсир этадиган структуравий генлар ёнидан бўлиши шарт эмас. У хатто бошқа хромасомада ҳам жойлашиши мумкин.

Регулятор ген ўз таъсирини бевосита эмас, балки оқсил табиатига эга бўлган репрессор деб аталадиган бирикма орқали кўрсатади. Агар регулятор генлар доим репрессорларни ҳосил қилиб турганида эди. Оператор генлар ва бинобарин, структуравий генлар ҳам ўз фаолиятини бутунлай тўхтатиб қўяр эди. Шунинг учун репрессорлар маълум кичик молекулали метоболик моддаларни бириктириб олишга қараб, актив ва ноактив шаклларда учрайди, деб фараза қилиш мумкин. Агар репрессорлар индукаторлар, яъни субстратлар билан бирикса, ноактив шаклга айланади. Натижада ДНК нинг “тўсиб” қўйилган маълум қисми. Яъни оператор ген очилади ва тегишли информацион РНК ҳамда оқсил синтез қилина бошлайди. Борди-ю, репрессор реакция маъсулоти ҳисобланган корпрессорлар билан бирикса, унда актив ҳолатдаги репрессор ҳосил бўлади. Бундай актив репрессор оператор генни “тўсиб” қўйиши натижасида унинг фаолиятини тўхтатади ва структуравий генларда и-РНК ҳосил бўлишига йўл қўймайди. Натижада оқсил ҳосил бўлиши тўхтайдди.

Оқсилларни химиявий ўрганишда дастлабки иш уларни ҳужайра массасидан ёки биологик суюқликларидан тоза ҳолда ажратиб олишдир, лекин оқсилларни ажратиб олиш ҳам осон эмас. Оқсилларни ажратишдаги асосий қийинчилик уларнинг турғунмаслиги билан боғлиқ. Улар юқори температура, кучли кислота ва ишқорлар, жуда кўп реактивлар таъсирида ўзларининг “натив” хусусиятларини йўқотадилар. Оқсилларни ажратиб олиш ва тозалашнинг ҳамма этапларини, уларнинг бекарорлиги ҳисобга олиб, юмшоқ шароитда ўтказилиши оқсиллар химиясининг асосий шартидир. Оқсилларни ажратиб олишда учрайдиган иккинчи қийинчилик биологик материалдан олинадиган мураккаб аралашмаларда оқсил молекулалари, билан аралаш ҳолда бирга бўладиган, улар билан комплекслар ҳосил

қиладиган бошқа органик бирикмалар: липидлар углеводлар, нуклеин кислоталардан қутулишидир.

Умуман, оксилларни ажратиб олишнинг ҳамма даврида температура мумкин қадар паст даражада сақланиши, ишлаш учун энг қулай температура эритувчининг музлаш даражасига яқин чегарада тутилиши керак.

Оксилларни сувли эритмаларидан ажратиш учун эритмага анорганик тузларнинг етарли миқдорини қўшиб чўктириш кўпинча қўлланиладиган усул. Бу мақсад учун энг кўп ишлатиладиган туз сувда юқори эриш хусусиятига эга бўлган аммоний сульфатдир. Бу тузни қўшиб эритмани турли даражада тўйинтириш йўли билан оксиллар бири-биридан ажратилади.

Органик эритувчилар, жумладан, этанол, метанол, ацетондан ҳам оксилларни сувли эритмаларда чўктириш учун фойдаланилади, лекин улар жуда паст (-10^0 С га яқин) температурада яхши натижа беради.

Оксилларни ажратиб олиш ва тозалаш учун уларнинг сатхи катта турли каллоид заррачалар юзасида турлича адсорция қилиниши ва электр майдонида турли тезликда ҳаракатланишидан фойдаланилган хроматография ва электрофорез методларининг турли вариантлари айниқса юқори самара билан ишлатилади.

Адсорбцентга шимилган оксилни эритма рН ни ўзгартириш ёки ион концентрациясини ошириш билан ажратиб олиш мумкин. Оксиллар адсорбция-элюция йўли билан кўпинча, хроматография устунларида ажратилади (хроматографик адсорбция).

Оксилларни, уларнинг умумий электр ўқи фарқли бўлганидан ион алмашинадиган хроматография усулидан ажратиш қулайдир. Устунли хроматографиянинг бу усулида оксиллар эритмасини фаол ионоген туркум тутадиган ионалмаштирувчи қаттиқ полимер масса-смола билан

тўлдирилган колонка орқали ўтказилади. Смолалар (ионитлар ё ҳаракатчан алмашинадиган катион (катионлар), ёки анион тутадилар (анионитлар).

Ажратиладиган оксилнинг зарядига қараб, мувофиқ ионалмаштирадиган смоладан фойдаланилади. Уларнинг функционал туркуми билан оксилнинг бир қисми алмашиб, оксил ушланиб қолади, бошқалари тўхтамай ўтиб кетаверади. Колонкада “ўтириб қолган” оксилни сўнгга кучлироқ концентрацияли туз эритмалари ёрдамида ёки рН ўзгартириш йўли билан ажратиш олинади.

Аффин хроматография (яқинлиги бўйича хроматография) оксил (ёки бошқа макромолекулаларни) ташувчига уланган (иммобилизация қилинган) махсус моддалар-лигандлар билан муносабатига асосланган. Бундай лигандлар ферментларга нисбатан кофермент ёки субстрат, антигенга-антитана, гормонга-рецептор ва аксинча бўлиши мумкин. Специфик лиганд уланган ташувчи билан тўлдирилган хроматографик колонка орқали оксил аралашмаси тутувчи эритма ўтказилганда лигандга юксак яқинлиги туфайли фақат битта оксил боғланади. Боғланган оксилни колонкада рН ўзгартирилган буфер аралашмалар ўтказиб юшиб олинади. Бу усул билан керакли оксилни тоза ҳолда ажратиш олиш мумкин.

Гель хроматографияси. Препаратив мақсадлар учун, айниқса оксилларни аралашмалардан тозалашда молекуляр элак усули ёки гель хроматография кенг қўлланилади. Бу методда сефадекс деб аталадиган дончалар шаклидаги препаратдан фойдаланилади. Сефадекслар (Sephadex) номи учта сўзни бош бўғинларидан тузилган: (Separation – ажратиш, Pharmacia- Швециядаги фармацевтик фирма, dextran- декстран) полисахарид декстранни эпихолгидрин билан ишлаш орқали тайёрланади. Бунда полисахарид молекулалари турли даражада ўзаро

кўндаланг боғлар билан уланиб, йирик, сувда эримайдиган гидрофиль доначалар ҳосил бўлади. Доначалар сувни яхши кўрганларидан сувли муҳитда қаттиқ шишитб гелъ ҳосил қиладилар. Хроматографик колонка шу гелъ билан тутилади. Бу метод бўйича моддаларни ажратиш катта молекулалар гелъни стационар фазаси ички муҳитга кира олмасдан ташқарида қолишлари ва ҳаракатчан фаза билан колонка бўйича пастга силжишларига асосланган; аксинча, кичик молекулалар доналар ичига эркин равишда шимилади ва шунинг учун колонка бўйича секинроқ сурилади. Катта молекуляр массага буюкликка эга оксиллар сефадекс доначаларни ичига диффундирланмай колонкадан молекуляр массанинг катталигига қараб элюирловчи суюқлик билан бирга биринчи бўлиб, колонкадан чиқадиладар. Бу усулдан фойдаланиб турли оксиллар молекулаларининг ўлчамига қараб бир-биридан ажратиш, уларнинг молекула оғирликларини белгилаш ҳам мумкин.

Электрофорез методлари билан оксилларни ажратиш оксил заррачаларининг электр майдонида ҳаракатчанлигини белгилашга асосланган. Оксиллар молекуласида кўп NH_3^+ ва COO^- туркумлар мавжуд бўлганида улар манфий ва мусбат ўқланган заррачалардир. Электр майдонида силжиш тезлиги, асосан молекуланинг зарядига, шунингдек шакли ва ўлчамига боғлиқ.

Кейинги йилларда оксилларни турли ташувчилар, хусусан қаттиқ тутиб турувчи муҳхитлар қоғоз, крахмал гели, агар гели, ацетат целлюлоза мембранаси, полиакриламид гели (ПААГ) ва бошқаларда зонал электрофорези анча кенг қўлланилмоқда. Бу усулда оксилларни текшириш учун буфер билан ҳўлланган лента шаклидаги филътр қоғози ёки гелъ караватига нуқта ёки чизик холида бир неча томчи оксил эритмаси томизилиб, қоғознинг учлари электродлар ўрнатилган буфер эритмага ботириб қўйилади. Электродлар орқали турғун электр оқими

юборилганда пайдо бўлган электр майдони кучи таъсирида қоғозга томизилган оқсиллар ўқининг миқдори ва белгисига қараб анод ёки катод томонга бир неча сантиметр силжийди. Буфер билан намланган тутиб турувчи муҳитлар шундай электрофоретик муҳит туғдирадиларки, уларда оқсил ҳам, электр ўқи ҳамда молекуланинг катталиги бўйича ҳаракат қилади, чунки геллар молекуляр элак сифатида ҳам хизмат қилади.

Изоэлектрик фиксирлаш усули оқсилларни бир қаватда ҳам кучланиш градиентнида pH га қараб ажратиш имконини беради.

Оқсилларнинг молекуляр массасининг аниқлаш шубҳасиз энг муҳим вазифа. Юқорида молекуляр полимер моддаларни молекуляр массасини аниқлаш махсус методлар ишлаб чиқилишини талаб қилади. Бу мақсад учун седиментация анализи, махсус гелларда хроматография (гельфилтрация) ва электрофорез усуллари қўлланилади.

Оқсилларни молекуляр массасини ультрацентрифугада седиментация –ўтириш (чўкиш) тезлигини белгилаш асосида аниқлаш кўп йиллар давомида бирдан-бир энг аниқ ва муҳим усул бўлиб келди. Оқсиллар юқори молекуляр бирикма бўлганлигидан уларга кучли центрифуга майдони билан таъсир этиш ва оқсил заррачаларининг айланиш марказидан қочиш тезлигини ўлчаш йўли билан молекула оғирлигини белгилаш мумкинлигига биринчи марта Сведберг эътибор берган эди. Унинг 1925 йил кашф этган ультрацентрифуга деб аталган асбоби ёрдамида оқсил молекуласининг седиментация коэффиценти белгиланди. Оқсил заррачаларининг чўкиш тезлиги ротор идишидаги ёруғликни ўтказадиган горизонтал тикиш орқали кузатиб борилади. Агар гомоген оқсил эритмаси центрифугаланса, унда эриган оқсил ўтириши билан оқсил қавати ва соф эритма орасида (ёруғликни

синдириш константаси) фарқ пайдо бўлади. Бу фарқ маълум вақт оралиғида автоматик равишда ёзилиб туради.

Молекуляр элак гелъфилтрация оқсилнинг молекуляр массасини аниқлаш ўзаро тикилган полимер (агароза, декстран ёки полиакриламид ППА) гели доначалари билан тўлатиладиган колонкага эритма шаклида киритилган оқсилни ювиб чиқариш учун сарф бўладиган суюқлик хажми билан белгиланади. Колонкадаги гелъ доначалари сувни шимиб шишади ва кичик молекулалар унинг ғовакларига кириб тўхтаб қолади ёки колонкадан ўтиши секинлашади. Ёирик молекулалар эса тез суръатда ўтаверадилар ва уларни ювиб чиқарилиши учун суюқликнинг кам хажми етарлик. Бинобарин молекула қанча катта бўлса бу элакдан шунча кам хажм, қанча кичик бўлса муносиб равишда кўп хажмда суюқлик билан ювилади. Молекуляр массанинг логарифими билан элюирлаш (ювиш) хажми V_e орасида тўғри муносиблик бор. Буни бир нечта молекуляр оғирликлари маълум оқсилларни колонкадан ўтишини текшириб олинган колибирловчи чизикдан аниқланади.

Оқсил молекуласининг структура даражалари.

Оқсил молекуласида аминокислоталарнинг бирин-кетин келиш тартиби оқсилнинг бирламчи структураси дейилади. Бу тартиб насли белгиланган ва ўзгармасдан авлоддан авлодга ўтади.

Полипептид занжирида пептид боғлар — $\text{CO}-\text{NH}_2$ шаклида бўлганидан занжирдаги биринчи аминокислотанинг NH_2 туркуми, охирги аминокислотанинг COOH туркуми эркин ҳолда қолади, қолган ҳамма б-амино ва б- COOH туркумлар пептид боғи ҳосил қилиш учун сарф бўлганлар. Бинобарин занжирнинг NH_2 ва COOH учлари “С” ва “N” учлари, бўлади:



Бирламчи структура оқсил молекуласининг турғун структураси, оқсилнинг барча хусусиятларини асоси, унинг устуни дейилса бўлади. Молекуланинг гидролитик парчаланиши (протеолиз) билан боғлиқ бўлмаган ҳамма метаболик (модда алмашинуви) жараёнларда бирламчи структура ўзгармай сақланади. Оқсил шу тузилишда ўзининг хилма хил функцияларини бажаради. Хозирги кунда аниқ маълумки, оқсилнинг юқори ташкилий шакллари, биологик фаолияти ҳам молекулада аминокислоталарнинг бирин-кетин жойланишидан келиб чиқади.

Оқсилни танланган жойидан фрагментларга бўлишига протеолитик ферментлар (трипсин, химотрипсин ва бошқалар) ёрдамида эришилади. Оқсилларни парчалайдиган бу ферментлар алоҳида аминокислоталар ҳосил қилган пептид боғларни танлаб узиш қобилиятига эга.

Трипсин Лиз ва Арг, химотрипсин эса ароматик аминокислоталар (Три, Фен ва Три)нинг карбоксил туркумлари ташкил қилган пептид боғларини узадилар.

Бир неча ферментлар билан гидролиз қилиниб қатор пептидлар олинади. Бу пептидлар бир-бирларидан ажратиш учун юқори вольтли электрофорез ва хроматографиядан фойдаланилади. Сўнгра ҳар бир пептидни алоҳида-алоҳида анализ қилиб ундаги аминокислоталар тартиби аниқланади.

Бирламчи структура оқсилнинг физик-кимёвий хоссаларининг келиб чиқишини асосидир, унинг олий структура даражалари ва биологик функциясини тушуниш учун керакли информация беради.

Оқсиллар ичида биринчи бўлиб ошқозонности беи бета (в) хужайралари ишлаб чиқарадиган гормон инсулиннинг бирламчи структураси 1953 йил инглиз олими Сенгер томонидан белгиланади. Бу тарихий воқеа оқсиллар биохимияси ва молекуляр биология

шаклланишида муҳим кадам бўлди. Сенгернинг биринчи кашфиётидан кейин тезда бошқа оксилларнинг бирламчи структураси ҳам кенг миқёсда ўрганила бошланди. Тез вақт ичида бир қатор биологик муҳим оксиллар –гипофиз гормони, кортикотропин, тамаки мозаикаси вирусининг оксили, фермент рибонуклеаза, кислород боғловчи, темир тутувчи оксиллар миоглобин, гемоглабинлар ва цитохромларни тузилиши аниқланди. Бу кашфитлар оксил молекуласида аминокислоталарнинг бирин-кетин келишини биологик аҳамиятини, филогенетик турли муносабатда бўлган организмлардан олинган бир хил оксилларни структураси орасидаги муносабатларни яққол очиб берадилар, кенг аҳамиятга молик хулосалар шаклланади.

Иккиламчи ва учламчи структура.

Оксил структурасининг фазодаги шакли, унинг айрим қисмларини бир-бирига нисбатан жойланиши ва пептид занжирининг тўғри тортилган бўлмай, балки эгилган ҳолатини таърифлайди. Оксилнинг бундай конфигурацияси тасодифий кўриниш бўлмай унинг бирламчи структурасидан келиб чиқади ва ундаги қўшимча ковалент дисульфид боғлар ва кучсиз водород алоқалар билан мустахкамланади.

Полипептид занжирининг фазодаги ориентацияси пептид боғининг структура хусусиятидан келиб чиқади. Пептид боғининг ўлчовлари 50-йилларда рентген структура анализи ёрдамида машхур америка олимлари Л.Полинг ва К.Кориллар томонидан аниқланган.

Ипсимон оксиллар (соч, жун, ипак)ни рентген нурлари билан дастлабки текширишдаёқ рентгенограммаларда мунтазам такрорланадиган элементлар аниқланган эди. Бундай кўринишни молекула қандайдир буралган шаклда бўлиши билангина тушиниш мумкин. Рентгенграммалар ва бошқа мулохазалар асосида молекуласи айрим участкаларида буралган (спираль) шаклида эканлиги

тасдиқланиб унга б-спираль берилди. Структура аминокислота қолдиқларининг СО ва NH группалари орасидаги водород боғлар орқали стабил (турғун)ликка эришади.

Полинг ва Кори пептид туркумни таркибидаги турт атом бир сатҳда жойлашгани, C-N орасидаги бошқа бундай якка боғларга караганда кескинроқ ва қисман қўш боғ характериға эға бўлишини рентгенограммалар асосида тушинтириб, оқсилни спираль назариясини яратадилар. Бу структура спиральнинг бир айланши 3,6 аминокислота қолдиғига тўғри келадиган айланма нарвонга ўхшатиш мумкин, унинг ҳар бир зинаси битта аминокислота қолдиғи бўлиб баландлиги $1,5 \text{ \AA}$ га бинобарин, спирални бир қадами $5,4 \text{ \AA}$ тенг бўлади. б-спиралдаги ҳар бир аминокислота қолдиғидаги СО ва NH туркумлари занжирдаги бошқа аминокислоталарнинг амина- ва карбоксил туркумлари билан иккита водород боғлари ҳосил қиладилар. б-спиралда бу боғлар ҳар бир карбоксил ва тўртинчи NH туркум орасида тузилади: б-спирал оқсил молекуласининг иккиламчи структурасини асосидир. Унинг $5,4 \text{ \AA}$ ган тенг бир айланмаси (кичик қадами)дан ташқари 5 айланмадан иборат катта қадами ҳам бор. У 18 аминокислота қолдиғи $24 \text{ \AA}$ узунликка тенг.

б-спираль маълум шароитда (сувда ишқор иштирокида иситилганда) чўзилиб занжир ичидаги водород боғлар узилиб бета (в)-структурага ўтади. Умуман в- структура баъзи фибрилляр (ипсимон) оқсилларни табиий шакли. Бунда спирални бир айланмаси $7 \text{ \AA}$ га тенг бўлади. Водород боғлари молекулалар орасида, полипептид занжирининг ҳар хил участкалари орасида бўлади, занжирлар чўзилиб бир-бирларига параллель, узунасига ёнма-ён ётадилар. Ён шохлар (R) қоғоз сатҳига нисбатан перпендикуляр жойлашадилар. в- структура қатлам варақча деб аталади. Улар икки турда – параллель ва антипараллель бўлишлари мумкин: агар ҳар иккала занжир ҳам бир

томонга йўналган бўлса бундай жойланиш параллель, агар занжирлар қарама-қарши томонга йўналган бўлса анти параллель деб аталади.

Полипептид спиралнинг фазода ориентацияси ёки унинг тахланиши учламчи структура дейилади. Бу тушунча бутун молекуланинг шакли, ҳажми ҳақида маълумот беради. Учламчи структура рентген структура анализи ёрдамида олинган тасвирни ишлаш орқасида чизилади. Учламчи структурани қандай кучлар барқарор қиладилар? Ҳозирги вақтда маълумки оқсил молекуласининг фазодаги шаклини мустаҳкамлашда унинг полипептид занжирини ташкил қиладиган ковалент (пептид ва дисульфид) боғлардан ташқари ковалент бўлмаган алоқалар иштирок этадилар. Бўш алоқалар аталадиган бу ўзаро кучсиз алоқалар қаторига водород боғлари, ўқланган туркумларнинг электростатик муносабатлари, қутбланмаган, гидрофоб туркумларнинг ўзаро таъсирлари ва бошқа кучлар кирадилар. Оқсилнинг барча биологик хоссалари табiiй конформация деб аталадиган мана шу структурани сақланишига боғлиқ. Унинг ўзи рибосомадаги оқсил синтези тугаб полипептид занжир рибосомадан ажралиши билан автоматик пайдо бўлади, у батамом бирламчи структурадаги информациядан келиб чиқади.

Тўртламчи структура

Кўпчилик оқсиллар тўртламчи структурага ҳам эгалар. Бу олий тузилиш даражаси айрим полипептид занжирларнинг фазода тахланиш шаклини тасвирлайди. Молекула массаси 30-50 мингдан ортиқ оқсиллар аксари бир нечта бир хил (ёки ҳар хил) занжирлардан тузилганлар. Улар промотомер деб аталади, бутун молекуланинг бир қисми (субединицаси)ни ташкил қилиб, тўла биологик фаолитга эга бўлмайдилар. Мана шундай субединицалар тегишли равишда тўпланиб функционал актив оқсил единицаси (олигомер)ни яратадилар.

Ковалент боғ билан эмас, балки ноковалент алоқалар орқали анча барқарор сақланадиган бундай бутун тузлама, олигомер оксилни тўртламчи структурасини ташкил қилади.

Бундай тузилишни гемоглабин мисолида кўришимиз мумкин. Қонда кислородни ташувчи бу мураккаб оксил тўрт субединицадан иборат; улар б ва в полипептид занжирлар (глобин)дан ва оксил бўлмаган темир тутувчи гелдан ташкил топган. Иккита б ва 2 та в-субединицалар тўпланиб биологик фаол гемоглабин молекуласи ($\beta_2 \nu_2$) ни тузадилар.

Бу молекула маълум шароитларда, тузлар сийдикчилиштирокида ёки рН кескин ўзгарганда б ва в-субединицаларга диссоциаланади. Улар орасидаги водород боғлари узилади. Муҳитдан тузлар ва сийдикчил четлатилгач қайтадан тўла молекула синтезланади. Оксилларнинг амфотерлик хоссалари Аминокислоталар ўз таркибида потенциал кислотали ($-\text{COO}x$) ва потенциал ишқорий ($-\text{Nx}2$) группа сақлагани учун улар сувда эриганда ҳар иккала функционал группаси диссоцияланади. Агар улар таркибада карбоксил группаси сони амин группасидан кўп бўлса кислота хоссаси кучли. Агар аксинча бўлса ишқорий хоссаси кучли бўлади. Аминокислоталар бир вақтнинг ўзида ҳам кислота ҳам асос хоссаларига эга бўганликлари учун амфотер бирикма ҳисобланади ва шу сабабли хужайрада буферлик вазифасини бажаради.

Юқорида кўрганимиздек, аминокислоталар молекуласи эритманинг pH га қараб мусбат, манфий ўқланган ёки нейтрал шаклга эга бўлади.

ҳозирги вақтда юзлаб таббий оксилларнинг аминокислота таркиби аниқланган. Олинган маълумотлар баъзи қонунятларни аниқлаш имконини беради. Масалан оксилнинг аминокислота таркиби сифат жиҳатидан ҳам, миқдори жиҳатидан ҳам фарқ қилади.

Оқсилларнинг денатурацияси

Оқсилларга турли физик-кимёвий агентлар таъсир эттирилганда оқсил молекуласининг фазовий структурасини мустаҳкамловчи боғларнинг кўпгина қисми узилади, натижада пептид занжирининг тартибли (ҳар бир оқсил учун ўзига хос бўлган) конформациясига боғлиқ бўлган табиий хусусиятлари йўқолади. Шу ҳодиса оқсилларнинг денатурацияси деб аталади. Бу ҳодиса фақат оқсиллар ва нуклеин кислоталарига хос хусусиятдир.

Оқсиллар юқори температураларда ($50-60^{\circ}$ дан юқори), босим, ионланувчи нурланиш, ултратовуш сингари физик таъсирлар, шунингдек кучли ишқорий ёки кучли кислотали муҳитда, оғир металлларнинг тузлари, органик эритувчилар ва бошқалар таъсирида денатурацияга учрайди. Оқсил денатурацияга учраганда уларнинг иккиламчи, учламчи, тўртламчи структуралари бузилади ва оқсилнинг биологик хоссалари, айниқса ферментатив фаоллигини йўқолишига сабаб бўлади. Денатурация таъсир этувчи омилларга қараб қайтар ва қайтмас бўлади. Масалан, денатурацияга учраган оқсилларнинг натив ҳолати шундай барқарор шаклки, бунда энг кам эркин энергия запасига сабаб бўлади. Оқсилларнинг иссиқлик денатурацияси қисман кўпроқ ўрганилган жараён бўлиб, ҳисобланади. қадимдан маълумки, оқсил қиздирилганда ивиб қолади коагуляцияга учрайди ва чўкмага тушади. Кўпчилик оқсиллар термолобил бўлади, аммо қиздиришга қисман чидамли (турғун) оқсил ҳам маълум. Масалан, трипсин, химотрипсин, лизоцим ва бошқа оқсиллар изоэлектрик нуқталарида иссиқлик денатурациясига осон учрайдилар.

Оқсилларнинг коллоид хоссалари

Оқсил молекулаларнинг сувдаги эритмада ўлчами $0,011$ микрондан (мк) катта бўлганлиги сабабли эритмалари коллоид

хусусиятга эга бўлади. Коллоид эритмалар ҳақиқий эритмадан ўз хусусиятлари билан фарқланади:

1. Оптик хусусиятга эга. Коллоид эритмалар учун Тиндал характерлидир.
2. Оқсил эритмалари ярим ўтказгич мембраналаридан ўта олмайди.
3. Гел ҳосил қилиш хусусиятига эга.

Геллар коллоид заррачаларнинг ёпишиши туфайли ҳосил бўладиган ровак структура бўлиб, унинг оралари эрйтувчи модда (сув молекулалари) билан тўлади. Натижада джемга ўхшаҳ қаттиқ лекин асосан сув ва оқсил молекуласидан иборат дирилдоқ структура ҳосил бўлади, Масалан, медузаларнинг танаси 99% сув туца ҳам улар маълум шаклни сақлайдилар.

4. Диффузияланиш тезлиги кам бўлади,

Диффузия деб, эриган моддалар молекуласини градиент концентрациясига қараб ўзидан-ўзя бир йердан иккинчи йерга сурилишига-ўтишга айтилади (яъни юқори концентрация зонасидан паст концентрация томонига ўтиши).

Оқсилларнинг диффузия тезлиги уларнинг молекула массаларига боғлиқ бўлмасдан уларнинг молекулаларини шаклига боғлиқ бўлади. Глобуляр оқсилларнинг сувли эритмаси фибриляр оқсилларга нисбатан қўзғалувчан бўлади. Оқсилларнинг диффузияси хужайраларнинг нормал ишлаши учун муҳим аҳамиятга эга. Шу сабабли оқсиллар синтез қилинган жойида (рибосомаларда) йиғилиб қолмайдилар.

Оқсилларнинг осмотик хоссалари

Оқсилларнинг молекуляр массалари юқори бўлганлиги сабабли, улар ярим ўтказгич мембраналардан диффузияланмайди, паст молекулали моддалар эса бундай мембраналардан осон ўтади. Оқсилларнинг бу хоссаларидан тажрибаларда, уларнинг эритмаларини

паст молекулали аралашмалардан тозалаш мақсадида фойдаланилади. Бундай жараёнга диализ дейилади.

Оқсилларнинг ярам ўтказгич мембраналардан диффузияланмаслиги ОСМОС ҳодисасига олиб келади, яъни сув молекулаларини ярим ўтказгич мембраналар орқали оқсил эритмасига ўтиши. У ҳолатда сув молекуласи мувозанатга келиши учун эритма томон диффузияланади. Шу сабабли оқсил сақланган жойда гидростатик босим (сув столба босими) ортади. Натижада сувнинг оқсил томон диффузияланиши тўхтайдиган (мувозанатга келади). Сувнинг осмотик диффузияланишини тўхтатиш учун сарфланадиган куч ёки босимга *ОСМОТИК БОСИМ* дейилади.

Оқсиллар барча тирик организмлар хужайраларини асосий таркибий қисмини ташкил қилиб, барча ҳаётий жараёнларни таъминловчи юқори молекуляр азот тутувчи биологик полимерлардир. Оқсиллар бир хужайрали организмлар-бактериялар-замбуруғлардан тортиб, гулли усимликлар ва сут эмизувчилар ҳамда одам организми хужайраларини асосини ташкил қилади. Оқсиллар барча ҳаётий жараёнларни амалга оширувчи асосий субстанциядир. Оқсилларни ажратиб олиш, уларнинг таркиби, қурилиши, хоссалари ва хусусиятларини урганиш улардан одам ҳаётида, асосий биотехнологик жараёнларда ҳамда чорвачиликда алмаштириб бўлмайдиган озуқа сифатида ишлатилиши мумкин. Оқсиллар аминокислота таркибига кура узаро фаркланиб, усимликлар таркибидаги оқсиллар баози аминокислоталарни тутмайди, ҳайвон оқсиллари эса барча 20 хил аминокислоталарни тутайди. Шунга кура оқсиллар тула қийматли ва тула қийматли бўлмаган оқсилларга бўлинади.

Оқсилларни ажратиб олиш. Биологик суюқликлар, Ҳайвон туқималари, усимлик уруғлари, айниқса дуккакликларнинг уруғлари

оксиллар ажратиб олиш учун энг кулай манбалардир. Биологик суюкликлардан оксилларни ажратиб олиш учун, уларни тузлар органик эритувчилар ёрдамида чуқтириш ва турли усуллар оркали фракциялаб, тоза оксил ажратиб олиш мумкин. Тукималардан оксиллар ажратиб олиш учун хужайра девори механик ёки кимёвий усулда бузилиб, ундан сунг хосил булган бир хил массада оксилни юкоридаги усуллар ёрдамида ажратиб олиш мумкин. Оксил термолабил бирикма булганлиги учун температура таосирига чидамсиз. шу сабабли оксилларни ажратиб олиш операциялари совук температурада 0-4° С атрофида олиб борилиши керак.

Оксилларни биологик кийматини аниклаш учун уларни аминокислота таркибини урганиш керак. Оксиллар таркибига 20 хил *а* аминокислота киради: глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин, серин, треонин, метионин, цистеин, аспарагин, глутамин, аспартат кислота, глутамат кислота, аргинин, лизин, фенилаланин, тирозин, триптофан, гистидин, пролин. Бу аминокислоталарнинг 10 таси хайвон организмида синтез булмайди. Шу сабабли улар алмашинмайдиган аминокислоталар деб аталади. Оксилларнинг тула кийматлилиги алмашинмайдиган аминокислоталарнинг микдори ва сифати билан белгиланади.

Турли оксиллар бир биридан факатгина аминокислоталарнинг микдори ва сифати билан эмас балки, аминокислоталарнинг узаро пептид боғлари ёрдамида маолум кетма-кетликда боғланишида курилиши-бирламчи курилиши билан фаркланади. Оксилларнинг бирламчи курилиши колган иккиламчи, учламчи курилишлар учун асос булиб хизмат килади. Иккиламчи ва учламчи курилишлар жуда нотургун булганлиги учун оксилларни ажратиб олиш операцияларида

бузилиб кетиши мумкин. Бу эса оксилларни биологик активлигини йуколишига олиб келади.

Оксилларни энг мухим вазифаси уларни фермент активлигидир. Бу функцияси туфайли оксиллар организмдаги ҳаётӣ жараёнларни ҳамма томонларида иштирок этади. Оксиллар гормонал активликка эга булганлиги учун модда алмашинуви жараёнида бошқарувчилик вазифасини бажаради. Оксиллар турли хилдаги биологик фаол моддаларни боғлаб организмда транспорт вазифасини утайди. Оксиллар иммунологик активликка эга булганлиги учун химоявий вазифани ҳам бажаради. Оксиллар липитлар билан биргаликда биологик мембраналарни ҳосил киладилар. Оксилларнинг бу юкорида келтирилган биологик активликлари ва божарадиган функциялари биотехнологик нуктаи назардан катта аҳамиятга эга. Шунинг учун ҳам турли биологик манбалардан мақсадга мувофиқ равишда оксиллар ажратиб олиш биотехнологиянинг асосий вазифаларидандир.

Адабиётлар:

1. Мецлер Д. Биокимё. Москва «Мир», 1980.
2. Тўракулов Ё.Х. Биокимё. Тошкент. «Ўзбекистон», 1996.
3. Ленинжер А. Основы биохимии. 3-жилдли, М., Мир, 1984.
4. Страйер Л. Биокимё. Москва, «Мир», 1984.
5. Қосимов А. ва бошқалар. Биокимё. Тошкент. Ўқитувчи, 1987.
6. Кнорре Д.Г., Мызина С.Д. Биологическая кимё. Москва. «Высшая школа» 2000.
7. Р. Вохински. Современные воззрения в биохимии. Москва. «Мир», 1988
8. Спирин А.С. Молекулярная биология. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот. Москва. 1986.
9. Э.Рис, М.Стеренберг. Введение в молекулярную биологию. Москва «Мир», 2002
10. А.С. Конечев, Г.А. Севастьянова. Молекулярная биология. Москва, Академа, 2003.