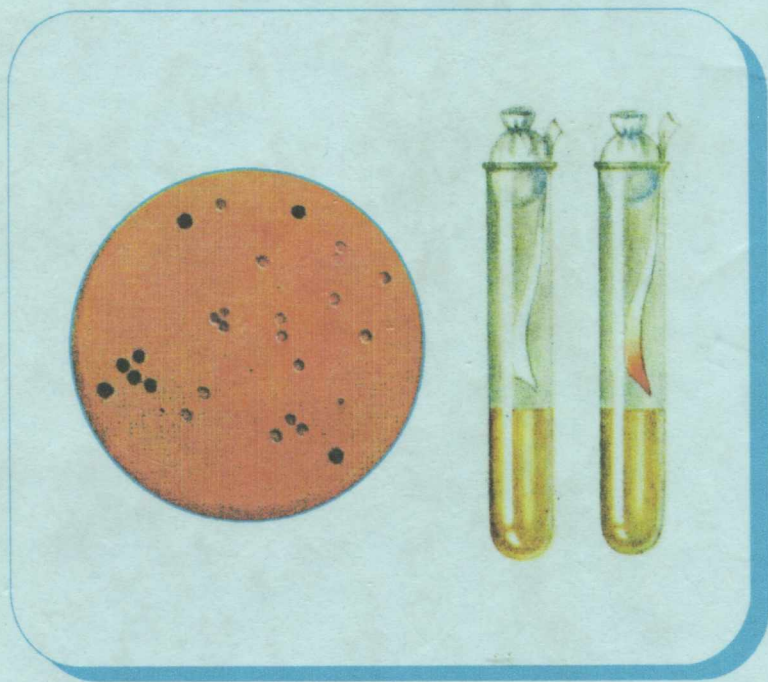


Забиров Р.Ф., Гайратов М.

МИКРОБИОЛОГИЯ



**ВАЗОРАТИ МАОРИФИ ҶУМҲУРИИ
ТОҶИКИСТОН**

**Донишгоҳи Давлатии Миллии Тоҷикистон
Донишгоҳи Давлатии омӯзгории ба номи С. Айни**

Бо қарори мушовараи
вазорати маорифи Ҷумҳурии
Тоҷикистон тахти рақами
№ 18/19 аз 03.09.2007
ба чоп тавсия мешавад

Р.Ф. Забилов, М. Ғайратов

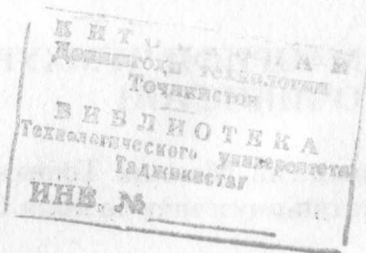
МИКРОБИОЛОГИЯ

(курси лексияҳо)



ДУШАНБЕ – 2008

ББК 284 Я72
3-13



Муқарризон:

Н.А.Ахмедов-номзади илмҳои биология, дотсент.
Нарзуллоев М.С.-номзади илмҳои биология, дотсент.

Мухаррир.

Доктори илмҳои биология **Нӯъмонов М.**

Р.Ф. Забиров, М.Х. Ғайратов

Микробиология: Дастури таълимӣ. Душанбе 2008, 236 сах.

Дар дастури таълимии мазкур таърихи инкишофи илми микробиология, сохтор ва таркиби кимиёвии ҳуҷайраҳои прокариотӣ, таснифоти микроорганизмҳо, афзоиш ва тарзи гизогирӣ, тақомули маводи ирсии микроорганизмҳо, ҷараёнҳои фотосинтез ва нафаскашии онҳо дар асоси дастовардҳои илмӣ ҳозиразамони олами микроорганизмҳо гирд оварда шудааст.

В данной книге рассматривается история развития микробиологии, строение и химический состав прокариотных клеток, классификация микроорганизмов, развития и способы получения энергии микробами, эволюция генетического материала, а также процессы фотосинтеза и дыхания на основе современных данных имеющихся в мире микроорганизмов.

The given books examine history development microbiological, structure and chemical composition procariotical cage, classiphication microbial development and ways receive energy, genetical material, also process photosintes and break on fase modern given haveat wor

© Забиров Р.Ф., Ғайратов М.Х.

ПЕШГУФТОР

Микробиология (аз калимаи лотинӣ microbiologia гирифта шуда) илмест организмҳои хурди ба чашми оддӣ ноаёнро меомӯзад, ки онҳоро микробҳо ё ки микроорганизмҳо меноманд. Микробиология қонуниятҳои ҳаёти ва инкишофи организмҳоро омӯхта, тағйирёбиҳои дар организми одам, ҳайвонот, растанӣ ва табиати ғайризинда ба амал овардаи микробҳоро омӯзиши худ қарор медиҳад.

Инкишофи микробиология ба монанди дигар илмҳо пеш аз ҳама бо пешрафти илм ва техника вобастагӣ дорад.

Солҳои охир инкишофи илми микробиология босуръат пеш меравад. Ин пеш аз ҳама бо он вобастааст, ки микроорганизмҳоро ҳамчун модел барои ҳалли масъалаҳои илмҳои биокимиё, биофизика ва энзимология истифода бурда, натиҷаи зиёде оиди физиология, тасниф, биохимия ва генетикаи ин гурӯҳи организмҳои зинда гирд оварда шудаанд. Микроорганизмҳоро инчунин барои ҳосил кардани моддаҳои нав ҳам истифода мебаранд. Барои ҳамин микробиология дар як муддати кӯтоҳ аз як фанни маҳдуд ба илми хеле пешрафта мубаддал гаштааст, ки он бо дигар илмҳои соҳаҳои биология ва дигар илмҳои ҳозиразамон (тиб, хоҷагии қишлоқ ва ғ.) алоқамандии зич пайдо кардааст. Аз дигар, тараф масъалаҳои хусусие дар назди соҳаи микробиология пайдо шуда истодаанд, ки барои ҳалли онҳо таҳлили ҳаматарафа ва омӯзиши микробҳо лозим аст.

Ҳар сол оиди омӯзиши микроорганизмҳо монография ва роҳнамои услубҳои микробиолги, генетикаи микроорганизмҳо, таснифи гурӯҳҳои алоҳида, микробиологияи тиббӣ, обӣ, микробиологияи геологӣ ва ғ. чоп мешаванд. Новобаста аз ин ба чоп омода кардани дастур оиди микробиологияи умумӣ хеле зарур аст.

Микробиологияи умумӣ асосан гурӯҳи калони занбӯруғҳо, тамоми бактерияҳо ва вирусҳоро мавриди омӯзиши худ қарор медиҳад. Лекин дар ин дастур мо диққати худро бештар ба омӯзиши бактерияҳо равона мекунем.

Китоби микробиологияи умумӣ ба забонҳои дигар хеле зиёд чоп шудааст, лекин то ҳол ба забони тоҷикӣ ягон дастуре, ки таърихи омӯзиш, таснифи микроорганизмҳо, сохтор, тарзи ғизогирии онҳо ва ғайраро дар бар гирифта бошад, тамоман нестанд. Барои ҳамин муаллифон кӯшиш карданд, ки дар ин дастур мухтасар дар бораи таърихи инкишофи илми микробиология, усулҳои омӯзиши микроорганизмҳо, аҳамияти онҳо дар табиат, зарари онҳо, таснифи микроорганизмҳо, афзоиши онҳо, эволютсия (такомул)-и ҷараёнҳои энергетикӣ ва сохторӣ, муносибати онҳо ба оксигени молекулавӣ ва ғ. ахбороти муфассал диҳанд.

Дастур ба барномаҳои, ки дар Донишгоҳҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба микробиологияи умумӣ омода шудаанд, наздик карда шуда навишта шудааст. Дастур хусусан ба донишҷӯён, аспирантон ва коргарони илмие, ки дар соҳаи физиология ва биокимиёи бактерияҳо, физиологияи растаниҳо, алкология, биокимиё ва генетика омӯзиши худро қарор додаанд, хеле муфид мебошад.

БОБИ 1

ҚИСМИ МУҚАДДИМАВӢ. МАВҚЕЪИ МИКРООРГАНИЗМҲО ДАР ТАБИАТ.

1.1. Таърихи инкишофи микробиология ҳамчун илм.

Дар тамоми рафти ҳаёти худ инсон дар муҳосираи маҳлуқҳои ноаён умр ба сар бурда, маҳсулоти фаъолияти ҳаётии онҳоро истифода мебурд (мисол, барои пухтани нон, аз хамиртуруш, дар вақти тайёр кардани вино ва туршии сиркоӣ аз кластридияҳо), аз онҳо зарар мезд, вақте ки онҳо сабаби беморӣ ё ки вайроншавии ғизои онҳо мегардид, лекин инсон аз мавҷуд будани микроорганизмҳо беҳабар буд. Барои он беҳабар буданд, ки онҳоро намедиданд. Намедиданд, барои он ки ин маҳлуқҳо он қадар хурд буданд, ки бо чашми оддӣ дида намешуданд.

Барои ин монетаи табиат бавучудовардари (барои васеъ кардани имконияти чашми инсон), бартараф кардан одамон аз давраҳои хеле қадим кӯшиши зиёд мекарданд. Ҳатто дар рафти кофтуковҳои археологии Вавилони қадим бостоншиносон линзаҳои дугарафа барҷастаро пайдо карданд, ки онҳо аз булӯри кӯҳи (квартс) сохта шуда буданд. Бо ихтирои ин линзаҳо инсон қадамҳои аввалини худро барои омӯзиши микроорганизмҳо гузошт.

Аввалин заррабини аз тарафи олими англис Р. Гук (1635-1703) сохташуда, ки аз ду линзаи ҷарду тарафаш барҷаста иборат буда, намунаро 30 маротиба калон нишон медод, ихтироъ шуда буд.

Баъдтар соҳиби корхонаи бофандагӣ шаҳри Делфтаи Ҳоландия Антони ван Левенгук (1032-1723), ки ба омӯзиши ба сохтори нахи зағир машғул буд, якчанд линзаҳоро барои худ таёр кард, ки онҳо 200-270 маротиба намунаро калонтар нишон медоданд. Ӯ бо як майлу рағбат ҳар он чизе, ки дар печи дасташ меафтид (оби

хавз, оби даҳон, ҳалолати дандон, хун, қиёми мурч ва ғ)-ро дар зер заррабини тайёркардааш мушоҳида мекард. Дар яке аз мактубҳои ба Ҷамияти шохигарии Лондон фиристодаи худ, Левенгук навишта буд, дар зер заррабин миқдори зиёди махлуқҳои зиндаи хурдero мушоҳида кардам баъзе аз онҳо дарозиашон аз бараш 3-4 маротиба калонтар, дигарҳо шакли доира ва сеюм-махлуқҳои хурде буданд, ки думча доштанд. Ин кашфиёти А. ван Левенгук он қадар ғайричашидошт буд, ки дар давоми 50 соли охир, ҳамаро ба таачуб оварда буд. Омӯзишҳои баъдина дар баробари сайқал додани заррабин нишон доданд, ки микроорганизмҳо дар тамоми табиат хеле васеъ паҳн шудаанд. Ин барои инкишофи минбаъдаи илми микробиология бахусус табиати ҷараёнҳои туршшавӣ, пӯсиш ва сабаби баамалоии бемориҳои сирояткунанда ва масъалаи худтавлидӣ ба ҳаёт замина гузошт.

Бисёр ҷараёнҳои, ки микроорганизмҳо ба амал меоранд, аз давраҳои қадим барои инсон маълуманд. Инҳо пеш аз ҳама ҷараёнҳои пӯсиш ва туршшавӣ мебошанд. Ба ақидаи микробиологҳои фаронсавӣ Э.Дюкло "ҳодисаи туршшавӣ ҳамчун сайёра кӯҳна аст".

Истилоҳи "туршшавӣ"-ро яқъмин бор олими Ҳоландӣ Я. Б. ван Гелмонт (1577-1649) барои ҷараёнҳои, ки дар рафти онҳо газҳо (ғубборҳо) ҷудо мешаванд, истифода бурд. Гелмонт муайян кард, ки ғубборе, ки дар рафти туршшавии шираи ангур, гази дар вақти сӯхтани ангишт ва газе, ки дар вақти рехтани туршии сирко ба болои санги оҳак (боҳамтаъсиркунии ишқор бо туршӣ) ҳосил мешаванд, монанди доранд. Ӯ хулоса баровард, ки ин муббадалшавиҳои кимёвӣ табиати якхела доранд.

Ба ақидаи олими олмони Г. Э. Штал (1660-1734) ҷараёнҳои туршшавӣ ва пӯсиш муббадалшавиҳои кимиёвӣ буда, бо таъсири молекулаи ферментҳо ба амал меояд. Ин нуқтаи назарро яке аз олимони барҷастаи соҳаи кимиё Ю. Либих (1803-1873) дастгирӣ мекард.

Аввалин олиме, ки алоқамандии махлуқҳои зиндаи хурдро бо ҳодисаи туршшавӣ ва пӯсиш дарк намуд, ин табиатшиносӣ фаронсавӣ Л. Л. Бюффон (1707-1794) мебошад. Ақидаи дигар олими фаронсавӣ А. Л. Лавуазе (1743-1794) доир ба аҳамияти хамиртурушҳо дар ҷараёни туршшавӣ хеле наздиктар буд. Ӯ навишта буд, ки каме илова кардани хамиртуруш ба пиво (фуққоъ) басанда аст, ки туршшавӣ ба амал ояд. Баъдтар олимони дигари фаронсавӣ химик Ж. Д. Демазер (1783-1862), ботаник Ш. Коняр де Латур (1777-1899), олимони олмонӣ, табиатшиносон Ф. Кютсинг (1807-1893), Т. Шванн (1810-1882) оиди сохтори организми микробҳо, табиати туршшавиҳо корҳои зиёдеро ба сомон расониданд.

Ҳатто табиби Юнони Қадим Гипократ (460-377 то солшумории мо) тахмин мекард, ки сабаби касалиҳои зиёди сирояткунандаи инсон махлуқҳои зиндаи ба ҷашм ноаён мебошанд. Абӯали ибни Сино (980-1037) дар китоби худ "Қонуни тиб" оиди барангезандагони касалиҳои нағзак (гул), тоун навишта буд. Табиб ва олими соҳаи бемориҳои сирояткунанда Д. С. Самойлович (1744-1805) пурра боварӣ дошт, ки сабаби касалиҳои сирояткунанда махлуқҳои хурди зинда мебошанд. Олими итолиёвӣ А. Басси (1773-1856) ва олимони олмонӣ Ф. Г. Я. Генле (1809-1885) ва Р. Кох (1843-1910) ҳам дар ин соҳа ба комёбиҳои калон ноил шуданд.

Олиме, ки ба илми ҳозираи микробиология ибтидо гузоштааст бечунучаро химики фаронсавӣ Луи Пастер (1822-1895) ба ҳисоб меравад.

Ӯ кори илмии худро ҳамчун мутахассиси соҳаи кимиё аз омӯзиши булӯршавии моддаҳо оғоз карда буд. Ӯ мушоҳида намуд, ки дар вақти азнавбулӯршавии намакҳои ғайрифаноли туршии вино ду навъи булӯр ҳосил мешавад. Маҳлуле, ки аз булӯрҳои як навъ тайёр мекунанд сатҳи поляризатсионии (ҷойгир шудани) рӯшноиро ба тарафи чап ва булӯрҳои навъи дигар ба тарафи рост тоб медиҳанд. Баъдтар ӯ мушоҳида намуд, ки

занбӯруги мағории дар маҳлули туршии вино афзоишёфта танҳо як шакли изомерии онро истифода мебарад, ҳамоне ба тарафи рост тоб меҳӯрад. Ин мушоҳида ба Пастер имконият дод оиди таъсири микроорганизмҳо ба муҳит ҳӯлоса барорад ва ҳамчун асоси назариявӣ барои омӯзиши физиологияи микроорганизмҳо хизмат кунад.

Соли 1854 Л. Пастер ба вазифаи профессори донишгоҳи шаҳри Лилл ба кор оғоз намуд ва маҳз дар ҳамин ҷо татқиқотҳои микробиологияи худро шурӯъ намуд. Сабаби ба омӯзиши ҷараёни туршшавихо шурӯъ намудани Л. Пастер фабриканти шаҳри Лилл шуд. Ӯ аз Пастер хоҳиш кард, ки сабаби доимо вайрон шудани шираи лаблабӯи дар вақти турш карданро, ки барои ҳосил кардани спирт лозим аст, маълум кунад. Соли 1857 ӯ нишон дод, ки ҷараёни туршшавии спиртӣ натиҷаи фаъолияти ҳаётии гурӯҳи муайяни микроорганизмҳо - хамиртурушҳо мебошад, ки он дар шароити беоксиген мегузарад. Дар баробари омӯзиши туршшавии спиртӣ Л. Пастер ба омӯзиши туршшавии ширӣ шурӯъ намуда нишон дод, ки ин намуди туршшавиро микроорганизмҳо ба амал меоранд, онҳоро Пастер "хамиртуруши туршкунандаи ширӣ" номид. Ҳамаи ин таҷрибаҳо назарияи физико-кимиёвӣ доштан туршшавихоро ки тарафдорони зиёде дошт рад кард. Туршшавии ширӣ бошад, яке аз оддитарин ҷараёнҳои кимиёвӣ таҷзияшавии як молекулаи қанд то ду молекулаи моддаи секарбонадор мебошад. Ин боз як исботи дигаре мебошад, ки таҷзияи моддаҳо маҳз бо фаъолияти ҳаётии микроорганизмҳо вобаста аст. Ин далели якуми назарияи табиати биологӣ доштани туршшавиро нишон медиҳад, яъне таҷзияи моддаҳо бо фаъолияти микроорганизмҳо вобаста аст.

Далели дуюми табиати биологӣ доштани ҷараёни туршшавиро Л.Пастер бо усули таҷриба нишон дод. Туршшавии спиртӣ ҳатто дар муҳите, ки сафеда надорад ба амал меояд. Татқиқотҳои баъдинаи Л.Пастер бо

касалиҳои кирминаи абрешим нишон доданд, ки барангезандаҳои касалиҳои одам ва ҳайвон ҳам микроорганизмҳо мебошанд. Омӯзиши касалиҳои сирояткунанда ба кашфиёти барангезандаҳои вабо, остиомиелит ва варамии фасоднок оварда расонид. Ҳамин тавр, Луи Пастер нишон дод, ки ҳар як касалиро микроорганизмҳои махсус ба амал меоранд. Пастер дар баробари омӯзиши касалиҳои сирояткунанда, усулҳои мубориза ва роҳҳои пешгирии онҳоро ҳам тадқиқ мекард. Ҳамаи кашфиётҳои Л.Пастерро баҳо додан хеле мушкил аст, чунки ҳар як кашфиёти ӯ дар алоҳидагӣ басандааст, ки номи олимро дар таърихи илм абадӣ гардонад. Кашфиётҳои Л.Пастер гуногунӣ ва ғайриоддӣ будани микроорганизмҳоро нишон дода, барои омӯзиши ояндаи онҳо замина гузошт.

Охирҳои дуҷуми асри XIX олимони зиёде ба монанди П.Таннери (1843-1904), Дж. Листер (1827-1912), Р.Кох (1843-1910), Л.С.Сенковский (1822-1887), И.И.Мечников (1845-1916), С.Н.Виноградский (1856-1931), М.Байеринк (1851-1931), П.А. Костычев (1845-1895), Д.И.Ивановский (1864-1920) ва ғ. дар инкишофи илми микробиология саҳми калон гузоштанд.

Хусусан корҳои микробиологи олмонӣ Р.Кох дар бораи омӯзиши барангезандагони касалиҳои сирояткунанда хеле ҷолиби диққат аст. Ӯ барангезандаҳои касалиҳои сӯхтани (сибирская язва) *Vac. anthracis* ва силро омӯхта кашф намуд, ки ба шарафи ӯ барангезандаи касалии сил номи «ҷӯбчаи Кох»-ро гирифт. Барои ин корҳо ба ӯ ҷоизаи Нобелиро мушарраф гардониданд. Ӯ инчунин соли 1983-ум барангезандаи вабо (лотин)-ро кашф намуд. Р.Кох ба усулҳои тадқиқоти нави микробиологӣ диққати махсус меод. Усули пешниҳодкардаи ӯ ҳосил кардани бактерияҳо дар намуди кишти тоза барои инкишофи баъдинаи илми микробиология боз як саҳифаи наवे кушод.

Асосгузори микробиологияи тиб И.И.Мечников мебошад. ӯ диққати асосиро оид ба масъалаи муносибати хӯчаин ва микроорганизмҳои муфтхур равона карда буд. Соли 1883-ӯм Мечников назарияи имунитетии (устувори ба микроорганизмҳои касалиовар) фагоситариро пешниҳод кард. Оиди тадқиқотҳои ин соҳа Мечников соли 1909-ум бо мукофоти Нобелӣ мушараф шуд.

Дар инкишофи микробиологияи умумӣ сахми микробиологи рус С.Н.Виноградский ва микробиологи ҳоландӣ М.Бейерник хеле калон аст.

Барои ҷудо кардани гурӯҳи бактерияҳое, ки хусусияти муайян доранд, С.Н.Виноградский пешниҳод кард, дар шароити лабораторӣ ба онҳо, муҳити махсус муҳайё кунанд, то ки барои инкишофи ин гурӯҳи организмҳо имконият пайдо шавад. ӯ тахмин кард, ки дар байни микроорганизмҳо намудҳое ҳастанд, ки қобилияти азхудкардани нитрогени ҳаворо доранд. Барои ҷудо кардани ин намуди микроорганизмҳо ба муҳити гизой сарчашмаҳои карбон, фосфор ва дигар намакҳои маъданиро илова намуданд, лекин ягон пайваستاгии нитрогендорро илова накарданд. Дар натиҷа микроорганизмҳое, ки барои онҳо нитроген дар шакли пайвастагиҳои узвӣ ва ғайриузвӣ лозиманд, дар ин шароит афзоиш намекунанд, лекин намудҳое, ки қобилияти азхудкардани нитрогени ҳаворо доранд, афзоиш мекунанд. Ҳамин тавр, ӯ соли 1893 аз хок ? ← бактерияҳои анаэробии азхудкунандаи нитрогенро ҷудо карда ба шарафи олим Пастер *Clastridium pasterianum* ном гузошт.

Усулҳои кори С.Н.Виноградскийро такмил дода олими ҳоландӣ М.Бейерник боз як намуди бактерияе, ки дар шароити аэробӣ қобилияти афзоиш ва азхудкардани нитрогенро доранд, кашф намуд. Онро *Azotobacter chroococcum* ном гузошт. М.Бейерник дар корҳои тадқиқотии физиологии бактерияҳои лӯндагӣ, омӯзиши чараёни денитрификатсия ва сульфатредуктсия, оид ба

омӯзиши ферментҳои гурӯҳҳои гуногуни микроорганизмҳо саҳми босазое гузоштааст.

С.Н.Виноградский ва М.Бейеринк инчунин асосгузори экологияи микроорганизмҳо меноманд, ки ин бо омӯзиш микроорганизмҳо дар шароити табиӣ ва иштироки онҳо дар гирдгардиши моддаҳои биосфера вобастааст.

Муваффақиятҳои микробиология дар нимаи дуоми асри XIX гуногуншаклии ҳаёти микроорганизмҳо ро нишон дод, ки ин пеш аз ҳама хизмати олимони Л.Пастер, С.В.Виноградский ва Н.Бейеринк хеле назаррас аст. Лекин ин гуногуншаклиро ду микробиологӣ бузурги ҳоландӣ А.Клюйвер (1888-1950) ва К.ван Нил шарҳ додаанд.

Онҳо дар асоси тадқиқотҳои муқоисавии биокимиёвӣ гуруҳҳои микроорганизмҳои аз ҷиҳати физиологӣ аз ҳам дур, назарияи биокимиёвӣ ягонагии ҳаётро пешкаш намуданд. Онҳо гуногунии ҷараёнҳои мубодилаи моддаҳо ро дар микроорганизмҳо омӯхта, дар он ягонагии умумии таассурҳои биокимиёвиро нишон доданд. Назарияи биокимиёвӣ ягонагии ҳаёт дар ягонагии се гурӯҳи ҷараёнҳо асос ёфтааст: ягонагии тартиби ирсият, ягонагии ҷараёнҳои энергетикӣ ва сохторӣ. А.Клюйвер ҳолати ду ҷараёни охирон (энергетикӣ ва сохторӣ)-ро исбот кард.

Ҳамин тавр, таърихи мухтасари омӯзишӣ фанни микробиология аҳамияти қорҳои илмӣ ҳар як тадқиқотчиरो дар зинаҳои инкишофи на ин ки микробиология, балки дар биология ҳам нишон дод. А.ван Левенгук микробҳо ро кашф намуд, Л.Пастер - аҳамияти онҳо ро дар табиат нишон дод, С.Н.Виноградский ва М.Бейеринк гуногунии шаклҳои ҳаётии микроб, А.Клюйвер ва К.ван Нил бошанд, ягонагии биокимиёвӣ ҳаётро тасдиқ намуданд. ✓

1.2. Мавқеъи микроорганизмҳо дар байни организмҳои зинда.

Аллакай Аристотел (384-322 сол то давраи солшумории мо) аз рӯи далелҳои ҳамонвақтаи замони худ тамоми организмҳои зиндаро ба олами растанӣ ва ҳайвонот чудо мекарданд. Баъди кашф кардани махлуқҳои хурд дар зери заррабин аз тарафи А. ван Левенгук ва микроорганизмҳои баъди он кашфшударо ҳамчун махлуқҳои хурди зиндаи табиӣ эътироф мекарданд.

Яке аз бузургтарин таснифкори олами растанӣҳо ва ҳайвонҳо К.Линей (1707-1778) дар китоби худ "Тартиби (сохтори) табиат" (1758) тамоми намояндагони олами "хурдро" новобаста аз аломатҳо ба як гуруҳ "хаос" дохил кард. Лекин, баъдтар ӯ дар дохили гуруҳи "хаос" 5 оиларо чудо кард, ки дар яке аз ин гуруҳҳо (*Jnfusorium*) К.Линей тамоми организмҳои хурдро ҷойгир кард.

Баъдтар олими даниягӣ О.Ф.Мюллер (1730-1784) организмҳои хурдро ба ду авлод (*Monas* ва *Vibrio*) ва 15 намуд чудо кард. 1839 бошад олим Х.Г.Эренберг (1795-1784) тамоми организмҳои хурдро ба 22 оила чудо кард, ки дар се оилаи онҳо шаклҳои бактериявиро ҷойгир карда буд. Х.Эренберг якумин шуда калимаи *Bacterium*-ро барои шаклҳои чӯбчамонанд *Spirillum* ва *Spirocheta* истифода бурд.

Ботаники намоёни олмонӣ К.В.Негели (1817-1891) соли 1849-ум организмҳои хурдро ба ду гуруҳ чудо кард. Дар гуруҳи якум ӯ ҳамаи шаклҳои пигмент доштара ҷойгир карда, онҳоро ба синфи обсабзҳо, яъне олами растанӣҳо дохил кард. Ба гуруҳи дуюм бошад ҳамаи организмҳои, ки пигмент надоранд дохил шуданд, яъне ба синфи занбӯруғҳо. К.В.Негели ҳамаи шаклҳои бактерияҳои беранг (*Bacterium*, *Vibrio*, *Spirillum*, *Sarzina*) ба гуруҳи *Schyzomycetae*, яъне занбӯруғҳои тақсимшванда дохил кард.

Оҳиста-оҳиста ахборот оиди организмҳои хурди зинда чамъ мешуданд, лекин мавқеи онҳо дар системаи олами зинда пурра муайян набуд. Як гурӯҳ олимон онҳоро ба олами растанӣ ва дигарҳо бошанд, онҳоро ба олами ҳайвонот ташбеҳ меоданд.

Ботаники олмонӣ Ф.Кон (1828-1898) таснифҳои то он давра мавҷудбударо таҳлил карда, оилаи бактерияҳо ба 4 зероила *Sphaerobacteria*, *Microbacteria*, *Desmobacteria* ва *Spirobacteria* ҷудо кард. Ф.Кон барои таснифи бактерияҳо аломатҳои морфологӣ, функционалӣ ва экологиро истифода карда буд.

Дар нимаи дууми асри XIX биологҳои олмонӣ Э. Геккел (1834-1919) ба ҳулосае омад, ки микроорганизмҳо ба андозае аз олами ҳайвонот ва олами растаниҳо фарқ мекунанд, ки барои ба ин ё он олам дохил кардан мувофиқат намекунанд. Э.Геккел пешниҳод намуд, ки ҳамаи микроорганизмҳо, ки организми онҳо ба узвҳо ва бофтаҳо дифференциатсия (ба элементҳои алоҳида ҷудо) нашудаанд ба олами *Protista* (аз юнони *protos*-хеле оддӣ) дохил кунанд. Омӯзишҳои баъдина нишон доданд, ки махлуқҳои якумин гуногунтаркиб мебошанд, барои ҳамин онҳоро ба микроорганизмҳои дараҷаи олий ва паст тақсим карданд. Ба прокариотҳои олий ҳайвонҳои хурд (содатаринҳо), обзабзҳо (ба ғайр аз кабуду сабз) ва занбӯруғҳо (мағоракҳо ва ҳамир турушҳо) ва ба дараҷаи паст бошад ҳамаи бактерияҳо ва обзабзҳои кабуду сабз (ё ки сианобактерияҳо) дохил карда шуданд. Тақсим кардани микроорганизмҳо ба дараҷаи олий ва паст аз рӯи ошкор намудани ду навъи сохтори ҳуҷайраҳо-эвкаротӣ ва прокариотӣ муайян кардашудааст. Ин мафҳумҳо соли 1928 олим Э.Шаттон пешниҳод карда буд.

Инкишофи усулҳои тадқиқоти сохторҳои ҳуҷайра ва пеш аз ҳама ихтирои заррабини электронӣ нишон доданд, ки дар сохтори ҳуҷайраҳои эвкаротӣ ва прокариотӣ фарқиатҳои хеле ҷиддӣ мушоҳида мешаванд.

Барои ин фарқияти байни ҳуҷайраҳои прокариотӣ ва эвкариотиро дида мебароем. Ҳуҷайра – воҳиди зиндае мебошад, ки қобилияти тақсимшавӣ ва афзоиширо дорад. Таркиби асосии кимиёвии ҳар як ҳуҷайраи зинда ду намуди туршиҳои нуклеинӣ (ТДН ва ТРН), сафедаҳо, липидҳо ва ангиштбӯҳо ба ҳисоб мераванд. Ситоплазма ва мембранаи ҳуҷайравӣ қузъи ҳатмии сохтори ҳар як ҳуҷайраи зинда мебошанд. Ин ба сохтори ҳар як ҳуҷайра хос аст. Омӯзиши тартиби сохтори ҳуҷайраҳо нишон доданд, ки сохти ҳуҷайраи бактерияҳо ва сианобактерияҳо аз як тараф ва ҳуҷайраҳои боқимондаи макро – ва микроорганизмҳо аз дигар тараф, аз ҳам фарқ мекунанд.

Ҳуҷайраҳои прокариотӣ бо он фарқ мекунанд, ки фақат як ковокӣ доранд, ки онро мембранаи ҳуҷайра ҳосил мекунанд. Дар протоплазмаи ин гуна ҳуҷайраҳо органеллаҳо ҷойгир мешаванд, лекин онҳо аз протоплазма бо мембрана ҷудо карда нашудаанд. Барои ҳамин ковокии дуҷуминро ҳосил намекунанд. Органеллаҳо метавонанд сохтори мембранагиро ташкил кунанд, лекин ин сохторҳо сарбаста нестанд. Дар ҳуҷайраи прокариотҳо ҳаста пурра ташаккул наёфтааст ва ТДН – и ҳаста аз ситоплазма бо мембрана ҷудо карда нашудааст. Дар ҳуҷайраҳои эвкариотӣ назар ба ҳуҷайраҳои прокариотӣ ковокии дуҷум мушоҳида мешавад. Ҳаста бо мембрана пӯшонида шуда, ковокии дуҷум дорад, ки дар он ТДН-и ҳаста ҷойгир шудааст. Хлоропластҳо ковокии даруниро ҳосил мекунанд, ки дар онҳо пигментҳо мушоҳида мешаванд. Ҳамин тавр, фарқияти асосӣ дар байни ин ду ҳуҷайраҳо ковокии дуҷум дар эвкариотҳо мебошад. Базе фарқиятҳои сохтори организмҳои прокариотӣ ва эвкариотӣ дар ҷадвали 1 оварда шудааст.

Вобаста аз он ки ҳуҷайраҳои прокариотӣ ва эвкариотӣ аз рӯи сохторҳои худ фарқ мекунанд, онҳоро ба олами алоҳида ҷудо кардаанд. Олим Р.Меррей (1968) пешниҳод намуд, ки ҳамаи организмҳои ҳуҷайрагиро вобаста аз сохтори ҳуҷайра

ба ду гурӯҳ чудо кунанд. Ба олами прокариотҳо - ҳамаи организмҳое, ки сохтори ҳуҷайрашон проکاریотӣ (то ядрой) аст ва олами эвکاریотӣ - ҳамаи организмҳои олий, соддатаринҳо, растаниҳо ва ҳайвонот дохил мешаванд.

Ҷадвали 1

Баъзе фарқиятҳои сохтории ҳуҷайраҳои прокариотӣ ва эвکاریотӣ

Аломат	Ҳуҷайраи прокариотӣ	Ҳуҷайраи эвکاریотӣ
Ҳаста ва сохтори ТДН-и ҳаста	Нуклеоид. ТДН аз ситоплазма бо мембрана чудо карда нашудааст ва бо сафедаҳои асосӣ пайваस्त нест. Тақсимшавии митозӣ намегузарад.	Ҳаста. ТДН аз ситоплазма бо мембрана чудо карда шудааст ва бо гистонҳо пайваस्त аст. Тақсимшавии митозӣ мегузарад.
Микдор, таркиб ва мачмуи хромосомаҳо	Як хромосомаи даврӣ, аз ТДН иборат аст. Мачмуи гаплоидӣ дорад.	Аз як хромосома зиёд дорад, аз ТДН ва сафеда иборат аст. Мачмуи гаплоидӣ ва диплоидӣ дорад.
ТДН-и ситоплазматикӣ	Плазмидаҳо ва эписомаҳо (бо мембрана пӯшида нашудаанд).	Митохондрия, хлоропластҳо, сентриолҳо, кинетосомаҳо, аппарати Голҷӣ.
Органеллаҳои ситоплазматикӣ бо мембрана пӯшонидани шудаанд. (ковокии дуоӣ)	Вучуд надорад	Мавҷуд аст.
Таркиби мембрана	Стеролҳо нестанд.	Стеролҳо мавҷуданд.
Сохти нафаскашӣ	Қисми мембрана ё ки мезосома мебошанд. Митохондрия надорад	Дар органеллаҳои мембранаи митохондрия ҷойгиранд
Рибосомаҳо	70S	80S
Ҳаракати ситоплазма	Мавҷуд нест	Тез-тез ба назар мерасанд.
Чилди ҳуҷайра	Дар таркиби чилди ҳуҷайра пептидогликанҳо дохил мешаванд	Дар таркиби чилди ҳуҷайра пептидогликанҳо нестанд
Қамчинакҳо	Аз як ё ки якчанд фибрилл иборат мебошанд	Ҳар як қамчинак аз 20 фибрилл иборат аст.

Р. Виттэкер соли 1969 пешниҳод намуд, ки ҳамаи организмҳои зиндаи сохти ҳуҷайрадоштаро ба 5 гурӯҳ ҷудо кунанд. Ин гуна тартиби таснифи олами зинда 3 дараҷаи асосии сохтори ҳуҷайрагиро тасвир мекунад: Монога - ҳамаи организмҳои сохти ҳуҷайрагӣ мебошанд, Protista - организмҳои якҳуҷайрагӣ, ки дар рафти ҷараёни инкишоф ҳуҷайраҳои эвкарियोдро ҳосил кардаанд. Эвкарियोҳои бисёрҳуҷайраҳо бошад ба 3 олам - Plantae, Fungi, Animalia ҷудо мекунанд. Се гурӯҳи охири аз рӯи тарзи ғизогирии худ фарқ мекунанд. Растани аз ҳисоби ҷараёни фотосинтез ғизо мегирад; Занбӯруғҳо аз ҳисоби моддаҳои ҳалшудаи узви ғизо мегиранд, ҳайвонҳо бошанд, аз ҳисоби доштан ва ҳазмкунии ғизоӣ саҳт. Тарзи ғизогирии растаниҳо ва занбӯруғҳо дар рафти инкишоф дар дараҷаи Монога ба вучуд омадаанд. Дар дараҷаи Protista бошад онҳо инкишоф ёфта нави ғизогирии нав доштан ва ҳазмкунии ғизоӣ саҳтро ба амал оварданд.

1.3. Усулҳои тадқиқоти микробиологӣ

Дар рафти омӯзиши микроорганизмҳо якҷанд усулҳои тадқиқоти омӯзиши онҳо кор карда баромада шудааст. Инҳо асосан усулҳои омӯзиши морфологияи онҳо, таъмизкунии, усулҳои тадқиқоти микробиологӣ, усулҳои серологӣ ва усулҳои биологии тадқиқоти микроорганизмҳо мебошанд.

а) Усулҳои омӯзиши морфологияи микроорганизмҳо.

Дар вақти омӯхтани микроорганизмҳо бо ин усул пеш аз ҳама мо бояд тарзи тайёр кардани намунаҳо ва таҷҳизоти лозими барои кор хуб донем. Барои ин шишаҳои предметӣ ва рӯйпӯшо тоза карда, бо ёрии ҳалқаи бактериологӣ аз даруни найчашишаи кишткардашуда оҳиста киштро гирифта ба болои шишаи предметӣ мемоланд. Намунаро мегузоранд, то ки хушк шавад. Намунаро тунук ва баробар дар болои шишаи

предметӣ ҷойгир карда, қайд мекунад. Қайд кардани намуна барои он лозим аст, ки вай дар шиша часпад, кишт безарар гардонида шавад ва микроорганизмҳои кушташуда бошанд, хубтар ранг гиранд.

Барои ранг кардани микроорганизмҳо дар тадқиқотҳои микробиологӣ рангкунондаҳои турш ва асосии аниловиро истифода мебаранд. Қисми зиёди микроорганизм бо рангҳои асосӣ беҳтар ранг мегиранд. Барои рангкуни одатан чунин рангкунондаҳоро истифода мебаранд:

1. сурх (фуксини асосӣ, фуксини турш, сурхи бетараф);
2. кабуд (метиленовӣ ва толуиндинӣ);
3. бунафш (генсиан-виолет, метили бунафш, булӯри бунафш);
4. чигарии зард (везувин, хризондин);
5. сабз (сабзи алмосӣ, сабзи баланд).

Усули рангкунии микробро бо ду роҳ истифода бурдан мумкин аст. Якум, бо роҳи усули оддӣ ва дуюм бо роҳи усули дифференсиалӣ. Бо роҳи усули оддӣ фақат як ранг истифода бурда, баъд онро бо об шуста дар зер заррабин мушоҳида мекунад.

Усули рангкунии дифференсиалӣ бошад бисёрзинавӣ буда, як чанд рангҳо истифода бурда мешаванд. Яке аз усулҳои дифференсиалие, ки васеъ истифода мешавад, ин усули рангкуни аз рӯи Грамм мебошад.

Вобаста аз рангкуни бо усули Грамм ҳамаи бактерияҳоро ба ду гурӯҳ ҷудо мекунад. Бактерияҳое, ки дар вақти ранг кардан аз рӯи Грамм пайвастагии устувор ҳосил мекунад, граммулбат ва бактерияҳое, ки ин рангро қабул намекунад грамманфӣ ном гирифтаанд.

Ҷилди ҳуҷайраи бактерияҳои граммулбат намаки магнийи ТДН-ро дорост, ки бо йод ва ранги кабуд (генсиан-виолет, метили бунафш ва ғ.) комплекси пайвастагии устуворро ҳосил мекунад. Ин комплекси пайвастагии бо таъсири спирт вайрон намешавад ва

бактерия ранги аввалаи худ, ранги бунафшро нигоҳ медорад.

Чилди хучайраҳои грамманфӣ бошанд намаки магнии ТДН-ро надоранд. Барои ҳамин онҳо қобилияти нигоҳ доштани ранги бунафшро надоранд ва бо таъсири спирт беранг мешаванд. Дар вақти бо фуксини Пфейффер ранг кардани, ин гуна бактерияҳо онҳо ранги сурхро мегиранд.

Дар микробиология вобаста аз сохтор, таркиб ва ҳолати бактерияҳо дигар усулҳои рангкуниро ҳам истифода мебаранд: а) Рангуни бо усули Пешков; б) Рангуни бо усули Сил ва Нилсен; в) Рангуни аз рӯи Леффлер; г) Рангуни аз рӯи Нейссер; д) Рангуни аз рӯи Отешко; е) Рангуни бо усули Бурр.

Усули дигаре, ки дар тадқиқотҳои микробиологӣ истифода мешавад, тамиизкунӣ бо ҳисоб меравад. Тамиизкуниро бо тарзҳои гуногун ба даст овардан мумкин аст:

1) **Физикӣ** (таъсири ҳарорати баланд ва паст, ҷӯшондан, сӯзондан, буғи хушк, буғи тар, буғи таҳти фишор, нурҳои ултрабунафш ва истифодабарии ҳар гуна полоишҳои бактериявӣ).

2) **Кимиёвӣ** (истифодабарии ҳаргуна антисептикҳо барои аз пӯсидан нигоҳ доштани муҳити ғизоӣ).

3) **Биологӣ** (истифодабарии антибиотикҳо).

Яке аз усулҳои, ки барои омӯзиши хусусиятҳои морфологӣ, физиологӣ ва биокимиёвии микроорганизмҳо дар тадқиқотҳои микробиологӣ истифода мебаранд ин усули ҳосил кардани кишти тозаи микроорганизмҳо ба ҳисоб меравад. Кишти тозаи микроорганизмҳо чунин киштест, ки аз насли як хучайра ба даст оварда шудааст.

Чудо кардани кишти тоза се давраро дар бар мегирад: а) чудо кардани кишти захиравӣ; б) чудо кардани колонияҳо дар найчашиша; в) муайян кардани тозагии кишт.

а) Ҳосил кардани кишти захиравӣ барои он лозим аст, ки дар он намояндаи як гурӯҳ ё ки як намуд афзалият доранд. Усули ҳосил кардани кишти захиравиро олимон С.Н.Виноградов ва М.Бейеринк кор карда баромаданд. Барои ҳосил намудани кишти захиравӣ шароити элективӣ муҳайё кардан лозим аст (ҷадвали 2), ки дар он бартарии афзоиши микроорганизмҳои муайяно таъмин намояд. Барои микроорганизмҳои, ки дар аз худ кардани моддаҳои муайяни гизоӣ махсусгардонидашудаанд, муҳайё кардани шароити элективӣ хеле осон аст. Мисол, дар муҳити гизоие, ки нитрогени пайваст надорад, дар рӯшноӣ фақат обсабзаҳои кабуду сабз метавонанд N_2 аз худ кунанд. Агар ба субстрат ба сифати сарчашмаи энергия ягон моддаи узвӣ ва карбонро илова кунем, он гоҳ дар торикӣ, дар шароити анаэробӣ танҳо *Azotobacter* афзоиш меёбад. Дар вақти бартараф кардани оксигени ҳаво бошад, танҳо намояндагони бактерияҳои *Clastridium* афзоиш мекунанд. Барои ҳосил кардани кишти захиравӣ танҳо талаботи минималии микроорганизмҳои лозимиро қонеъ гардонидан лозим аст. Лекин, барои чудо кардани бактерияҳои, ки қобилияти оксид кардани метан ва гидрогенро ба нитрат ё ки сулфат (ба сифати аксептори гидроген) доранд, лозим меояд ишитроки O_2 бартараф кунем. Дар ҳолати мавҷуд будани O_2 дар субстрат шаклҳои азобии оксидкунандаи метан ва гидроген бартари пайдо мекунанд. Кишти захиравии организмҳои автотрофиро дар муҳите ҳосил мекунанд, ки сарчашмаи ягонаи таҳвили карбон, газӣ карбон бошад. Дар ин ҳолат набудани пайвастагиҳои карбони инкишофи микроорганизмҳои гетеротрофиро боз медорад. Чунин муҳити гизоие, ки фақат эҳтиёҷи як гурӯҳи микроорганизмҳоро қонеъ мегардонад, номи муҳити элективиро гирифтааст. Дар шароити элективӣ бояд, гуногунии муносибати организмҳоро нисбат ба муҳити туршиҳо, ҳарорат, азратсия, рН-и муҳит ва ғ. ба эътибор гирифтани лозим аст. Ҳосил кардани кишти захиравӣ аз

рӯи мушоҳидаи чашмӣ (кӯҳнашавии муҳит, пайдошавии парда аз рӯи мушоҳидаи аммиак, гидрогенсулфид ва ғ.) муайян мешавад. Ба ғайр аз ин дар баъзе ҳолатҳо киштро дар зери заррабин мушоҳида мекунанд.

Кишти тозаи микроорганизмҳо зинаи охиринаи ҷудокунӣ буда дар муҳити ғизоии зич ҳосил карда мешавад. Тартиби ҷудокунӣ, бо ҷудокунии хучайра аз популятсияи хучайраҳо сар мешавад.

➤ *Ҷадвали 2.*

Шароити элективӣ барои афзоиши микро-организмҳои гуногун (аз рӯи Шлегел, 1972).

1. Микроорганизмҳои фототрофие, ки сарчашмаи асосии карбонии онҳо гази карбон мебошад.

Дар рӯшноӣ	Анаэробҳо	H ₂	} фурубарии рӯшноӣ	Athiorhodaceae	} λ > 800 нм
	туршиҳои узвӣ				
		H ₂ S ҳамчун донори электрон		Thiorhodaceae	
		H ₂ S ҳамчун донори электрон		λ > 720 нм Chlorobacillaceae	
		NH ₂ Cl ёки KNO ₃ ҳамчун сарчашмаи N ₂		обсабзаҳои сабз	Аэробҳо
		N ₂ ҳамчун сарчашмаи нитрогени		обсабзҳои кабуду-сабз	

2. Бактерияҳои хемолитотрофие (автотрофи), ки сарчашмаи асосии карбон-гази карбон ба ҳисоб меравад.

Бе пайвастагиҳои узвӣ дар торикӣ	Аэробҳо	Донори электронҳо	Акцептори электронҳо	
		NH ₄ ⁺	O ₂	Nitrosomonas
		NO ₂ ⁻	O ₂	Nitrobacter
		H ₂	O ₂	Hydrogenomonas
		H ₂ S, S ⁰ , S ₂ O ₃	O ₂	Tiobacillus
		Fe ²⁺	O ₂	Ferrobacillus ferrooxidans
	Анаэробҳо	S ⁰ , S ₂ O ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻	Tiobacillus denitrificans
		H ₂ ⁺ Д(Э ²)	NO ₃ ⁻	Micrococcus denitrificans

3. Бактерияҳои хемоорганотрофҳо (гетеротрофӣ)				
Анаэроб- ҳо	Акцептор- ҳои экзоге- нии элект- ронҳо лозиманд	KNO_3 (2%)+турши- ҳои узвӣ	Псевдоми- на ҳо	Денитрифика- тор -ҳо
		KNO_3 (10%)+ ДЭ*	Бактерияҳои спорахосилк унанда	
		Сулфат+ туршиҳои узвӣ	Desulfovib- rio	
		CO_2 +туршиҳо и узвӣ ёки H_2		
Анаэроб- ҳо	Акцептор- ҳои экзоге- нии элект- ронҳо лозим нестанд	Глутамат, гистидин Лактат +ДЭ* Оҳар+ NH_4^{+3} Оҳар + N_2^3 Глюкоза+ NH_4^{+}		Clostridium tetanomorphum Viellonella Clostridium Cl.pasterianum Aerobacter ва организмҳое, ки туршшавиро ба амал меоранд
		Глюкоза+1% ДЭ*; pH 5,0		Бактерияҳои баамлорандаи туршии ширӣ
		Лактат+1% ДЭ*		Бактерияҳои баамлорандаи туршии пропионовӣ
Аэробҳо		Лактат+ NH_4^{+} Бензонат+ NH_4^{+}		Pseudomonas fluorescens
		Маннит, бензоат + N_2		Azotobacter
		Оҳар+ NH_4^{+3}		Bacillus polymyxа ва г.
		4% этанол+1% ДЭ*		Acetobacter
		5% мочевина +1% ДЭ*		Sporosarcina ureae
		Нафт + NH_4^{+}		Mycobacterium, Nocardia
		Селлюлоза + NH_4^{+}		Sporocytophaga

* положишӣ ҳамиртурушҳо

Усули дигаре, ки дар тадқиқотҳои микробиологӣ истифода мекунад, ин усули муайян кардани миқдор ва

вазни бактерияҳо мебошад. Вобаста аз он ки миқдори умумии ҳуҷайраҳо ё ки танҳо ҳуҷайраҳои зинда муайян карда мешаванд; усулҳои гуногуни ҳисобкунии ҳуҷайраҳо (камераи ҳисобкунии Нейбауэр, Тома ва ғ. ё ки усули Кох) истифода мешавад. Усули муайян кардани вазни бактерияҳо бошад аз рӯи баркашидани ҳуҷайраҳои тар ва хушке, ки дар центрифуга такшон карда шудаанд, муайян карда мешавад.

1.4. Иштироки микроорганизмҳо дар гирдгардиши моддаҳои табиат.

Аз ҳама вазифаи муҳиме, ки микроорганизмҳо барои ҳаёт дар рӯи Замин иҷро мекунанд, ин иштироки онҳо дар гирдгардиши карбон ба ҳисоб меравад. Микроорганизмҳо маъданкунонии карбонро таъмин мекунанд. Баъдтар растаниҳо онҳоро ба пайвастагиҳо узвӣ мубаддал мекунанд ва бо ҳамин мувозинати карбони байни чараёни фурубарии CO_2 ва маъданкунонии пайвастагиҳои узвири нигоҳ медоранд. Таркиби ҳавои атмосфера қариб 0,045% CO_2 дорад. Фаъолияти фотосинтезикии растаниҳо хеле баланд аст ва захираи CO_2 -и дар ҳаво буда, ҳамагӣ барои 40-50 сол мерасад. Ҳатто агар захираи океанҳоро ҳам ҳисоб кунем, захираи CO_2 тахминан ба 200 сол мерасад ҳалос.

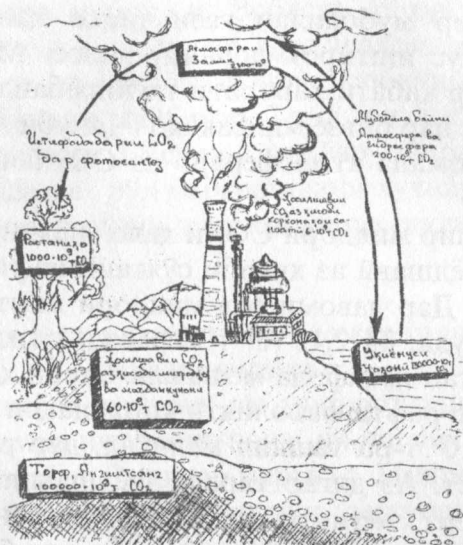
Ба туфайли ҳайвонҳои дараҷаи паст ва микроорганизмҳои, ки дар азнавбарқароршавии CO_2 дар рафти маъданкунонии моддаҳои узвӣ иштирок мекунанд, растаниҳо имконият пайдо мекунанд, ки доимо CO_2 -ро фуру баранд. Боҳамалоқамандии организмҳои зинда дар рӯи замин пеш аз ҳама дар гирдгардиши карбон хеле хуб намоён мешавад.

Дар мадди назар сарчашмаи асосии CO_2 укёнусҳои олам ҳисоб мешаванд. Лекин суръати мубодилаи карбон, байни атмосфера ва укёнус, ки дар он 90%-и CO_2 дар шакли пайвастагии HCO_3 воқеъ аст, хеле кам аст. Дар давоми сол ҳамагӣ 10%-и CO_2 -и ҳаво бо CO_2 -и укёнус мубодила

мешавад. Дар мубодилаи гази танҳо қабатҳои тунуки болоии укёнус иштирок доранд халос. Миқдори зиёди CO_2 -е, ки дар қабати ҳарорати тағйирёбандаи укёнус ҷой дорад, фақат дар баъзе минтақаҳо (Ҷануби Африка, Чили) ба боло баромада атмосфераро аз CO_2 бой мегардонанд (0,05%).

Солҳои охир миқдори CO_2 -и ҳаво зиёд шуда истодааст. Як қисми зиёдшавӣ аз ҳисоби сӯختани нафт ва ангишт ба амал меояд. Дар давоми сол миқдори нафти дар тамоми олам сарфшуда, ба $2,15 \cdot 10^9$ т мерасад, ки қисми зиёди он бо роҳи сӯختан истифода мешавад. Барои ҳамин миқдори CO_2 -е, ки дар рафти фаъолияти корхонаҳои саноатӣ ҳосил мешавад, $6 \cdot 10^9$ т-ро ташкил медиҳад, дар расми 1 нишон дода шудааст. Аз дигар тараф, зиёдшавии миқдори CO_2 дар атмосфера, эҳтимол бо истифодаи он дар ҷараёни фотосинтез вобаста аст. Ин пеш аз ҳама бо кам шудани майдонҳои ҷангалзор ва вайрон шудани хок вобастагӣ дорад. Барои ҳамин яке аз сарчашмаҳои, ки мувозинати CO_2 -и ҳаворо таъмин мекунад, ин укёнуси олам ба ҳисоб меравад.

Дар ҷараёни маъданкунӣ, микроорганизмҳои хок ва об на ин ки карбонро ба CO_2 мубаддал мекунад, балки гирдгардиши дигар биоэлементҳои дар таркиби организми растаниҳо ва ҳайвонҳо бударо ҳам таъмин мекунад.



Расми 1. Гирдгардиши карбон дар биосфера. Рақамҳо ҳаҷми солонаи азхудкунӣ, ҳосилшавӣ ва мубодилаи карбонро нишон медиҳанд.

Нитроген ва фосфор ҷараёни расиши растаниҳоро метавонанд назар ба CO_2 чанд маротиба зиёдтар ҷабл гардонанд, бинобар ин барои ҳосилшавии вазни биологии онҳо ҳам дар ҳушкӣ ва ҳам дар уқёнус лозиманд (ҷадвали 3).

Ҷадвали 3

Миқдори элементҳои дар оби баҳр буда (аз рӯи Шлегел, 1972).

Элементҳо	Миқдор, г.		Таносуб А/Н
	Дар 100г вазни ҳушкӣ биологӣ (Н)	Дар 1 м ³ оби баҳр (А)	
Калий	1	390	390
Карбон	30	28	~1
Кремний	0,5	0,5	1
Нитроген	5,0	0,3	0,06
Фосфор	0,6	0,03	0,05
Сулфур	1	900	900
Охан	1	0,05	0,05
Ванадий	0,003	0,0003	0,1

Дар рафти чараёни фотосинтез растаниҳои сабз CO_2 -ро фуру бурда қанд ва пайвастагиҳои ба онҳо наздик бударо ҳосил мекунанд. Массай асосии карбони азхудкардаи дарахтон ва растаниҳои алафӣ дар шакли қандҳои калонмолекула захира мешаванд. Қариб 60% CO_2 -е, ки дар хушки фуру бурда мешавад, барои ҳосилшавии чӯб сарф мешавад. Чӯб аз 70% қандҳои калонмолекула ва пайвастагиҳои онҳо ташкил ёфтааст. Миқдори сафедаҳо хеле кам буда 1%-ро ташкил медиҳанд. Дар растаниҳои ғаллагӣ ва алафӣ миқдори қандҳои калонмолекула хеле зиёданд.

Қандҳо ҳамчун сарчашмаи моддаҳои ғизоии узвӣ барои бисёр организмҳо хизмат мекунанд. Инсон пеш аз ҳама микроорганизмҳоро ҳамчун барангезандаҳои касалиҳои одам, растани ва ҳайвонот тассавур мекунанд. Дар табиат бисёр микроорганизмҳои барангезандаҳои касалиҳои гуногун вомехӯранд, ки хусусияти хоси ҳар як кадоми онҳоро микробиологияи тиббӣ (байторӣ) ва фитопатология (илми касалиҳои наботот) меомӯзанд. Ба ғайр аз ин микроорганизмҳо ҳамчун зараррасони табиат ва саноат ба шумор мераванд. Новобаста аз ин он аҳамияти амалие, ки микроорганизмҳо иҷро мекунанд, баҳо додан хело мушқил аст. Соҳаҳои амалие, ки микроорганизмҳо истифода мешаванд хеле васеъ буда аз коркарди маҳсулотҳои хоҷагии кишлоқ сар карда то суръатнокшавии таассурҳои мураккаби кимиёвиро дар бар мегирад. Бо ёрии микроорганизмҳо дар истеҳсолот ҳар гуна моддаҳои кимиёвӣ ҳосил мекунанд. Аз кишти микроорганизмҳо антибиотикҳои гуногун ҳосил мекунанд, ки онҳоро муқобили барангезандаҳои ҳар гуна касалиҳо истифода мебаранд. Аз кишти микроорганизмҳо инчунин амилазаҳо барои таҷзияи оҳар, протеиназаҳо барои коркарди чарм, пектиназаҳо барои рангкунии шираи меваҳо ва ғ. ҳосил мекунанд. Бисёр маҳсулотҳои дар табиат ба мисли нафт, газ ва селлюлоза ба миқдори

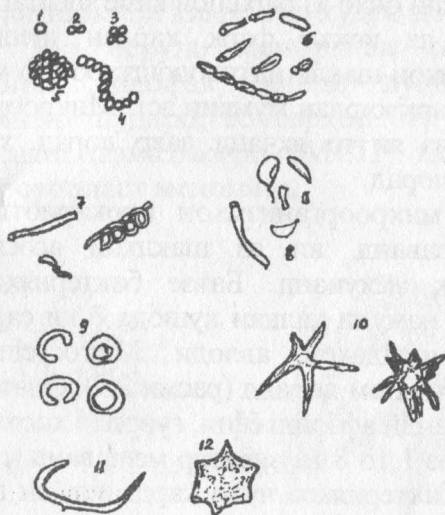
зиёд во мехӯранд, ки танҳо микроорганизмҳо онҳоро ҳамчун гизо истифода мебаранд.

Дар ин ҷо тамоми намудҳои истеҳсолоте, ки микроорганизмҳо дар он иштирок мекунанд ва дар оянда онҳоро истифода мекунанд номбар кардан он қадар зарур нест. Фақат хаминро ба хотир овардан кифоя аст, ки олими бузурги фаронсавӣ Л.Пастер гуфта буд: "Илмҳои амалӣ нестанд, лекин ҳар як илм дар худ гузаришҳои зиёди амалӣ дорад".

БОБИ II. МИКРООРГАНИЗМҲОИ ПРОКАРИОТӢ ВА ТАСНИФИ ОНҲО.

2.1. Хучайра ва сохторҳои он. Таркиби кимиёвӣ.

Қисми зиёди хучайраҳои микроорганизмҳои прокариотӣ шакли доира, цилиндр ё ки илтиворо доранд. Онҳо метавонанд алоҳида бошанд ва дар баъзе ҳолатҳо ришта ва қатораҳоро ҳосил кунанд (расми 2, (1-8)).



Расми 2. Шакли бактерияҳо: 1-коккҳо; 2-диплококкҳо; 3-сарсина; 4-стрептококкҳо; 5-колониҳои шакли доирагӣ; 6-бактерияҳои чӯбчамонанд; 7-спириллаҳо; 8-вибрионҳо; 9-трофозидҳо; 10-бактеричҳое, ки гурри ҳосил мекунанд; 11-бактерияҳое, ки шакли кирмо доранд; 12-бактерияҳое, ки шакли шашиқунҷаи ситорамонандро доранд.

Микроорганизмҳое, ки шакли доираро доранд, кокҳо (кулулашакл) ном доранд. Онҳо баъди тақсимшавии хучайра чудо намешаванд. Агар тақсимшавӣ дар як сатҳ ба амал ояд, он гоҳ чуфти хучайраҳо (диплококҳо) ё ки занҷир (стрептококкҳо) ҳосил мешаванд. Агар тақсим-

шавӣ дар се самти ба ҳам амудии баробар ба амал ояд ва хучайраҳо баъди тақсимшавӣ ба ҳам пайваст бошанд, он гоҳ когазхалтаҳои шакли дурустдошта (сартсинаҳо) ё ки қатораҳои шакли доиравӣ ҳосил мешаванд. Дар баъзе ҳолатҳо, тақсимшавӣ дар якҷанд сатҳ набаробар ба амал меояд, ки шакли нодурусти анбӯҳ ҳосил мешавад.

Микроорганизмҳое, ки шакли цилиндр (чӯбчамонанд)-ро доранд аз рӯи бузургии андозаи дарозии хучайра аз бараш фарқ мекунад. Андозаи микроорганизмҳои алоҳидаи чӯбчашакли кӯтоҳе, ки дарозии онҳо аз барашон каме зиёдтар аст, дар баъзе ҳолат онҳоро аз кокҳо фарқ кардан душвор мешавад. Микроорганизмҳои шакли илтиводоштаро бо миқдори даври илтивои онҳо фарқ кардан мумкин аст. Микроорганизмҳое, ки илтивои онҳо аз як то якҷанд давр дорад, ҳамчун чӯбчаи қадшуда намуд дорад.

Дар байни микроорганизмҳои прокариотӣ бактерияҳое мушоҳида мешаванд, ки аз шаклҳои асосии дар боло зикршуда фарқ мекунад. Баъзе бактерияҳо вобаста аз зинаҳои расиш намуди ҳалқаи кушода ё ки сарбастаро доро мешаванд (намояндаҳои авлоди *Microcyclo*). Ин гуна хучайраҳо тороид ном доранд (расми 2.9). Одатан бактерияҳо бо роҳи муғҷабандӣ афзоиш ёфта, гурӯҳҳо ҳосил мекунад, ки миқдори онҳо аз 1 то 8 ва зиёдтар мешаванд (расми 2.10). Аз муҳити табиӣ бактерияҳое чудо кардаанд, ки шакли кирмо доранд. Намуди онҳо ба ситораи шашкунча монандӣ дорад (расми 2.11,12). Дигар гурӯҳи микроорганизмҳои прокариотӣ қобилияти шохронӣ карданро доранд (бактерияҳои пропионовӣ ва актиномицетҳо).

Инчунин бактерияҳое маълуманд (коринебактерияҳо), ки вобаста аз шароит шакли чӯбча, кулӯларо мегиранд ё ки қобилияти шохрониро доранд.

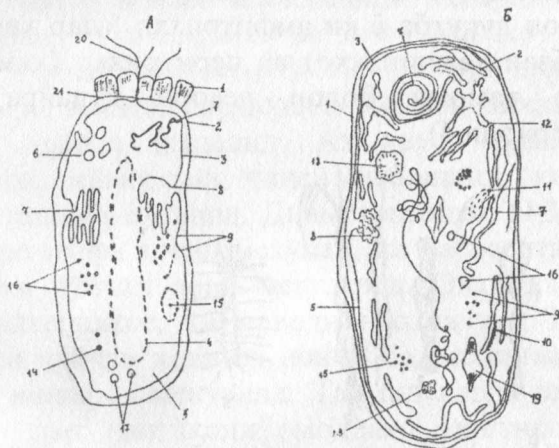
Шакли хучайраҳои прокариотиро чилди хучайраи саҳт муайян мекунад. Ин аломатро дар ибтидо барои таснифи микроорганизмҳо истифода мекарданд. Лекин як қатор бактерияҳое (спирохетҳо, миксобактерияҳо, флексибактерияҳо) маълуманд, ки чилди хучайраашон хеле чандир мебошанд, барои ҳамин онҳо қобилият доранд шакли

хучайраашонро тағйир диҳанд. Мисол, бо роҳи қадшавӣ. Микроорганизмҳое ҳам вомахӯранд, ки тамоман чилди хучайра надоранд. Инҳо-микоплазмаҳо ва L-формаҳо мебошанд. Бисёри микоплазмаҳо барои одамон ва ҳайвонҳо касалиоваранд.

Ҳамин тавр чуноне мебинем гуногунии морфологие, ки дар олами организмҳои олии бо чашм мерасад, дар олами микроорганизмҳои прокариотӣ хеле каманд.

Хучайраи организмҳои прокариотӣ якчанд хусусиятҳои хоси сохторӣ ва таркиби кимиёвӣ худро дорад (расми 3).

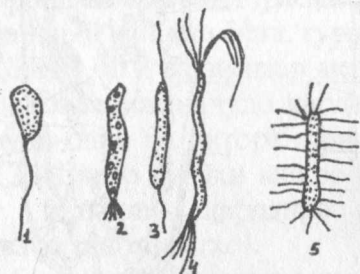
Сохторҳои дар берун мембранаи ситоплазматикӣ (чилди хучайра, гилофак, чилди луобӣ, қамчинак, мӯякчаҳо) ҷойгир шударо, сохторҳои берунӣ меноманд. Мембранаи ситоплазматикӣ (МСП) дар якҷоягӣ бо ситоплазма протопласт меноманд.



Расми 3. Сохтори хучайраҳои прокариотӣ. А-хучайраи бактерия; Б-хучайраи сианобактерия; 1-гилофак, чилди луобӣ; 2-чилди хучайра; 3-мембранаи ситоплазматикӣ; 4-нуклеоид; 5-ситоплазма; 6-хроматофорҳо; 7-тилакоидҳо; 8-мезосома; 9-рибосомаҳо; 10-фикобилисомаҳо; 11-вакуолаҳо; 12-вакуолаҳои газӣ; 13-донаҳои туршиҳои равғанӣ; 14-қатраҳои чарбӣ; 15-донаҳои полисахаридҳо (қандҳои калонмолекула); 16-донаҳои полифосфат; 17-изи сулфурӣ; 18-донаҳои сианофисинӣ; 19-танаҳои полиэдралӣ; 20-қамчинакҳо; 21-сохторҳои базалӣ.

Қамчинакҳо. Дар болои ҳуҷайраи бактерияҳо, сохторҳои мавҷуданд, ки қобилияти ҳаракатӣ ҳуҷайраҳоро муайян мекунад. Онҳоро қамчинак меноманд. Мавҷуд будани микдор, андоза ва ҷойгиршавии онҳо аломатҳои мебошанд, ки барои намудҳои муайяни бактерияҳо доими буда мафҳуми муҳими таксономи доранд.

Агар қамчинакҳо дар қутбҳои ҳуҷайра ҷойгир шаванд, онҳоро қутбӣ ва агар дар паҳлӯи сатҳи ҳуҷайра ҷойгир бошанд, онҳоро латералӣ меноманд. Вобаста аз миқдори қамчинакҳо ва ҷойгиршавии онҳо дар сатҳи болоии ҳуҷайра онҳоро монотрихҳои якқутба (як қамчинак ба яке аз қутбҳо пайваст мешаванд), политрихи якқутба (як қабзаи қамчинакҳо дар яке аз қутбҳо ҷойгир шудааст), монотрихҳои дуқутба (дар ҳар як қутб яктоғӣ қамчинак), политрихҳои дуқутба ё ки амфитрихҳо (дар ҳар як қутб, яктоғӣ қабзаи қамчинакҳо) ва перитрихҳо (қамчинакҳои зиёде дар тамоми болои девори ҳуҷайра) ҷойгир мешаванд (расми 4).



Расми 4. Намудҳои асосии тарзи ҷойгиршавии қамчинакҳо дар бактерия: 1-монотрихҳои якқутба; 2-политрихҳои якқутба; 3-монотрихҳои дуқутба; 4-политрихҳои дуқутба; 5-перитрихҳо.

Қамчинакҳо аз мембранаи ситоплазматикӣ (МСП) саршуда бо ҳуҷайра ба воситаи пайкори паҳлӯӣ пайваст мешаванд, ки аз якҷанд доира (лаълича) иборатанд. Ғафсии онҳо аз 100 то 300 А° буда, дарозияшон аз 3 то 12 мкм-ро ташкил медиҳанд. Қамчинакҳо аз як намуди

сафеда – флагеллин ташкил ёфтаанд. Дар баъзе ҳолатҳо камчинакҳо аз берун бо чилд пӯшонида шудаанд.

Ҳаракати бактерияҳо аз ҳисоби ҳаракати фаъоли камчинакҳо амалӣ мегардад. Камчинакҳои ҳуҷайраи перитрихҳо ва амфитрихҳо дар мувофиқати ҳамдигар амал мекунанд. Механизмҳои, ки камчинакҳоро ба кор мебарорад то ҳол маълум карда нашудааст. Микроорганизмиҳои маълуманд, камчинак надоранд ва дар болои муҳити саҳт бо роҳи лағжидан ҳаракат мекунанд, ки онҳо ба гурӯҳҳои гуногун (миксобактерияҳо, флексибактерияҳо, спирохетҳо, сианобактерияҳо) дохил мешаванд.

Мӯякчаҳо. Ба сохтори болоии ҳуҷайраи бактериявӣ мӯякчаҳо ҳам дохил мешаванд. Миқдори онҳо дар як ҳуҷайра аз як то ба якчанд ҳазор мерасанд. Ин сохтор ба ҳаракати бактерия ягон алоқаманди надорад. Онҳо ҳам дар бактерияҳои серҳаракат ва ҳам беҳаракат мушоҳида шудаанд. Гафсии мӯякчаҳо $50-100 \text{ \AA}$ буда дарозии онҳо $0,3-4 \text{ мкм}$ -ро тақсир медеҳанд. То ҳол якчанд намуди мӯякчаҳо омӯхта шудаанд. Аз ҳама мӯякчаҳои хуб омӯхташуда, мӯякчаҳои чинсӣ мебошанд, ки онҳо аз сафедаҳо ташкил ёфтаанд. Диаметри онҳо $30-35 \text{ \AA}$ буда, илтивои яктарафа ҳосил мекунад, ки ба воситаи сохтори дарунии он ҷӯйчаи ҳолӣ мегузарад. Онҳо дар ҷараёни чинсии бактерияҳои, ки маводи наслии худ ТДН-ро ба воситаи ин ҷӯйчаи ҳоли аз донор ба ресипиент интиқол медеҳанд иштирок мекунанд. Тахмин карда шудааст, ки мӯякчаҳо дар интиқоли моддаҳо иштирок карда, ҳуҷайраҳоро аз организмҳои муфтхӯр муҳофизат мекунанд. Мӯякчаҳо сохтори зарурии ҳуҷайра ҳисоб намешаванд, чунки бактерияҳои, ки мӯякча надоранд хеле хуб расиш ёфта инкишоф меёбанд.

Ғилофак ва чилди луобӣ. Дар болои чилди ҳуҷайраҳои бактериявӣ ва сианобактерияҳо бисёр ҳолатҳо бо моддаҳои луобӣ пӯшонида мешаванд. Вобаста аз гафси ва дараҷаи ғилзат ғилофакҳои калон ва хурд инчунин чилди

луобиро фарқ мекунанд. Агар гафси аз 0,2 мкм хурдтар бошад, онро гилофаки хурд ва агар аз 0,2 мкм калонтар бошад онро гилофаки калон меноманд. Гилофаки калонро дар заррабини рӯшноидиҳанда мушоҳида кардан мумкин аст. Барои ин намунаро дар қатраи ранги сиёҳ чойгир карда мушоҳида мекунанд, чунки ранги сиёҳ қобилияти ба даруни гилофак дохилшавиро надорад. Барои ҳамин дар манзараи торик хучайраҳо мебинед, ки бо доираи равшан ихота карда шудаанд. Агар моддаҳои луобие, ки хучайраро ихота кардаанд намуди муайян нашошта бошанд ва бо осони аз сатҳи болоии хучайра ҷудо шаванд, он гоҳ маълум мешавад, ки ин ҷилди луобӣ мебошад. Алоқамандии гилофак бо ҷилди хучайра гуногун аст. Ҷилди луобии ҳосилшудаи баъзе бактерия бо осонӣ аз сатҳи болоии ҷилди хучайра ҷудо мешавад. Дар дигар бактерия алоқаи гилофак (хусусан гилофаки хурд) чунон устувор аст, ки гилофакро ҳамчун як қисми ҷилди хучайра ҳисоб мекунанд.

Омӯзиши сохти гилофаки бактерия ва сианобактерия бо ёрии усулҳои ситологӣ, ситокимиявӣ ва иммунологӣ нишон доданд, ки онҳо бисёрқабата буда, сохта фибриллӣ доранд. Қабатҳои алоҳидаи гилофак таркиби кимиявӣ гуногун ва хусусияти антигениро (зиддигенро) доранд. Гилофакро ҳамчун ҳосилаи ҷилди хучайра шуморидан мумкин аст, барои ҳамин баъзе ҷузъҳои ин сохтор ба ҳам монанди доранд. Лекин таркиби кимиявӣ гилофак ва ҷилди хучайра яхелаанд. Таркиби кимиявӣ гилофакҳои бактерия ва сианобактерияҳо гуногунанд ва дар онҳо моддаҳои мушоҳида мешаванд, ки дар ҷилди хучайра дида намешаванд. Таркиби асосии гилофакҳо аз қандҳои калонмолекула, гомо- ва гетерополимерҳо сохта шудаанд. Мисол, гетерополисахаридҳо, ки дар таркиби гилофаки бактерияи *Pseudomonas aeruginosa* дохил мешаванд, аз боқимондаи Д-глюкозаҳо, Д-

галактозаҳо, Д-маннозаҳо, L-рамнозаҳо ва D-туршиҳои глюкоуронови сохта шудаанд. Филофакҳои луобӣ ё ки чилдии намудҳои сианобактерияҳои омӯхташуда нишон доданд, ки онҳо ҳам аз қандҳои калонмолекула сохта шуда дар онҳо глюкоза, галактоза, ксилоза, рамноза ва туршии глюкоуронови мушоҳида мешаванд. Дар таркиби филофакҳо полипептидҳо, сафедаҳо, мукополисахаридҳо, липополисахаридҳо ҳам дохил мешаванд.

Филофакҳо сохтори зарурии ҳуҷайраи микроорганизмҳо ҳисоб намешаванд, лекин набудани онҳо фаъолнокии ҳуҷайраро вайрон мекунад. Филофак ё ки чилди луоби ҳуҷайраро аз шириҳои гайримусоид, аз хушкшавӣ, аз дохилшавии фагҳо, аз таъсирҳои механикӣ, муҳофизат карда ҳамчун монеаи иловагии таровишӣ хизмат мекунад. Дар баъзе ҳолатҳо луобҳои ҳосилшуда ҳамчун сарчашмаи захираи моддаҳои гизоӣ хизмат мекунад. Онҳоро инчунин ба сифати ивазкунандаҳои плазмаи хун ва ҳосил кардани наврӯҳои синтетикӣ истифода мекунад.

Чилди ҳуҷайра. Яке аз сохторҳои зарур ва муҳими ҳуҷайраҳои прокариотӣ (ба гайр аз микоплазмаҳо ва L-шаклҳо) чилди ҳуҷайра ба шумор меравад. Чилди ҳуҷайраи микроорганизмҳои прокариотӣ аз 5 то 50% - моддаҳои хушки ҳуҷайраро ташкил медиҳад. Чилди ҳуҷайра ҳамчун монеаи механикӣ дар байни протопласт ва муҳити беруна хизмат карда, ҳуҷайраро шакли муайян медиҳад.

Аз рӯи сохт ва таркиби кимиёвӣ чилди ҳуҷайраи микроорганизмҳои прокариотӣ аз чилди ҳуҷайраҳои эукариотӣ бо кулли фарқ мекунад. Дар таркиби чилди ҳуҷайра маҷмӯи полимерҳои махсусе ёфташудаанд, ки дар дигар сохторҳои ҳуҷайравӣ мушоҳида намешаванд. Таркиби кимиёвӣ ва сохти чилди ҳуҷайра барои намудҳои алоҳида доими буда, аломати муҳими ташхисӣ ҳисоб мешаванд.

Вобаста аз сохтори чилди ҳуҷайра микроорганизмҳои прокариотиро ба ду гурӯҳи калон ҷудо мекунад.

Мушоҳида карда шуд, ки агар ҳуҷайраи микроорганизми қайдкардашударо аввал бо булури бунафш ва баъд онро бо йод кор карда бароем, маҷмӯи рангшуда ҳосил мешавад. Йод бо булури бунафш маҷмӯи пайвастагии ҳосил мекунад, ки дар об ҳалшаванда буда, дар спирт ва атсетон сустҳалшавандааст. Дар вақти коркарди ин гуна микроорганизмҳо бо спирт, намудҳои граммусбат ин маҷмӯро нигоҳ медоранд (маҷмӯи рангкунандаро бо йод) ва беранг намешаванд, намудҳои грамманфӣ бошанд беранг мешаванд (усули рангкуниро олими даниягӣ К.Грамм соли 1884 пешниҳод карда буд). Муайян карда шуд, ки маҷмӯи рангшуда дар протопласт ҳосилшуда, лекин қобилияти нигоҳдории онро дар ҳуҷайра гузаронандагии чилди ҳуҷайра муайян мекунад.

Чилди ҳуҷайраи бактерияҳои граммусбат ва грамманфӣ аз рӯи таркиби кимиёвӣ ва сохтории худ аз ҳам фарқ мекунад (ҷадвали 4).

Ҷадвали 4.

Таркиби кимиёвӣ чилди ҳуҷайраи микроорганизмҳои граммусбат ва грамманфӣ.

Таркиби кимиёвӣ чилди ҳуҷайра	Микроорганизмҳои граммусбат	Микроорганизмҳои грамманфӣ
Гликопептидҳо (маҷмӯи муреинӣ)	+++	+
Қандҳои калонмолекула	+	+
Туршиҳои тейховӣ	+	-
Сафедаҳо	±	+
Липидҳо	+	+++
Литополисахаридҳо	-	+
Липопротеидҳо	-	+

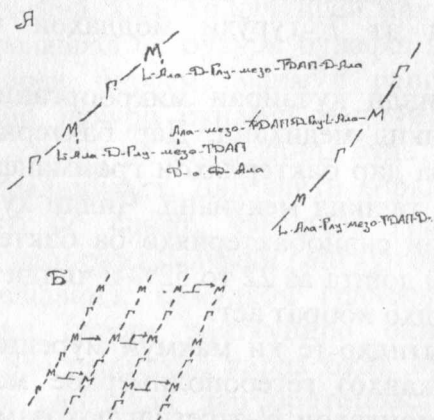
Эзоҳ: (+)-мавҷуданд; (+++) - ба миқдори зиёд мавҷуданд; (-) - мавҷуд нестанд; (±) дар ҳамаи намудҳо мавҷуд нестанд.

Таркиби кимиёвии чилди хучайраҳои организмҳои прокариотӣ аз 7 гурӯҳи моддаҳои кимиёвӣ ташкил ёфтаанд.

Асоси чилди хучайраи микроорганизмҳоро гликопептидҳо ташкил медиҳанд. Дар бактерияҳои граммуабат онҳо 20% ва дар бактерияҳои грамманфӣ бошад 5-10%-и вазни онро ташкил мекунанд. Чилди хучайраи намудҳои омӯхташудаи сианобактерияҳо ба бактерияҳои грамманфӣ монандӣ дошта аз 22 то 52%-и чилди хучайраи онҳо аз гликопептидҳо иборат аст.

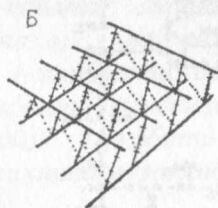
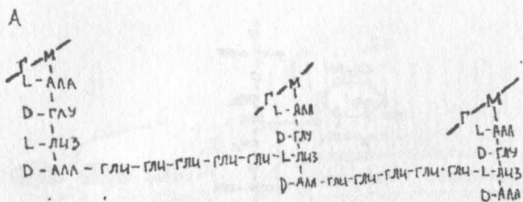
Гликопептидҳо (ё ки маҷмӯи муреинӣ, мукопептидҳо, пептидогликанҳо) гетерополимерҳое мебошанд, ки дар асоси боқимондаҳои N-атсетилглюкозамин ва туршии N-метилмурамовӣ ки бо ёрии бандҳои β -1,4-гликозиди пайваст шудаанд сохта мешаванд. Маҷмӯи муреиновии чилди хучайраи бактерияҳои грамманфӣ аз як қабат иборат аст (расми 5), маҷмӯи муреинии бактерияҳои граммуабат бошанд, бисёрқабатаанд (расми 6).

Ба ғайр аз маҷмӯи муреиновӣ ба таркиби чилди хучайраи микроорганизмҳои прокариотӣ дигар синфи хеле нодири пайвастагиҳои кимиёвӣ – туршиҳои тейховӣ дохил мешаванд. Онҳо фақат дар бактерияҳои граммуабат мушоҳида мешаванд.



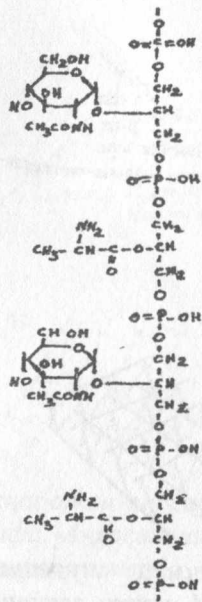
Расми 5. Сохти якҷабатаи маҷмӯи муреини ҷилди ҳуҷайраи бактерияҳои грамманфӣ. А-ҳосилишавиши курукчаҳои пептидӣ дар байни ду занҷири гетерополимерӣ; Б-сохти якҷабатаи маҷмӯи муреинӣ.

Онҳо полимерҳои мебошанд, ки аз спирти панҷатомаи рибит ё ки спирти сеатомаи глицерин сохта шуда, боқимондаи онҳо бо ёрии бандҳои фосфодуэфирӣ пайваस्त мешаванд (расми 7).



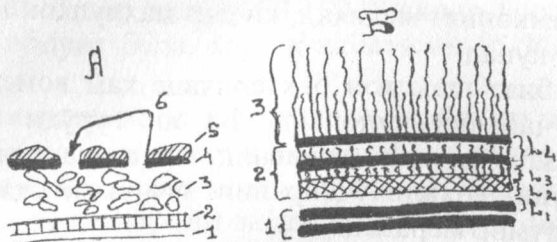
Расми 6. Сохти маҷмӯи муреинии ҷилди хуҷайраи бактерияҳои граммулбат. А-сохти гликопептид ва ҳосилшавии купрукчаи пептиди дар байни занҷирҳои гетерополимерӣ; Б-сохти бисёрқабатаи маҷмӯи муреинӣ.

Дар таркиби ҷилди хуҷайраи бактерияҳои граммулбат миқдори ками қандҳои қалонмолекула, сафедаҳо ва липидҳо мушоҳида мешаванд. Молекулаҳои туршиҳои тейховӣ бо маҷмӯи муреиновӣ алоқамандии хеле устувор ҳосил мекунанд, ки онҳо ба фишори то 30 атм. тоб меоранд.



Расми 7. Сохти туриши глитсеринтейховӣ

Таркиби кимиёвӣ ва сохторҳои дарунии чилди хуҷайраи бактерияҳои грамманфӣ ва сианобактерия хеле мураккабанд. Маҷмӯи муреиновӣ якҷабата аст (расми 8). Аз болои он қабати ковоки сафедавӣ ҷойгир мешавад, ки тамоми туриҳои аминиро дорад. Дар болои қабати сафедавӣ, қабати липополисахаридҳо ҷойгир шудааст. Дар болои он бошад, қабати липопротеидӣ. Қабатҳои, ки дар болои маҷмӯи муреиновӣ ҷойгир мешаванд, аз сӯрохиҳои зиёд иборатанд. Ҳар як қабати чилди хуҷайраи бактерияҳои грамманфӣ барои гузаронидани электронҳо якхела нест, барои ҳамин ҳам дар бурришҳои, дар зери заррабин мушоҳидашудаи чилди хуҷайраи ин гуна бактерияҳо се ё ки чорҷабатаанд. Онҳо 140-170 А° гафси дошта, ба фишори 6-8 атм. тоб меоранд.



Расми 8. Сохти чилди ҳуҷайраи бактерияҳои грамманфӣ (А): 1-мембранаи ситоплазматикӣ; 2-қабати гликопептидии зич; 3-қабати сафедавӣ; 4-қабати липополисахаридӣ; 5-қабати липопротеидӣ; 6-сурохчаҳо; ва сохтори чилди ҳуҷайраи сианобактерияҳо (Б): 1-мембранаи ситоплазматикӣ; 2-чилди ҳуҷайра (L_1 -қабати табиати кимёвиаш номаълум; L_2 -қабати табиати гликопептидӣ; L_3 -қабати ҳосилаи сафедаҳои фибриллярӣ; L_4 -қабати сохтаи мураккаб); 3-чилди луобӣ.

Чилди ҳуҷайраи сианобактерияҳо аз рӯи таркиби кимиёвӣ ба бактерияҳои грамманфӣ хеле наздиканд. Мушоҳидаҳои зери заррабин нишон доданд, ки онҳо ҳам чорқабатаанд.

Таркиби кимиёвии қабате, ки новобаста дар болои МСП чойгир мешавад то ҳол маълум нест (L_1). Қабати L_2 дар болои L_1 чойгиршуда аз маҷмӯи муреиновӣ иборат буда, вобаста аз намуди сианобактерияҳо ғафсии он дар ҳудуди хеле васеъ аз 100 то 2500 Å тағйир меёбад. Қабати дигар L_3 -сохти фибриллярӣ дорад, ки фибрилҳо табиати сафедавӣ доранд. Қабати L_4 -монанди мембранаи сеқабата сохт дорад. Дар чилди ҳуҷайраи сианобактерияҳо ба ғайр аз маҷмӯи муреиновӣ инчунин қандҳои калонмолекула, сафедаҳо ва липидҳо ҳам мушоҳида мешаванд. Дар тарафи берунии МСП моддаҳое, ки барои сохтори чилди ҳуҷайра лозиманд, ҳосил карда мешаванд.

Чилди ҳуҷайра вазифаҳои гуногунро иҷро мекунад: ҳуҷайраро аз таъсири омилҳои муҳити беруна муҳофизат мекунад, шакли берунии ҳуҷайраро нигоҳ медорад, ба

хучайра имконият медиҳад, ки дар маҳлулҳои гипотоникӣ фаъолият кунад.

Дар табиат шаклҳои бактериявие ҳам воমেҳуранд ки чилди хучайравӣ надоранд. Ба ин гурӯҳи бактерияҳо микоплазмаҳо дохил мешаванд, ки асосан сапрофит ва муфтхӯрони дохилихучайравии организми ҳайвонот ва одам ба шумор мераванд.

Беҳамто будани таркиби кимиёвии чилди хучайраи микроорганизмҳои прокариотӣ имконият дод, ки аз онҳо дору созанд, ки махсус ба чилди хучайраи худӣ онҳо таъсир расонанд. Мисол, пенитсалин ҳосилшавии бандҳои пептидиҳо дар ҷараёни ҳосилшавии маҷмӯи муреинии хучайраи бактерияҳои расишкунанда паст мекунад.

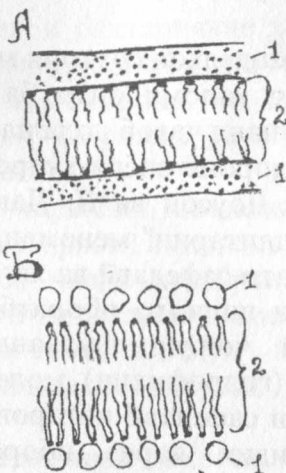
Мембранаи ситоплазматикӣ. Оканаи хучайра аз чилди хучайра бо мембранаи ситоплазматикӣ ҷудо карда мешавад. МСП сохтори зарурии ҳар як хучайра ба шумор меравад. Вайрон кардани МСП ба нобуд шудани хучайра оварда мерасонад. Ба МСП 8%- и моддаҳои хушки хучайра рост меоянд. Маҷмӯи сафедавӣ- липидии МСП аз 50-70% сафедаҳо ва 15-30% липидҳо ташкил меёбад. Ба ғайр аз ин дар мембрана миқдори муайяни ангиштов ва ТРН мушоҳида шуданд (Ҷадвали 4).

Дар МСП ду гурӯҳи липидҳо мавҷуданд: липидҳои бетараф (нейтралӣ) ва фосфолипидҳо. Фосфолипидҳо дар ҳолати озод буда бо сафедаҳо пайвастагӣ ҳосил мекунад. Липидҳо ҷузъи ҳар як мембрана буда, 90%-и онҳо дар мембранаи хучайра ҷойгир мешаванд. Сафедаҳои ба таркиби МСП дохилшударо ҳам ба ду гурӯҳ ҷудо мекунад: сафедаҳои сохторӣ ва сафедаҳои, ки хусусияти ферментативӣ доранд. Аз рӯи тадқиқотҳои ҳозиразамон бошад сафедаҳои мембранавиро ба чор гурӯҳ ҷудо мекунад: сафедаҳои сохторӣ, ферментативӣ, гузаронанда ва таъсирабулқунанда.

Фафсии МСП дар худуди 70-100А⁰ қарор дорад. МСП аз се қабат иборат буда, ҳар як қабати он 25-30А⁰ гафси доранд.

То имрӯз якчанд моделҳои сохтори мембрана пешниҳод шудаанд. Лекин ҳеҷ кадоми онҳо ба он вазифаҳое, ки мембрана иҷро мекунанд ҷавоб дода наметавонанд. Яке аз моделҳое, ки тарафдорони зиёди худро дорад, ин модели пешниҳодкардаи Г. Доусон ва Д. Даниэли мебошад, ки онро "мембранаи оддитарин" меноманд. Аз рӯи ин модел мембрана аз ду қабати сафедавӣ ва як қабати липидии аз ду қатор молекулаи липидҳо иборат буда, ки дар байни қабатҳои сафедавӣ ҷойгир шудаанд, сохта шудааст. «Сараки» обдӯсти (гидрофилии) молекулаи липидҳо ба тарафи молекулаҳои сафедавӣ нигаронида шудаанд ва аз занҷири полипептидии дароз иборат аст. "Думчаи" гидрофобии он бошад ба дарун нигаронида шудааст (расми 9, А). Ин модел бисёр хусусиятҳои табиати мембранаро шарҳ медиҳад. Лекин солҳои охир натиҷаҳои зиёде бадаст оварда шудаанд, ки аз рӯи модели пешниҳодкардаи Доусон ва Даниэли онҳоро шарҳ додан ғайриимкон аст. Дар сатҳи болоии мембрана сафедаҳои глобулярӣ мушоҳида карда шудаанд. Дохилшавии моддаҳоро ба воситаи мембрана аз руи модели Доусон ва Даниэли шарҳ доданд қаноатбахш нест, чунки онҳо мавҷуд будани қабати сафедавӣ-липидии пай дар пайро исбот мекунанд. Аз рӯи таҷрибаҳо барои интиқоли моддаҳо ба воситаи мембрана сохтори глобулярии сафедавии мембарана мувофиқтар аст. Солҳои охир дигар моделҳои сохтори мембрана пешниҳод карда шудаанд, ки диққати асосӣ ба вазифаи интиқолии онҳо дода шуда буд. Аз моделҳои омӯхташуда диққати олимонро бештар модели сохти мембранаи асимметриядошта ҷалб намуд. Модели асимметрии мембрана на ин ки аз рӯи сохтори гуногуни кимиёвӣ молекулаи липидҳо дар қабати бинарӣ ва молекулаҳои қабати берунӣ ва дарунии сафедаҳо;

инчунин аз рӯи ҷойгиршавии молекулаҳои сафедаҳо ва липидҳо дар ҳар як қабат асос ёфтаанд.



Расми 9. Сохти оддитарини мембранаи биологӣ: А-модели пешниҳодкардаи Даусон в Даниэлӣ; Б-модели элементарии мембранае, ки сохти глобулярии сафедавиро дорад. 1-қабати сафедавӣ; 2-қабати липидӣ.

МСП вазифаҳои гуногунро иҷро мекунад. МСП фаъолияти АТФ-загӣ дошта, дар ҷараёнҳои ҳосилшавии моддаҳо, ки дар таркиби чилди ҳуҷайра ва чилди луобӣ дохил мешаванд иштирок мекунад. Дар мембрана ферментҳои оксидшавӣ ва ферментҳои интиқоли электронҳо ҷойгир мешаванд. Дар мембрана инчунин ферментҳо, ки (перемеазаҳо) дар интиқоли моддаҳои узвӣ ва ғайриузвӣ ба воситаи мембрана иштирок мекунанд, мушоҳида мешаванд.

Ситоплазма. Оғани ҳуҷайрае, ки бо мембранаи ситоплазматикӣ иҳота карда шудааст, ситоплазма ном дорад. Дар ситоплазмаи ҳуҷайраҳои прокариотӣ аппарати ҳастагӣ ва ғашҳои гуногун ҷойгиранд. Дар ибтидо хайёл мекарданд, ки ситоплазма маҳлули гомогенӣ сафедавӣ буда, дар он органидҳои ҳуҷайра ҷойгир шудаанд. Тадқиқотҳои солҳои охир нишон доданд, ки ситоплазма сохторе мебошанд, ки онро сохторҳои мембранавӣ ташкил медиҳанд.

Ҳосилаҳои мембранавии дохили ситоплазмаи микроорганизмҳои прокариоти гетеротрофиро мезосома ва прокариотҳои фотосинтезкундаро бошад тилакоидҳо ё ки хроматофор меноманд.

Мезосома ва сохторҳои мембранавии организмҳои фотосинтезкунда аз МСП ҳосил шуда дар баъзе ҳолат бо онҳо алоқамандии худро нигоҳ медоранд. Дар хроматофор ва тилакоидҳои прокариотҳои фотосинтезкунда пигментҳо, чузъҳои занҷири нақлиётии электронҳои фотосинтетикӣ ва системаи фосфорнокшавӣ ҷойгир мешаванд.

Мезосомаҳои бактерияҳои граммусбат хеле хуб, вале мезосомаҳои бактерияҳои грамманфӣ хеле суст инкишоф ёфтаанд, ба ғайр аз баъзе гурӯҳи бактерияҳои грамманфӣ (бактерияҳои нитрогеназхудкунда, бактерияҳои оксидкундаи метан ва нитрофикаторҳо). Се намуди мезосомаҳоро фарқ мекунад: ламелярӣ (қабат-қабат), везикулярӣ (шакли ҳубобча) ва тубулярӣ (найчагӣ). Дар баъзе ҳолатҳо мезосомаҳои мушоҳида мешаванд, ки аз ҳар се намуд сохта шудаанд.

Дар замони ҳозира оиди сохтори мезосомаҳои ҳуҷайраҳои прокариотӣ якчанд назарияҳо пешниҳод шудаанд.

1. Мезосомаҳо қисми зарурии таркибии сохтори ҳуҷайраҳои прокариотӣ буда, дар ҷараёнҳои муҳимтарини мубодилаи моддаҳои ҳуҷайра (дучандшавӣ ва сегрегатсияи (чудошавӣ) ТДН, тақсимшавии ҳуҷайра, ҳосилшавии моддаҳои чилди ҳуҷайра) иштирок мекунад.

2. Мезосомаҳо сохтори зарурии ҳуҷайраҳои прокариотӣ ҳисоб намешаванд. Онҳо фақат барои ғаёл гардонидани баъзе вазифаҳои ҳуҷайра хизмат мекунад. Агар дар МСП ферментҳо баробар ҷойгир шаванд, он гоҳ мезосомаҳои ҳосилшуда сатҳи "кори" болои МСП-ро зиёд мекунад. Дар ин ҳолат МСП ва мезосома аз рӯи вазифаи функционалии худ монанд мешаванд. Лекин агар МСП аз рӯи вазифаи функционалии худ яхела набошад, он гоҳ дар қисмҳои инвагинатсионӣ (ба дарун фуруфтаи) МСП

сохторҳои махсуси мезосомавӣ, ки вазифаи махсусро иҷро мекунанд ҳосил мешаванд. Мувофиқи ин назария мезосомаҳои ҳосилшуда дар ҷараёнҳои мубодилаи энергетикӣ, тақсимшавии ҳуҷайра, ҳосилшавии липидҳо, ситохромҳо, маводҳои ҷилди ҳуҷайравӣ, ҷилди споравӣ иштирок мекунанд.

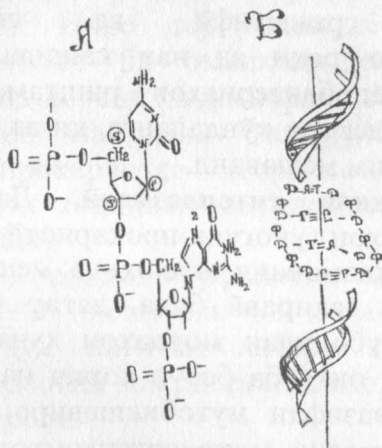
3. Мезосомаҳо дар ҷараёнҳои мубодилаи моддаҳои ҳуҷайра иштирок намекунанд, лекин танҳо вазифаи сохтмониро иҷро мекунанд, яъне дар ба хонаҳои алоҳида ҷудо кардани ҳуҷайраҳои прокариотӣ иштирок дорад. Ин имконият медиҳад, ки таассурҳои ферментативии ҳуҷайра дар пайдарҳамии муайяне гузаранд.

Рибосомаҳо. Зарраҳои рибонуклеопротеидии андозаашон 200-300 А° буда, дар ҳосилшавии сафедаҳо иштирок мекунанд. Микдори онҳо дар ҳуҷайраҳои прокариотӣ аз 5000 то 50000 мерасад. Рибосома аз ТРН ва сафедаҳо сохта шудааст. Рибосомаҳо дар ҳуҷайра метавонанд озод ё ки дар ҳолати пайваст бо ягон сохтори мембранавӣ бошанд. Дар ҳосилшавии сафедаҳо қисми рибосомавие иштирок мекунад, ки онро полиосомаҳо меноманд. Дар рибосомаҳо қариб 80-85% ТРН – и бактерияҳои прокариотӣ дохил мешавад.

Узви ҳастагӣ (аппарати ядрӣ). Маводи наслии микроорганизмҳои прокариотӣ ба монанди эвкариотҳо аз молекулаҳои ТДН иборат аст, лекин фарқияти сохтории он мушоҳида мешавад. Маводи ҳастагӣ аз ситоплазма бо мембрана ҷудо карда нашудааст, барои ҳамин онҳоро нуклеоидҳо меноманд. ТДН-и нуклеоид аз як молекула иборат буда 1,4 мм дарозӣ дорад, ки аз дарозии бактерия 1000 маротиба зиёдтар аст. Баъзе намудҳои микроорганизмҳо (мисол, сианобактерияҳои риштамонанд, *Oscilliforgia amoena*) аз 1 то 8 нуклеоид доранд.

Ба таркиби ТДН чор асоси нитрогенӣ (аденин, гуанин, тимин, ситозин), қанди дезоксирибоза ва туршии фосфорӣ дохил мешаванд. Молекулаи ТДН аз ду занҷири

полинуклеотиде, ки шакли илтивои дутораро дорад сохта шудааст. Молекулаҳои пайвастиҳои нитрогенӣ ба дарун нигаронида шудаанд ва ба воситаи бандҳои гирогенӣ аз рӯи асоси мувофиқат, яъне аденин (А) бо тимин (Т) ва гуанин (Г) бошад бо ситозин (С) пайваст мешаванд (расми 10). Миқдори онҳо дар молекулаи ТДН барои организмҳои муайян доими буда, чун аломати муҳими таъхисӣ хизмат мекунад. Дар молекулаҳои ТДН тамоми маводҳои наслии ҳуҷайраҳои прокариотӣ ҷамъ шудаанд. Сохти фазоии молекулаҳои аденин ва гуанин ҳамон хел аст, ки онҳо фақат бо тимин ва ситозин ҷуфти худро ҳосил мекунад. Тақсимшавии молекулаи ТДН (дучандшавӣ ё ки репликасия) аз рӯи механизмҳои (тартибӣ) полуконсервативӣ ба амал меояд, ки ин ба тақсимшавии ҳуҷайра ибтидо мегузорад.



Расми 10. Ҳомизи дезоксирибонуклеиноӣ (ҲДН). А-ҷузъи риштаҳои ҲДН, ки аз ҳисоби боқимондаи дезоксирибозаҳо ва туришҳои фосфорӣ ҳосил шудаанд. Ба атоми карбони якумин дезоксирибоза асоси нитрогенӣ пайваст шудааст: 1-ситозин; 2-гуанин. Б-илтивои дутораи ҲДН: Д-дезоксирибоза; Ф-фосфат; А-аденин; Т-тимин; Г-гуанин; С-ситозин.

Дучандшавии ТДН дар нуқтае, ки нуклеоид бо МСП пайваст мешавад ба амал меояд. Дар ҷойи дучандшавии молекулаи ТДН аз ҳар ду занҷири полинуклеотиди аз рӯи ҷоидаи комплементарӣ (мувофиқатӣ) занҷири дуюми полинуклеотидӣ ҳосил мешавад. Дар нуқтаи дучандшавӣ гена ҷойгир мешавад, ки барои репликатсия ҷавобгар аст ва ин ген бо МСП ё ки ҳосилаи мембранавӣ бевосита пайваст аст. ТДН-и нуклеотидҳои духтарие, ки дар ҷараёни дучандшавӣ ҳосил шудаанд, бо мембрана пайваст мемонанд.

Тақсимшавии ҳуҷайраҳои прокариотӣ баъди ба охир расидани дучандшавии молекулаи ТДН сар мешавад. Агар бо таъсири ягон омили физикӣ ё ки кимиёвӣ ба дучандшавии ТДН халал расонем, он гоҳ тақсимшавии ҳуҷайра нигоҳ дошта мешавад. Ҳуҷайраи як қатор бактерияҳои грамманфӣ ва сианобактерияҳои якҳуҷайрагӣ бо роҳи аз нав кашида шудан тақсим мешаванд. Сианобактерияҳои риштамонанд бо роҳи ҳосил кардани девори кӯндаланге, ки аз канор ба марказ равона аст тақсим мешаванд.

Ғашҳои дохили ситоплазмавӣ. Дар ситоплазмаи микроорганизмҳои гуногуни прокариотӣ ҳар гуна ғашҳои саҳт, моеъ ва газмонанд мушоҳида мешаванд. Баъзе аз онҳо моддаҳои захиравӣ буда, дигар ғашҳоро ҳамчун маҳсулотҳои мубодилаи моддаҳои ҳуҷайра шуморидан мумкин аст, ки онҳо ба берун хорич нашудаанд, гурӯҳи сеюм бошад, вазифаи мутобикшавиро иҷро мекунанд. Моддаҳои захиравии микроорганизмҳои прокариотӣ аз полисахаридҳо, липидҳо, полипептидҳо, полифосфатҳо ва пайвастагҳои сулфурӣ иборатанд. Аз полисахаридҳо дар ҳуҷайра гликоген, оҳар ва моддаҳои ба оҳар монанд захира мешаванд. Полисахаридҳои номбаршуда аз боқимондаи глюкозаҳо сохта шудаанд.

Дар шароитҳои номусоид онҳоро ҳамчун сарчашмаи карбон ва энергия истифода мебаранд. Липидҳо дар намуди гелак ва қатраи равшан захира мешаванд. Миксобактерияҳо ба сифати

моддаҳои захиравӣ мумро (эфирҳои туршиҳои равғанҳои олій ва спиртҳо) ҳам мекунад. Липидҳо ҳам сарчашмаи хуби карбон ва энергия барои бактерияҳо шуда метавонанд. Полифосфатҳо дар шакли гелак, ки аз туршиҳои аргинин ва аспаргин ташкил ёфтаанд мушоҳида мешаванд. Бактерияҳо, ки мубодилаи моддаи онҳо аз пайвастагиҳои сулфур вобастаги дорад, сулфури молекулярӣ захира карда, дар вақти нарасидани гидрогенсулфур истифода мебаранд.

2.2. Тафрикаи морфологии микроорганизмҳои прокариотӣ.

Дар рафти тақомули организмҳои прокариотӣ шакли морфологияшон инкишофёфта, ҷараёнҳои физиологӣ-биокимёвиашон хеле хуб ташакул ёфтаанд. Тамоми шаклҳои морфологии тафрикаи микроорганизмҳо барои баланд бардоштани фаъолияти устувории ҳаётии худ равона шудааст. Инро дар ташакулёбии ҳуҷайраҳои махсусе, ки нисбат ба омилҳои номусоиди беруна устувории баланд доранд (эндоспораҳо ва системаҳо) ва дар босамар таъмин намудани ташакулёбии сохторҳои афзоишии прокариотҳо (гормогония, эндоспораи сианобактерияҳо, конидияи актиномисетҳо) мушоҳида кардан мумкин аст.

Дар асоси тафрикаи морфологии микроорганизмҳо ҷараёнҳои муайяни биокимёвӣ ҷой доранд, онҳо бошанд дар навбати худ натиҷаи хабари генӣ мебошанд. Тафрикаи морфологии микроорганизмҳоро дар мисолҳои зерин дида мебароем.

1. Тафрикаи ҳуҷайра дар сианобактерияҳои риштамонанд, ки ба синфи *Normogoneae* дохил мешаванд, хуб ташакул ёфтааст. Дар ин синф инкишофи морфологӣ ба дараҷаи баландтарин дар шӯъбаи *Cyanobacteria* расидааст.

2. Ташакулёбии эндоспор ва сохторҳои ба вай монанди баъзе гуруҳи бактерияҳо.

Тафрикаи морфологии сианобактерияҳо. Дар байни сианобактерияҳо шаклҳои ҳуҷайравӣ, колониявӣ ва

риштамонанд дида мешаванд. Шаклҳои якхучайравӣ-хучайраҳое мебошанд, ки алоҳида ҳаёт ба сар мебаранд. Колонияҳо бошанд - ҷамъи як миқдори муайяни хучайраҳоро меноманд. Сианобактерияҳои риштамонанд бошанд микроорганизмҳои бисёрхучайравии мураккаб буда баъзе элементҳои тафриқавӣ доранд. Воҳиди морфологии сианобактерияҳои риштамонанд трихом мебошад. Трихома ин маҷмӯи хучайраҳое мебошад, ки дар як занҷир ҷамъ шудаанд. Трихомаи сианобактерияҳо якқатора ё ки дуқатора буда бо чилди луобӣ ихота карда шудааст.

Дар байни сианобактерияҳои риштамонанд, риштаҳои алоҳидаи трихомаҳои якқатора ва бисёрқатора мавҷуданд. Калимаи “ришта” ин трихомаҳоеро меноманд, ки бо чилди луобӣ пушонида мешаванд. Дар дохили трихомаҳо хучайраҳо аз рӯи сохт ва андоза гуногун мебошанд. Ин нишон медиҳад, ки трихомҳо организми бутун буда, воҳиди физиологии муайян мебошанд на ин ки ба таври механикӣ, хучайраҳои алоҳида ҷамъшуда. Яке аз намояндаҳои сианобактерия, ки аз рӯи сохти морфологӣ ба дараҷаи баландтарин расидаанд, синфи *Noggonoeae* мебошад. Намояндагони ин синф чунин хусусиятҳои морфологиро дора ҳастанд:

1. Риштаҳои алоҳидаи андозаашон гуногун

2. Риштаҳои бисёрқатора бо хучайраҳои шакл ва андозаашон гуногун

3. Гормогония- ҷузъи хучайраҳое, ки (баъзе вақт 2-3 хучайра) аз гилофак барои сабаби ҳосилшавии риштаҳои нав мешаванд.

4. Хучайраҳои алоҳида-ҷузъҳои якхучайравие, ки аз гилофак барои сабаби ҳосилшавии риштаҳои нав мешаванд.

5. Гетеросистҳо-хучайраҳои тафриқашудае мебошанд, ки аз хучайраҳои вегетативӣ калонтар буда бо чилди хеле зичи сохтори мураккаб дошта пӯшида шудааст. Дар чилди бисёрқабатаи зичи гетеросистҳо суроҳиҳо мавҷуданд, ки

гетероситро бо хучайраҳои вегетативии ҳамсоияи дар ришта буда пайваст мекунад. Ҳосилшавии гетеросистҳо аз хучайраҳои вегетативӣ чараёни биокимёвии муракаб буда, ҳосилшавии ТРН ва сафедаҳои махсусро талаб мекунад. Дар рафти ҳосилшавии гетеросист фаъолияти узви фотосинтетикӣ тағйир меёбад ва чараёни нафаскашӣ бошад, фаъл мешавад. Дар давраи ҳозира нишон дода шудааст, ки гетеросистҳои сианобактерияҳо маркази азхудкунии нитроген дар шароити аэробӣ ба ҳисоб мераванд. Яъне сохтори хучайравие, ки барои иҷро кардани вазифаи муайян тафриқа шудааст. Нитрогени азхудкардашуда аз гетеросист ба хучайраҳои вегетативӣ ба воситаи риштаҳо дохил шуда, ба гетеросист пайваस्ताгиҳои карбониро интиқол медиҳад.

б. Намудҳои гуногуни спораҳо метавонанд ба ғайр аз иҷро кардани вазифаи афзоишӣ, устувории организмро аз шароитҳои номусоиди беруна муҳофизат кунанд. Дар сианобактерияҳои гуногун чунин спораҳоро мушоҳида кардан мумкин аст: а) гормоспораҳо-бо чилди зичи бисёрхучайравӣ пӯшида шудаанд; б) спораҳо ё ки акинетҳо-ҳосилаҳои якхучайравие, ки бо чилди зич пӯшонида шуда, ҳар яки онҳо аз хучайраҳои вегетативӣ ҳосил мешаванд; в) эндоспораҳо дар бисёр ҳолатҳо дар дохили хучайраи вегетативии модарӣ ҳосил мешаванд; г) экзоспораҳо аз эндоспораҳо бо он фарқ мекунанд, ки бо мурури ҳосилшавии онҳо ба берун мебароянд (баъзе сарчашмаҳо нишон медиҳанд, ки экзоспораҳо дар асл хучайраҳои хурди духтарӣ буда, дар чараёни муғҷабандӣ ҳосил мешаванд).

Спора ё ки акинетҳо ҳамчун узви муғҷабандии сианобактерияҳо ва дар як вақт метавонанд ҳамчун сохтори устувор нисбат ба омилҳои номусоид хизमत кунанд. Акинет аз хучайраҳои вегетативӣ калонтар буда, чилди бисёрқабатаи аз липидҳо ва полисахаридҳо бой дорад. Дар баъзе намудҳои сианобактерияҳои риштамонанд акинетҳо доими буда, даври табиии

инкишофи организм ба ҳисоб мераванд. Дар намудҳои дигар бошад, акинетҳо танҳо дар шароити номусоид ҳосил мешаванд.

Баъзе намуди сианобактерияҳо эндоспора ҳосил мекунанд, ки бо ёрии он афзоиши ин намудҳо ба амал меояд. Сохтор ва вазифаи эндоспораи сианобактерияҳо ба эндоспораи бактерия монанд нест. Эндоспора дар натиҷаи вайроншавӣ ё ки луобнокшавии чилди ҳуҷайраи модари озод мешавад. Ҳамин тавр чи хеле, ки мебинем тафрикаи морфологияи сианобактерияҳо ҳагто дар дохили як намуд гуногун буда, лекин то охир пурра омукта нашудааст.

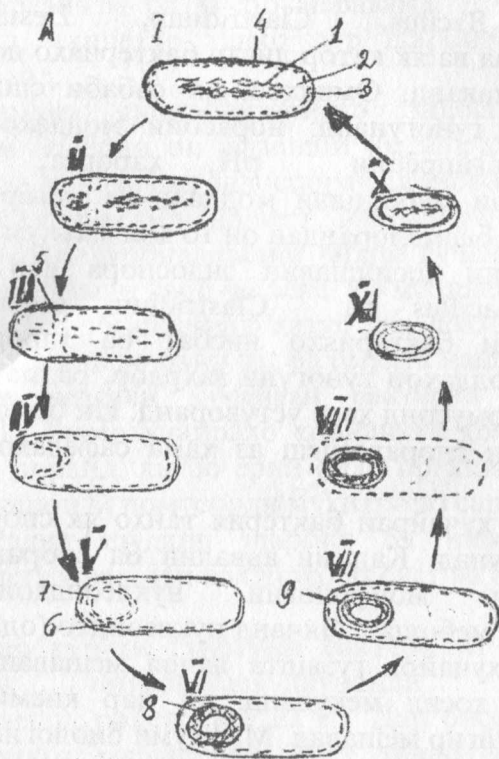
Сохторҳои махсуси ҳуҷайраи бактерия (систҳо ва эндоспораҳо). Бисёрҳуҷайраҳо қобилияти ҳосил кардани сохторҳоеро доранд, ки бо ёрии онҳо организм, муддати дуру дароз шароити номусоиди муҳитро аз сар гузаронида баъди мӯътадил шудани шароит ба шакли фаъоли вегетативӣ мегузаранд. Ин сохторҳоеро сист ва эндоспораҳо меноманд.

Систҳо дар гурӯҳи гуногуни бактерияҳо воমেҳуранд (бактерияҳои нитрогеназхудкунанда, спирохетҳо, миксобактерияҳо, рикетсияҳо ва ғ.). Дар бисёр намудҳои миксобактерияҳо ҳосилшавии сист зинаи табиӣ даври ҳаётии онҳо ба ҳисоб меравад. Баъди давраи фаъоли афзоиши ҳуҷайра миксобактерияҳо якҷоя шуда танай мевадоро ҳосил мекунанд. Дар дохили танай мевадор ҳуҷайраҳо ба ҳолати оромӣ мегузаранд. Дар як ҳолат ҳуҷайраҳои дар оромӣ буда, аз рӯи сохти беруни аз ҳуҷайраҳои вегетативӣ (микроспора ном доранд) фарқ намекунанд, дар дигар ҳолатҳо онҳо аз рӯи сохтор ва морфологияашон хеле тағйир меёбанд; ҳуҷайраҳои вегетативӣ чилди ғафс дошта, бо луоб пӯшонида шудаанд ва шакли чӯбчаи кӯтоҳ ё ки доираро доранд (онҳоро микросист меноманд). Танай мевагии миксобактерияҳо аз массаи луобӣ, ки дар он ҳуҷайра ғӯтидааст иборат мебошад ё ки сохтори тафриқашуда мебошад, ки дар болои муҳити пояи одди ё ки шохдор намоён мешавад.

Эндоспораҳо. Эндоспораҳо дар бактерияҳое, ки ба авлоди *Bacillus*, *Clastridium*, *Desulfatamaculum*, *Sporogarcina* ва як қатор дигар бактерияҳо дохил шудаанд ҳосил мешаванд. Омилҳое, ки сабаби спораҳосилшави мегарданд гуногунанд: норасоии моддаҳои ғизоӣ дар муҳит, тағйирёбии рН, ҳарорат, захирашавии маҳсулотҳои мубодилаи моддаҳо аз меъёр зиёд. Лекин механизми баамалорандаи он то ҳол маълум нест. Аз ҳама хуб ҷараёни ҳосилшавии эндоспора дар бактерияҳои авлоди *Bacillus* ва *Clastridium* омӯхта шудааст. Эндоспораи бактерияҳо нисбат ба ҳарорати баланд, таъсири моддаҳои гуногуни захрдор, радиатсия ва дигар омилҳои номусоид хеле устуворанд. Ин бо он вобаста аст, ки таркиби спораҳо (пеш аз ҳама сафедаҳо) дар ҳолати беобианд.

Ҳар як ҳуҷайраи бактерия танҳо як спора (расми 11) ҳосил мекунад. Қадами аввалин ба спораҳосилкунӣ ин тағйирёбии морфологии нуклеоидҳои ҳуҷайраи вегетативӣ мебошад. Якчанд нуклеоидҳо (одатан дуто) ба як кутби ҳуҷайра гузашта якҷоя мешаванд ва риштаи ҳастагиро ҳосил мекунанд, ки дар қисми спорогении ҳуҷайра ҷойгир мешавад. Мафҳуми биологии якҷояшавии нуклеоидҳо маълум нест. Дар ин давра ҳосилшавии ТДН паст шуда, мумкин аст пурра нигоҳ дошта шавад.

Ҳосилшавии спораҳо аз он сар мешавад, ки дар қисми ҷойгиршудаи риштаҳои ҳастагӣ (қисми спорогенӣ) зичшавии ситоплазма ба амал меояд ва дар якҷоягӣ бо маводи генетикӣ аз дигар қисми ҳуҷайра бо девор ҷудо кардашуда, мембранаи ситоплазмавӣ ба дарун кашида мешавад. Мембрана ба тарафи музофот афзун шуда девори спораро (септаҳо)- ро ҳосил мекунад, ки он аз ду мембранаи оддӣ иборат мебошад. Ин давраи ташаккулёбии спораро бо тақсимшавии ҳуҷайра, бо роҳи ҳосилшавии девори мобайнӣ, шабеҳ додан мумкин аст.



Расми II. Даври афзоиши эндоспора дар бактерияҳои спораҳосилкунанда:

I – ҳуҷайраи вегетативӣ; II-фурӯраи мембранаи ситоплазмавӣ; III-ҳосилшавии монеаи споравӣ; IV-ташаққулёбии системаи мембранавии проспори ҳосилшуда; V- ҳосилшавии проспора; VI-ташаққулёбии кортекс; VII-ташаққулёбии ҷилди споравӣ; VIII-вайроншавии ҳуҷайраи модарӣ; IX-спораи бабалогатрасидаи озод; X-афзоиши спора; 1-нуклеоид; 2-ситоплазма; 3 – мембранаи ситоплазмавӣ; 4 ҷилди ҳуҷайра; 5-септаи споравӣ; 6-мембранаи берунии спора; 7-мембранаи дарунии спора; 8-кортекс; 9-ҷилди спора.

Давраи дигари ҳосилшавии спораҳо ин ҳосилшавии проспораҳо (сохторӣ даруни ҳуҷайраи модарӣ

ҷойгиршудае, ки бо ду мембрана ҷудо шудааст) мебошад. Давраҳои ташаккулёбии спораҳо (то ҳосилшавии проспора) баргардандаанд. Агар ба кишти спораҳосилкунанда антибиотики хлорамфеникол (нигоҳдорандаи ҳосилшавии сафедаҳо, инчунин нигоҳдорандаи ҳосилшавии сафедаҳои мембранавӣ) илова кунем, он гоҳ афзудани мембранаи хучайраро, ки қисми ситоплазмаро ҷудо мекунад нигоҳ дорем чараси спораҳосилшавӣ ба чараси тақсимшавии хучайр мубаддал мешавад. Баъди ҳосилшавии проспораҳо давраҳои баъдинаи спораҳосилшавӣ барнагардандаанд.

Байни қабатҳои мембранаи беруни ва дарунии проспораҳо ҳосилшавии қабати кортикали (кортекс) сар мешавад. Баъд дар болои мембранаи берунии проспора ҷилди спора ҳосил мешавад, ки аз якҷанд қабатҳо иборат аст (аз як то се), ки миқдор, ғафсӣ ва сохтори онҳо дар бактерияҳои спораҳосилкунанда гуногунанд. Дар ҳосилшавии қабатҳои ҷилди спора ба ғайр аз мембранаи берунии спора протопласти хучайраи модарӣ ҳам иштирок мекунад.

Бисёр бактерияҳо дар болои ҷилди спораи боз як сохтори дигар экзоспория ҳосил мекунанд, ки вобаста аз намуди бактерияҳо сохти онҳо гуногун аст. Баъди пурра ташаккулёбии спора вайроншавии ҷилди хучайра ба амал меояд ва спора ба муҳити берун мебарояд.

Омӯзиши таркиби кимиёвӣ нишон дод, ки экзоспориум аз липидҳо ва сафедаҳо сохта шудааст. Тахмин мекунанд, ки экзоспориум вазифаи монетаи иловагиро иҷро мекунад ва спораро аз таъсири омилҳои беруна муҳофизат мекунад, лекин ин бо роҳи таҷриба тасдиқ нашудааст.

Ҷилди спора асосан аз сафедаҳо, миқдори ками липидҳо ва гликолипидҳо иборат аст. Сафедаҳои ҷилди спора назар ба сафедаҳои хучайраи вегетативӣ миқдори зиёди систеин доранд. Қобилияти ҳосил кардани бандҳои дусулфидӣ бо ёрии боқимондаи систеин ба сафедаҳои ҷилди спораи имконият медиҳад, ки устувории

механикии онҳо баланд бошад. Чилди спораи ба таъсири ферментҳои литикӣ устуворанд, барои ҳамин вазифаи асосиро дар муҳофизати спораҳо аз таъсири муҳити берун иҷро мекунанд.

Кортекс асосан аз молекулаҳои гликопептидҳо сохта шудааст. Ба ғайр аз ин ба таркиби кортекс туршии дипиколинӣ дохил мешавад, ки танҳо дар спораҳо мушоҳида шудааст. Тахмин шудааст, ки ин пайвастагӣ вазифаи устувори споро нисбат ба ҳарорат иҷро мекунад. Протоплазмаи спора миқдори пурраи маводи насли ТДН, ТРН, системаи ферментӣ, ки расиш ва нафаскаширо таъмин мекунанд доро аст.

Чараёнҳои биокимиёвие, ки дар рафти спораҳосилшави мегузаранд пурра омӯхта нашудаанд. Муайян шудааст, ки чараёни спораҳосилшави дар зери назорати маводи насли мегузарад ва қисмҳои гене мавҷуданд, ки зинаҳои алоҳидаи чараёнро идора мекунанд. Миқдори генҳое, ки спораҳосилшавиро таъмин мекунанд аз 100-то зиёдтаранд.

Эндоспораҳои бактериявии ташакулёфта фаъолияти ҳаётии худро садҳо (мумкин аст ҳазор)-сол нигоҳ доранд.

Фароҳам овардани шароит ба ин спораҳо, фаъолияти нави ҳуҷайраи вегетативиро оғоз мекунад. Дар маҷмӯъ афзоиш чараёне мешавад, ки дар он тағйирёбиҳои муракаби физиологӣ ва биокимиёвӣ ба амал меоянд. Аввал фурубарии об ва варамкунӣ ба амал меояд. Дар давраи якуми афзоиш фаъолнокии ферментҳо баланд шуда, чараёни нафаскашӣ афзун мешавад, яъне энергияи зиёд ҳосил шуда, таркиби кимиёвии организм тағйир меёбад. Вазни спора кам мешавад, кортекс вайрон шуда, чилди спораи чок мешавад ва аз он сохтори ташакулёфтаи найичаи расиш мебарояд. Баъдтар чилди ҳуҷайра пурра ташакул ёфта ҳуҷайраи вегетативӣ тақсим мешавад.

Болотар гуфта гузаштем, ки яке аз хусусияти хоси эндоспораи бактерияҳо дар устувори онҳо нисбат ба ҳарорат аст. Чунки дар ҳолати хушкӣ баъзе намуди

бактерияҳо дар 165°C муддати 2 соат гарм кардан нобуд мешаванд. Барои ҳамин масъалаи тамйиз кардани маҳсулотҳои гизой ва дигар маводҳо ин пеш аз ҳама қуштани шаклҳои споравӣ мебошад.

2.3. Тавсифи умумии мубодилаи моддаҳо дар микроорганизмҳои прокариотӣ.

| Маҷмӯи ҷараёнҳои, ки дар ҳуҷайра мегузаранд ва аз нав ҳосилшавии вазни биологии микроорганизмҳоро таъмин мекунанд, мубодилаи моддаҳо ё ки метаболизм меноманд.

Метаболизми ҳуҷайра аз ду ҷараёни таассурҳои, ки самти гуногун доранд: метаболизми энергетикӣ (катаболизм) ва метоболизми конструктивӣ (анаболизм) иборат аст. Метаболизми энергетикӣ аз ҷараёни таассурҳои иборат аст, ки энергияро дар намуди пайвастагиҳои фосфатии макроэргии АСФ захира карда, ҳуҷайра онҳоро дар таассурҳои биокимиёвии ҳосилшавии моддаҳо истифода мебарад. Метаболизми конструктивӣ бошад аз равиши таассурҳои иборат аст, ки дар натиҷаи он моддаҳои ҳуҷайра аз ҳисоби пайвастагиҳои аз берун дохилшуда сохта мешаванд. Ин ҷараён бо истифодабарии энергияи озода, ки дар намуди АТФ захира шудааст алоқаманд аст. Новобаста аз гуногунии самти равиши ин ҷараёнҳо моддаҳои мобайнии онҳо мумкин аст, якхела бошанд.

Метаболизми микроорганизмҳои прокариотӣ, ҳам энергетикӣ ва ҳам конструктивӣ гуногун буда, онҳо қобилият доранд ба сифати сарчашмаи энергия ва муҳити аввали гизоии худ, барои сохтани сохторҳои ҳуҷайра пайвастагиҳои гуногуни узвӣ ва гайриузвиро истифода баранд.

Метаболизми конструктивӣ. Дар метаболизми конструктивӣ вазифаи асосиро карбон иҷро мекунад, чунки ҳамаи пайвастагиҳои, ки организми зинда сохта шудааст онҳо пайвастагиҳои карбонӣ мебошанд. Дар

замони ҳозира зиёда аз як миллион пайвастагиҳои карбонӣ маълуманд. Вобаста аз сарчашмаи карбон барои метаболизми конструктивӣ ҳамаи организмҳоро ба ду гурӯҳи калон ҷудо муқарр кардан; автотрофҳо (сарчашмаи ягонаи карбон барои сохтани ҳамаи моддаҳои бадан CO_2 мебошад) ва гетеротрофҳо (сарчашмаи карбон барои метаболизми конструктивӣ пайвастагиҳои узвӣ карбондор истифода мешаванд).

Яке аз организмҳое, ки дараҷаи гетеротрофии онҳо баланд аст, муфтахӯрҳои облигатии дохилиҳуҷайравӣ мебошанд, яъне организмҳое, ки танҳо дар дохили дигар ҳуҷайраҳои зинда ҳаёт ба сар бурда метавонанд. Ба онҳо бактерияҳои тартиби Rickettsiales ва Chlamydiales дохил мешаванд. Шаклҳое, ки берун аз ҳуҷайраи ҳуҷайраи худ, дар вақти шароити мувофиқ фароҳам овардан расиш меёбанд, онҳоро муфтахӯрони факултативӣ меноманд.

Дигар гурӯҳи калони организмҳоро сапрофитҳо меноманд. Онҳо организмҳои гетеротрофӣ буда, аз дигар организмҳо вобастагӣ надоранд, вале ба пайвастагиҳои тайёри узвӣ эҳтиёҷ доранд. Сапрофитҳо маҳсулоти фаъолияти ҳаётии дигар организмҳо ё ки бофтаҳои таҷзияшудаи ҳайвонот ва растаниҳоро ҳамчун ғизо истифода мекунанд. Дар ин гурӯҳ организмҳое дохил мешаванд, ки онҳо дар муҳити мураккаби биологӣ, ба монанди шир, мурдаи ҳайвонҳо, боқимондаи пӯсидаи стодаи растаниҳо, яъне ба онҳо ба сифати элементҳои ғизоӣ ангишторҳо, шакли узвӣ нитроген, пептидҳо, витаминҳо, нуклеотидҳо ва ғ. лозим аст.

Агар барои ҳосил кардани ангишторҳои микроорганизмҳоро дар муҳите, ки сарчашмаи карбон – пайвастагиҳои 1,2 ва се карбона доранд, кишт кунем, он гоҳ дигар қандҳои лозими худро микроорганизмҳо аз ҳисоби сарчашмаи карбонӣ дар муҳит буда ҳосил мекунанд. Микроорганизмҳои автотрофӣ бошанд аз ҳисоби CO_2 - муҳит ангишторҳоро дар даври Калвин ҳосил

мекунанд. Ба туфайли системаи ферментативии хуб доштанишон онҳо қандхоро бо ҳам мубаддал мекунанд.

Ҳосилшавии липидҳо бошад аз баҳамалоқамандии молекулаҳои атсетил – K_0A бо боқимондаи пайвастагии дукарбонадор сар мешавад. Дар натиҷаи як қатор таассурҳои пай дар пайи ферментативӣ боқимондаи пайвастагиҳои C_2 – дошта бо ҳосилшавии туршиҳои рағғани 16-18 атоми карбон дошта оварда мерасонад. Баъзе гурӯҳи бактерияҳо қобилият доранд туршиҳои рағғаниро ҳосил кунанд, ки 30 атоми карбон доранд.

Бисёрии микроорганизмҳо қобилият доранд ҳамаи туршиҳои аминие, ки дар таркиби сафедаҳои ҳуҷайра дохил мешаванд, ҳосил кунанд. Ба сифати скелети карбонӣ барои ҳосилшавии туршиҳои аминӣ пайвастагиҳои мобайни ҷараёнҳои даврҳои Кребс, Пентозофосфатӣ ва ғ. иштирок мекунанд. Молекулаи нитроген дар зинаи охириро бо ёрии таассурҳои аминокшавӣ ва азнавааминокшавӣ ба молекулаи туршии аминии дигар дода мешавад.

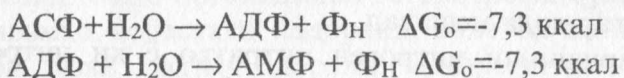
Агар сарчашмаи нитроген нитратҳо ё ки нитрогени молекулярӣ бошанд, онҳо пешаки барқарор шуда, баъд ба туршии аминӣ пайваст мешаванд.

Дар ҳосилшавии моноклеотидҳо вазифаи асосиро пайвастагиҳои нитрогени пуринӣ ва пиримидинӣ иҷро мекунанд. Ҳосилшавии моноклеотидҳои пуринӣ ва пиримидинӣ бо роҳи гуногун ба амал меоянд. Аз нуклеотидҳои пуринӣ аввал туршии инозинӣ ҳосил шуда, аз он АМФ ва ГМФ ҳосил мешаванд. Якӯмин нуклеотидҳои пиримидинӣ бошанд, туршии ортодидлови буда аз он УМФ (уратсил якфосфат) ҳосил мешавад. Аз УМФ бошад, УСФ ва ССФ ҳосил мешаванд. Ҳосилшавии сафедаҳо ва туршиҳои нуклеиниро баъдтар, алоҳида дида мебароем.

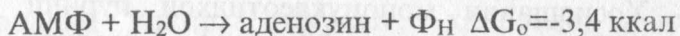
Метаболизми энергетикӣ. Дар системаҳои биологӣ се намуди асосии мубаддалшавии энергияро фарқ мекунанд.

- 1) Мубаддалшавии энергияи рӯшноӣ ба кимиёвӣ, ки дар

намуди пайвастагиҳои барқароршудаи ангиштобҳо захира мешаванд (дар ҷараёни фотосинтез); 2) Мубаддалшавии энергияи кимиёвӣ пайвастагиҳои барқароршудаи карбонӣ ва баъзе пайвастагиҳои ғайриузвӣ ба энергияи биологии бандҳои макроэргӣ; 3) Истифодаи энергияи кимиёвӣ барои иҷро кардани корҳои гуногуни ҳуҷайра – кимиёвӣ, механикӣ, таровишӣ ва барқӣ амалӣ мешаванд. Дар ҳуҷайраи микроорганизмҳо якҷанд намуди пайвастагиҳои аз энергияи бой мавҷуданд. Онҳо асосан ҳосилаи туршии фосфорӣ, мисол, нуклеозидфосфатҳо (АСФ, ГСФ, УСФ), атсетилфосфатҳо ва ҳосилаи онҳо мебошанд. Дар ҷараёни мубаддалшавии энергияи кимиёвӣ дар ҳуҷайра мавқеи марказиро системаи таҷзияшавии АСФ то АДФ ишғол мекунад. Дар молекулаи АСФ ду банди макроэргии фосфатии аз энергия бой мавҷуд аст, ки дар вақти таҷзияи он миқдори муайяни энергияи озод ҳосил мешавад.



Лекин дар рафти кандашавии гурӯҳи фосфори охири аз молекулаи АМФ энергияи озоди камтар ҷудо мешавад.



Молекулаи АСФ хеле устувор аст, барои ҳамин энергияи дархудоштаро хуб нигоҳ медорад. Устувории кимиёвӣ бошад намегузорад, ки энергияи дар он захирашуда беҳуда дар намуди гармӣ паҳн шавад. Хусусияти дигари молекулаи АСФ дар он аст, ки дар метаболзими энергетикӣ ҳуҷайра мавқеи марказиро ишғол мекунад.

Дигар пайвастагиҳои фосфордор бошанд дар рафти таҷзияшавӣ энергияи зиёд ё кам ҷудо мекунад. Мисоли

пайвастагиҳои энергияи калондошта ФЕП ($\Delta G_0 = -14,8$ ккал энергия) ва энергияаш паст глитсеро-1-фосфат ($\Delta G_0 = -2,2$ ккал энергия) шуда метавонанд. АСФ бошад, дар байни онҳо мавқеи мобайниро ишғол ($\Delta G_0 = -7,4$ ккал) мекунад, барои ҳамин АСФ энергияро аз пайвастагиҳои энергияшон калон ба энергияшон паст мегузаронад.

АСФ-ро валютаи энергетикӣ ҳуҷайра меноманд. Чунки вай ҳиссаи энергияи озода дар бандҳои макроэргии фосфатии АСФ захира шудааст дар таассурҳои биокимиёви ҳамин хел истифода мебарад, ки ҳуҷайраро сарчашмаи фоидаовари самаранокӣ энергетикӣ мегардонад.

Тарзи ҳастӣ ва шаклҳои ҳаётии микроорганизмҳои прокариотӣ. Ба сифати сарчашмаи энергия организмҳои прокариотӣ метавонанд энергияи рӯшноӣ ё ки энергияи мубаддалшавиҳои кимиёвиро истифода кунанд. Вобаста аз ин ҳамаи организмҳои прокариотиро ба фототрофҳо (сарчашмаи энергияи организми онҳо рӯшноии офтоб) ва хемотрофҳо (сарчашмаи энергияи организми онҳо таассурҳои оксиду барқароршавӣ) тақсим мекунанд. Организмҳое, ки ба сифати энергия (донор) электронҳо дар ҷараёни энергетикӣ моддаҳои ғайриузвиро истифода мебаранд литотрофҳо ва организмҳое, ки ба сифати донори электронҳо пайвастагиҳои узвиро истифода мебаранд органотрофҳо номида мешаванд.

Вобаста аз сарчашмаи энергия ва табиати донори электронҳо 4 намуди асосии метаболизми энергетикиро фарқ кардан мумкин аст: хемолитотрофҳо, хемоорганотрофҳо, фотолитотрофҳо ва фотоорганотрофҳо. Ба ғайр аз ин вобаста аз табиати акцепторҳои охирони электронҳо дар таассурҳои оксиду-барқароршави ҳамаи организмҳои хемотрофиро ба ду гурӯҳ: аэробҳо (акцептори охирони электрон $-O_2$) ва анаэробҳо (акцептори охирини электронҳо моддаҳои узвӣ ва ғайриузвӣ) ҷудо мекунанд.

Вобаста аз муносибат ба O_2 микроорганизмҳои прокариотиро ба чор гурӯҳи асосӣ ҷудо мекунамд. Бактерияҳое, ки барои расиши онҳо O_2 лозим аст, онҳоро аэробҳои облигатӣ ва бактерияҳое, ки O_2 барои онҳо заҳрнок аст, онҳоро анаэробҳои облигатӣ меноманд. Микроорганизмҳои прокариотие ҳам мавҷуданд, ки метавонанд ҳам дар ҳузури O_2 ва хоса бе он ҳам фаъолияти ҳаётии худро гузаронанд. Ин гуна организмҳоро факултативӣ меноманд. Инчунин организмҳое дар табиат вучуд доранд, ки аз як ҳолати тарзи гизогирӣ ба дигараш мегузаранд. Онҳоро миксотрофҳо ё ки мезотроф меноманд. Қариб 20 шакли ҳаётгузаронии микроорганизмҳо мавҷуд аст. Дар олами растанӣ ва ҳайвонот бошад ҳамаги ду шакли ҳаёти мушоҳида мешавад.

2.4. Идоракунии мубодилаи моддаҳо дар хучайраи прокариотҳо.

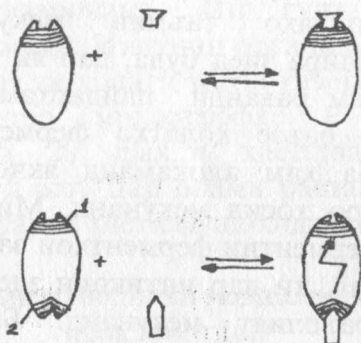
Тамоми чараёнҳои мубодилаи моддаҳо дар хучайраи идора карда мешаванд. Механизмҳои чараёнҳои хучайрави хеле хуб кор мекунамд. Дар асоси идоракунии мубодилаи моддаҳои хучайраи кори фермент қарор дорад. Ферментҳо – сафедаҳои содда (протеинҳо) ё ки мураккаб (протеидҳо) буда, аз маҷмӯи сафедаҳо ва пайвастагиҳои табиати ғайрисафедавӣ дошта, ки кофакторҳо ном доранд, сохта мешаванд. Ба сифати кофактор металлҳо, витаминҳо (рибофлавин, тиамин ва ғ.) ва пайвастагиҳои ба онҳо наздик хизмат мекунамд. Кофакторҳо метавонанд устувор ё ки ноустувор бо молекулаҳои сафедавӣ пайваस्त бошанд. Дар ҳолати якҷум онҳоро гурӯҳи простетикӣ ва дар дуҷум – коферментҳо меноманд. Коферментҳо, ҳамчун кашонандаи электронҳо ё ки гурӯҳи функционалии муайян мисол, гурӯҳи метилӣ, аминогурӯҳ ва ғ. хизмат мекунамд. Вазифаи ферментҳо дар он аст, ки ҳамчун катализатори биологӣ таъсир карда, фаъолнокии энергияро суст карда барои гузаштани таассурҳои

биокимиёвӣ замина фароҳам меоранд, ки гузаштани равиши ин таассурҳо дар шароити физиологии оддӣ гайриимкон аст.

Соҳти кимиёвии молекулаи ферментҳо ҳамин тавр сохта шудааст, ки онҳо молекулаи муҳитро "мешиносанд" ва бо он пайваस्त шуда мубаддалшавии баъдинаро дар мубодилаи моддаҳо таъмин мекунанд. Миқдори ферментҳои ҳуҷайра зиёд буда, дар як вақт ҳам равиши таассурҳо ва ҳам раванди пайдарҳамии онҳоро идора мекунанд. Дар баъзе ҳолатҳо ферментҳои аз ҷиҳати функционалӣ ба ҳам алоқаманд якҷоя шуда, маҷмӯи мултиферментиро ҳосил мекунанд. Мисоли ҳосилшавии маҷмӯи мултиферментии ферментҳои занҷири нафаскашӣ шуда метавонанд, ки дар интиқоли электронҳо аз муҳит ба оксиген фаъолият мекунанд. Баъзе ферментҳои алоҳидаи ин занҷир бо мембрана пайваस्त мебошанд, барои ҳамин ташкили сохтори ин маҷмӯ дар якҷела кор кардани занҷир асос ёфтааст. Идоракунии ҷараёни мубодилаи моддаҳо дар ҳуҷайра дар дараҷаҳои гуногун ва бо ёрии механизмҳои гуногун ба амал омада дар охир аз таъсири суръати таассурҳои ферментативӣ, фаъолнокии ферментҳои идоракунандаи муайян ва ҳосилшавии ферментҳо вобаста аст. Яке аз намудҳои оддии идоракунӣ, ин идоракунӣ ба воситаи аломатҳое, ки ба фаъолнокии таассурҳои ферментативи таъсир мекунад, амали гардонидани мешавад.

Яке аз паҳншудатарин механизми идоракунии фаъолнокии ферментативӣ, ин суст кардани фаъолнокии ферменти якумини роҳи мубодилавии муайян, бо маҳсулоти охиринӣ ҳуди ин роҳ мебошад. Ферменте ки фаъолиятнокии худро дар натиҷаи таъсири ягон моддаи муайян тағйир медиҳад ферменти идоракунанда ва ферменте, ки ба фаъолнокии фермент таъсир мерасонад, эффе́ктор номида мешавад.

Одатан молекулаи ферментҳои идоракунанда назар ба молекулаҳои ферментҳои, ки қобилияти идоракунӣ надоранд хеле мураккабтар мебошанд. Ферментҳои идоракунанда аз якҷанд занҷири полипептиди иборат буда дар болои сатҳи молекулашон ҷойи махсус барои пайвастишавӣ бо муҳит ва эффекторҳоро доранд (расми 12).



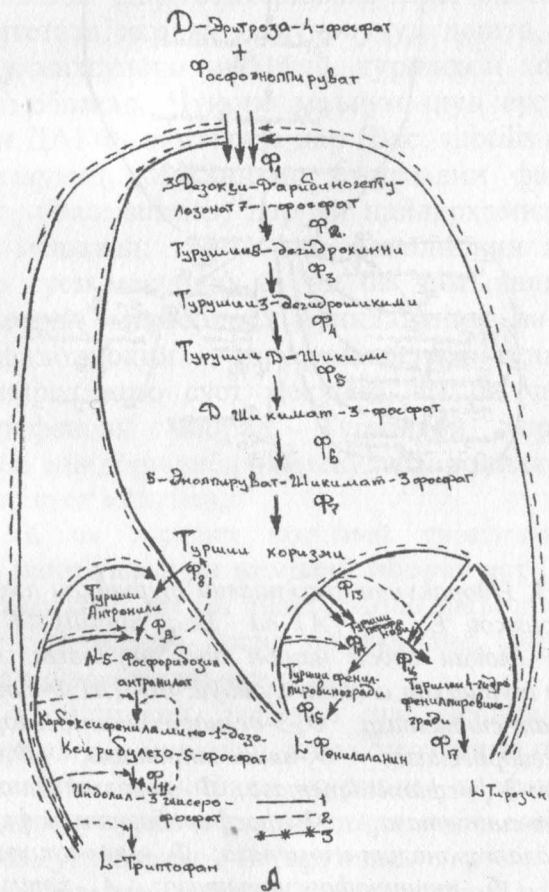
Расми 12. Нақшаи пайвастишавии субстрат бо фермент (А) ва таъсири эффектори манфӣ ба фаъолнокии ферменти аллостерикӣ (Б). 1-маркази каталитикӣ; 2-маркази идоракунӣ (аллостерикӣ)

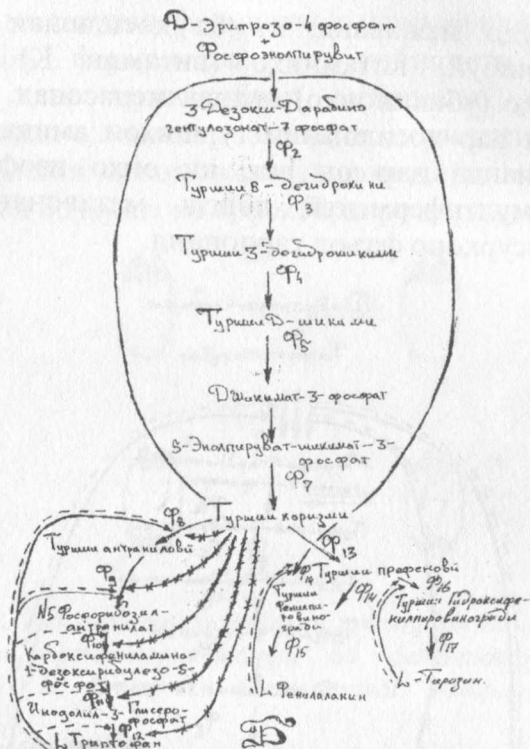
Тадқиқотҳои солҳои охир нишон медиҳанд, ки баъзе ферментҳои аллостерикӣ мавҷуданд, ки онҳо дар якҷанд шакли молекулавӣ (изоферментҳо) вомехуранд. Мавҷуд будани изоферментҳо ба маҳсулотҳои охирин имконият медиҳад, ки новобаста аз якдигар фаъолнокии ин ё он изоферменти муайянро суст кунанд, чунки ҳар як изофермент бо маҳсулоти охирини «худ» идора карда мешавад.

Барои ҳамин механизми идоракунӣ дар мисоли ҳосилшавии туршиҳои аминии хушбӯй (триптофан, тирозин, фенилаланин) дар бактерияҳои *E. coli* ва *Bac. subtilis* дида мебароем (расми 13 А, Б).

Қисми аввали роҳи ҳосилшавии туршиҳои аминии хушбӯй аз ҳафт таассури ферментативӣ иборат аст. Ҷойи ба шохаҳо тақсимшавӣ ин роҳ туршии хоризми буда аз он

шоҳаҳое ҷудо мешаванд, ки ба ҳосилшави туршиҳои аминии хушбӯй, витаминҳо (витамин К) ва дигар пайвастагиҳо (убихинонҳо) оварда мерасонад. Хусусияти ферментҳои дар ҳосилшавии туршиҳои аминии ароматӣ иштироккунанда дар он аст, ки онҳо изофермент ва системаи мултиферментӣ дошта метавонанд яқбора якҷанд таассурхоро фаъол гардонанд.





Расми 13. Идоракунии ҳосилишавии туришҳои аминии хушбӯӣ дар бактерияҳои *E. coli* (А) ва *Vac. Subtilis* (Б). Дар расм идоракунии алоқаи асосӣ нишон дода шудааст. Ферментҳои биосинтези туришҳои аминии хушбӯӣ: Φ_1 -ДАГФ-синтетаза; Φ_2 -дегидрохинат-синтетаза; Φ_3 -5-дегидрохинат-дегидратаза; Φ_4 -шикиматдегидрогеназа; Φ_5 -шикиматкиназа; Φ_6 -шикимат-5-енолпириват-3-фосфатсинтетаза; Φ_7 -хоризматсинтетаза; Φ_8 -антраниллат-синтетаза; Φ_9 -фосфорибозилтрансфераза; Φ_{10} -фосфорибоалантраниллат-изомераза; Φ_{11} -индолглитсерофосфатсинтетаза; Φ_{12} -триптофансинтетаза; A_{13} -хоризматмутатаза; Φ_{14} -префенатгидратаза; Φ_{15} -фенилаланин-амино-трансфераза; Φ_{16} -префенатдегидрогеназа; Φ_{17} -тирозин-амино-трансфераза. 1-нигоҳ доштан; 2-репрессия; 3-индуксия.

Ферменти якуми ин роҳ 3-дезокси – Д-арабиногептулозанат –7- фосфат – синтетаза (ДАГФ – синтетаза) таассури пайвастиҳои ФЕП ва эритроза –4-фосфатро фаъл мегардонад. Дар бактерияҳо *E. coli* ин таассуро се изофермент фаъл мегардонанд, ки ҳар як кадоми онҳо бо туршиҳои аминии алоҳидаи муайян суст карда мешаванд. Дар бактерияҳои *Bac. subtilis* бошад ДАГФ- синтетаза дар як намуд вучуд дошта, дар зери назорати ду маҳсулоти мобайнӣ, туршиҳои хоризмӣ ва префеновӣ мебошад. Чуноне маълум шуд суст шудани фаълнокии ДАГФ- синтетаза дар (*Bac. subtilis* аз *E. coli*) хуб кор мекунад. Механизми сустшавии фаълнокии изофермент (*Bac. subtilis*) дар як пайдарҳамии муайяне суст карда мешавад: триптофан фаълнокии антранил-синтетазаро суст мекунад, ки ин ба чамъшавии туршии хоризми оварда мерасонад: фенилаланин ва тирозин бошад фаълнокии префенатдегидрогеназа ва префентдегидротазаро суст мекунад, ки ба чамъшавии туршии префеновӣ меорад. Туршиҳои хоризмӣ ва префеновӣ ба миқдори зиёд чамъшуда фаълнокии ДАГФ –синтетазаро суст мекунад.

Роҳе, ки аз туршии хоризмӣ триптофан ҳосил мешавад аз панҷ таассури кимиёвӣ иборат аст. Дар (*Bac. subtilis*) ферментҳое, ки ин таассурҳоро фаъл мекунад, маҷмӯи мултиферментӣ ҳосил намекунад, дар (*E. coli*) бошад ду маҷмӯъро ҳосил мекунад.

Роҳҳои ҳосилшавии тирозин ва фенилаланин аз туршии хоризмӣ сар мешавад, ки аз он туршии префеновӣ ҳосил мешавад. Ҳосилшавии туршии префеновӣ дар ҳосилшавии ҳар ду туршии аминӣ даври ягона мебошад, ки онро хоризмамутаза фаъл мегардонад.

Дар (*E. coli*) хоризмамутаза дар намуди ду изофермент мавҷуд аст, ки яке аз онҳо бо ферменти роҳи ҳосилшавии фенилаланин – префенатгидратаза ва дуюмаш бо ферменти роҳи ҳосилшавии «тирозини»-

префенатдегидрогеназа алоқамандии зич доранд. Омӯзиши алоқаманди доштани изоферментҳои хоризматмутаза ва ферментҳои дар мубодилаи туршии префенови иштироккунанда ба хулосае оварданд, ки онҳо дар маҷмӯи сафедаҳои ҳосилшуда ҳам мешаванд. Маҷмӯи ҳосилшудаи ферментҳо дар зери назорати сусткунандаҳои маҳсулотҳои охирини роҳи биосинтезикии «худ» мебошанд.

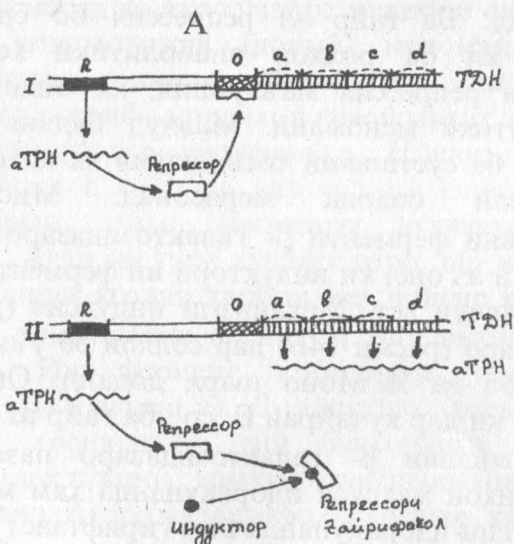
Роҳи дигари идоракунӣ – ин роҳи идоракунӣ дар сатҳи генӣ мебошад, ки ҳосилшавии ферментҳо муайян мекунад. Микдори ферментҳо ҳам вақт аз таносуби суръати ҳосилшавӣ ва таҷзияи онҳо вобаста аст, барои ҳамин аз ин нигоҳ ферментҳо ба ду синф ҷудо мекунад. Ферментҳое, ки ҳосилшавии онҳо бо суръати доими ба амал меояд ва дар ҳуҷайра микдори онҳо доими аст, онҳоро конститутивӣ (доимӣ) меноманд, мисол ферментҳои даври гликолиз. Ферментҳое, ки микдори онҳо вобаста аз таркиби моддаҳои ғизоӣ муҳит тез тағйир меёбанд индусибелӣ ном гирифтаанд. Нишон дода шуд, ки агар ҳуҷайраи *E coli* –ро дар муҳити глюкозадошта парвариш кунем, онҳо лактозаро истифода бурда наметавонанд. Агар ин гуна ҳуҷайраҳо дар муҳите, ки лактоза сарчашмаи ягонаи карбон аст, ҷойгир кунем, як вақти муайян ҳосилшавии ферменти β -галактозидаза ба амал меояд. Ин фермент қобилияти таҷзиякунии лактозаро то Д-глюкоза ва Д-галактоза дорад. Барои ҳамин баъди ҳосилшавии вай бактерияҳо қобилият доранд, ки лактозаро ҳамчун сарчашмаи карбон истифода баранд. Агар бактерияро ба муҳите, ки глюкоза дорад, гузаронанд, ҳосилшавии ферменти β -галактозидаза қатъ мегардад.

Якчанд намудҳои фаъолкунӣ (индуксия) маълуманд: мувофиқатӣ – вақте, ки субстрати аввала А барои ҳамаи ферментҳои ин роҳ ҳамчун индуктор хизмат мекунад ва пайдарҳамӣ – вақте, ки субстрати аввала А индуксияи

ферменти авваларо ба амал меорад, ки дар натиҷа маҳсулоти таассури якум (моддаи Б) захира мешавад. Моддаи ҳосилшудаи мобайнии Б индуксияи ҳосилшавии ферменти дуҷум ва ғ. ба амал меорад. Ҳосилшавии бисъёр ферментҳои анаболитикӣ бо роҳи репрессияи ҳосилшавии онҳо идора карда мешавад. Одатан микроорганизмҳо қобилият доранд ҳамаи 20 турши аминиро аз нитрогени аммоний ва сарчашмаҳои карбон ҳосил карда тавонанд. Барои ин дар организми онҳо ҳамаи ферментҳо мавҷуданд. Агар ба ин ҳел муҳит ягон турши аминиро илова кунем, мисол, триптофанро, он гоҳ ҳуҷайраи *E. coli* ба истифодабарии триптофани экзогенӣ (берунӣ) сар мекунад ва ҳосилшавии ферментҳое, ки дар ҳосилшавии триптофан иштирок мекунад қатъ мегарданд. Ба ғайр аз репрессия бо ёрии маҳсулоти охирон, ки ба роҳҳои анаболитикӣ хос аст, дигар намудҳои репрессия маълуманд, ки онҳоро репрессияи катаболитикӣ меноманд. Мавҷуд будани глюкоза дар субстрат ба сустшавии ҳосилшавии як қатор ферментҳои индусибелӣ оварда мерасонад. Мисол, глюкоза ҳосилшавии ферменти β - галактозидазаро суст мекунад, новобаста аз он, ки индуктори ин фермент – лактоза дар муҳит мавҷуд аст. Механизми индуксия (расми 14А) ва репрессияро (расми 14Б) дар солҳои 50-уми асри гузашта Ф. Жакоб ва Ж.Моно шарҳ доданд. Онҳо мушоҳида карданд, ки дар ҳуҷайраи *E. coli* ба ғайр аз гени сохторие, ки ҳосилшавии β - галактозидазаро назорат мекунад, дигар генҳои махсуси идоракунанда ҳам мавҷуданд. Яке аз онҳо гени-идоракунанда ном гирифтааст (гени R), ки ба сохтори фермент таъсир намекунад. Вазифаи ин ген дар он аст, ки ҷараёни транскрипсияи гени сохториро идора кунад. Таъсири генӣ – идоракунанда ба ҷараёни транскрипсияи генӣ сохторӣ ин тавр мегузарад. Гени – идоракунанда ҳосилшавии сафедаи-репрессорро махсус таъмин мекунад. Репрессор-сафедаи алоостерики буда ду

маркази пайвасткунӣ дорад, ки яке аз онҳо пайдарҳамии нуклеотидҳоро дар қисми ТДН «мешиносад» ва онро оператор (ген О) меноманд. Дигар марказ бо эффектор пайваст мешавад. Ген-оператор дар назди гени сохторӣ ҷойгир шуда, ҳамчун ҷойи пайвастшавии репрессор хизмат мекунад. Ба ғайр аз ин оператор метавонад транскрипсияи гени сохториро "нигоҳ дорад" (вақте, ки репрессор дар ҳолати пайваст аст) ё ки "иҷозат" диҳад (вақте, ки дар ҳолати озод мебошад).

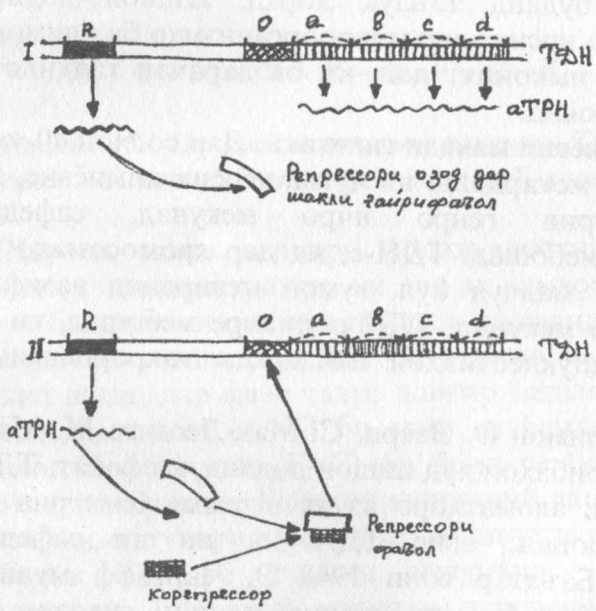
Ҳамин тавр дар рафти индуксия ва репрессияи ҳосилшавии ферментҳо, баҳамалоқамандии репрессор бо оператор ба сустшавии ҷараёни транскрипсияи гени муайян оварда мерасонад.



Расми 14А. Механизми индуксия ва репрессияи ҳосилшавии ферментҳо. А-индуксия: I-гени-идоракунанда сафедаи репрессориро ҳосил карда бо гени-оператор пайваст мешавад, ки ин ба сустшавии транскрипсияи гени сохторӣ оварда мерасонад; II- Дар вақти мавҷуд будани индуктор, индуктор бо репрессор пайваст шуда сохти

ҷойгиршавии репрессорро тавре тағйир медиҳад, ки репрессор қобилияти пайвастшавиро бо оператор гум мекунад. Оператори озодшуда транскрипсияи генҳои сохториро «ҳал» мекунад. Б. Репрессия: I- маҳсулоти гени идоракунанда шакли ғайрифаноли репрессор буда, қобилияти бо оператор пайваст шуданро надорад, барои ҳамин дар ин шароит транскрипсияи гени сохторӣ ба амал меояд; II-Дар вақти мавҷуд будани коррепрессор маҷмӯи фаноли коррепрессор бо репрессор ҳосил мешавад ва бо оператор пайваст мешавад, ки ин ба транскрипсияи гени сохторӣ ҳалал мерасонад. R-гени идоракунанда; O-гени операторӣ; a,b,c,d-генҳои сохторӣ.

Б



Расми 14Б. (шарҳи он дар расми 14А нишон дода шудааст).

2.5. Аппарати генетикии организмҳои прокариотӣ.

Бо пайдошавии организмҳои зинда давраи инкишофи биологӣ сар мешавад, ки асоси онро тағйирпазирӣ, ирсият ва интихоби табиӣ ташкил меод. Тамоми ахбори аломатҳои организми зинда дар аппарати генетики ҷойгир мешаванд. То солҳои 40-уми асри XX на ҳама олимони дар соҳаи микробиология тадқиқот бурдаистода фикр мекарданд, ки бактерияҳо хосияти ирсиро соҳибанд.

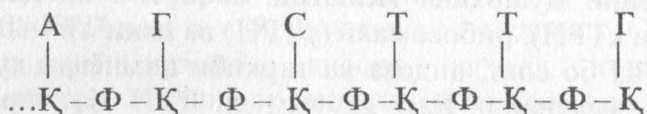
Яке аз аввалинҳо шуда олим М.Бейеринк муайян кард, ки бактерия ва организмҳои олии ба қонунҳои умумии генетики итлоат мекунад. Лекин тавлиди генетикаи бактерия бо номи олимони С.Лурия ва Д. Делбрюк, ки аввалин шуда дар бораи устувории бактерияҳо нисбат ба фаг навишта буданд таълуқ дорад. Нишон додани тағйирпазири ва ирсият дар микроорганизмҳо ба олимони соҳаи генетика имконият дод, ки ба дараҷаи тадқиқоти молекулярӣ бароянд.

Табиати кимиёвии маводи генетикӣ. Дар солҳои 40-уми асри XX ҳисоб мекарданд, ки ҷузъи асосии кимиёвие, ки вазифаи ахбории генро иҷро мекунад, сафедаи хромосомавӣ мебошад. ТДН-е, ки дар хромосомаҳо ба миқдори зиёд мавҷуд буд, гумон мекарданд вазифаи сохториро иҷро мекунад. ТДН полимере мебошад, ки аз як қатор тетра nukлеотидҳои пайдарҳам такроршаванда сохта шудааст.

Соли 1944 олимони О. Эвери, С. Мак-Леод ва М. Мак-Картӣ дар таҷрибаҳои худ нишон доданд, ки фақат, ТДН қобилият дорад аломатҳоро аз як штамми бактерия ба дигараш гузаронад, яъне ТДН на ин ки сафедаи хромосомавӣ. Баъдтар соли 1948 Э. Чаргафф муайян намуд, ки мавҷуд будани аденин, гуанин, ситозин ва тимин дар молекулаи ТДН ба миқдори баробар ҳатми нест. Ин ба олимони имконият дод пешгуи кунанд, ки ин ягона нишонаи муҳимест, ки хусусияти сохтори молекула ТДН-ро тасвир мекунад. Соли 1953-ум ба олимони Д. Уотсон ва Ф. Крик муяссар шуд, модели молекулаи ТДН-

ро пешниҳод кунанд то, ки хусусияти сохторӣ ва вазифаи онро қонеъ кунанд тавонад.

Сохт ва дучандшавии молекулаи ТДН. Мувофиқи модели пешниҳодкардаи Уотсон ва Крик молекулаи ТДН аз ду илтивои занҷири полинуклеотидӣ сохта шудааст, ки меҳвари умумӣ доранд (расми 10). Занҷири полинуклеотидӣ аз боқимондаи пайдарҳам ҷойгирифтаи қанди дезоксирибоза ва туршии фосфате, ки ба воситаи бандҳои 3,5 –фосфодуэфирӣ пайваस्त мешаванд, сохта шудаанд (расми 15). Асосҳои пурины ва пиримидини дар меҳвари илтиво амуди ҷойгир шуда ба даруни илтивои дутора нигаронида шудаанд.



Расми 15. Нақшаи сохтори занҷири ТДН. К-қанд; Ф-фосфат. А- аденин; Г-гуанин; с-ситозин; Т- тимин.

Ҳар як асоси занҷири полинуклеотидӣ бо занҷири полинуклеотидии дигаре, ки дар як ҳамворӣ меҳобанд бо ёрии бандҳои гидрогенӣ пайваस्त шудаанд. Молекулаҳои аденин бо тимин, цитозин бо гуанин ба таркиби ТДН дохил шуда, дар фазо тавре ҷойгир мешаванд, ки аденин фақат бо тимин (А=Т) бо ёрии ду банди гидрогенӣ ва гуанин бо ситозин (Г≡С) бо ёрии се банди гидрогенӣ пайваस्त мешаванд. Бандҳои гидрогенӣ дар байни асосҳои мувофиқ устувори занҷири полинуклеотидии илтивои дутораи ТДН-ро таъмин мекунанд. Дучандшавии молекулаи ТДН дар натиҷаи ҷудошавии ду занҷири полинуклеотидии он ва аз ҳар кадоми онҳо ҳосил шудани занҷири полнуклеотидии ба онҳо монанд асос ёфтааст, ки ин дучандшавии молекулаи ТДН-ро полуконсервативӣ меноманд.

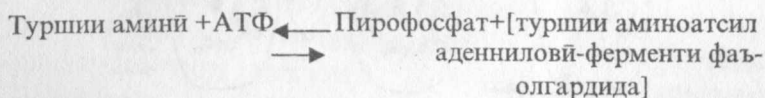
ТРН-ҳои хучайра ва транскрипсияи (сабт кардани) ТДН. Аллакай солҳои 30-юми асри гузашта дар хучайра мавҷуд будани ду намуди туршии нуклеинӣ маълум буд. Яке аз онҳо (ТДН) дар ядроӣ эвқариотҳо ё ки дар қисми ядроӣ прокариотҳо ва дигараш (ТРН) дар ситоплазмаи хучайра ҷойгир шуда буданд. Фарқи кимиёвӣ ТРН аз ТДН дар он аст, ки молекулаи ТРН ба ҷойи дезоксирибоза, рибоза ва ба ҷойи тимин уратсил дорад. Сохти молекулаи ТРН аз як тори якхелаи полинуклеотидӣ иборат аст, ки ба мисли ТДН сохтори пайдарҳамии бутанзими нуклеотидҳо мушоҳида намешавад.

Дар тамоми хучайраҳо се намуди туршии рибонуклеинӣ мушоҳида мешавад: ахборӣ ё ки қолибӣ (аТРН ё ки қТРН), рибосомалӣ (рТРН) ва нақӣётӣ (нТРН). Ҳар як ТРН бо сохт, андоза ва таркиби кимиёвӣ худ аз ҳам фарқ мекунад. Ҳар як намуди ТРН ба ҷараёни ҳосилшавии сафеда муносибати новобаста дорад, гарчанде ҳар яки онҳо дар он вазифаи махсусро иҷро мекунад.

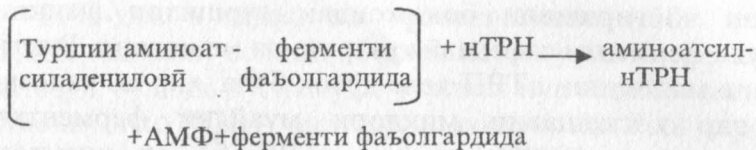
Муайян кардани алоқаи байни геном (қисми ТДН) ва ҳосилшавии ферменти муайян (молекулаи сафеда) нишон дод, ки дар хучайра механизме мавҷуд аст, ки бо ёрии он ахбори генетикии пайдарҳам ҷойгиршавии нуклеотидҳои молекулаи ТДН-ро ба туршиҳои аминии мувофиқи молекулаи ферменти ҳосилшуда гузаронида мешаванд. Аз сабаби он ки ҷойи ҳосилшавии сафедаҳо дар хучайраи эвқариотҳо аз ТДН дур аст, тахмин карданд, ки амали гаштани ахбори генетикии дар хучайра буда бо пайвастигии кимиёвӣ вобаста аст, ки байни ген ва фермент миёнарав аст. «Гумон» пеш аз ҳама ба молекулаи ТРН афтид. Мувофиқи назарияи Ф. Жакоб ва Ж.Моно аз қисми муайяни молекулаи ТДН ахбор дар як пайдарҳамии нуклеотидии молекулаи аТРН навишта мешавад. Баъд ба ситоплазма гузаронида шуда бо рибосомаҳое, ки рТРН-ни худро доранд, пайваст шуда, аз аТРН сабти ахборӣ генетикии дар як пайдарҳамии

муайяни ҷойгиршавии боқимондаи туршиҳои аминии молекула ферменти сафедавӣ гузаронида мешаванд. Вақти «ҳаётии» молекулаи аТРН хеле кӯтоҳ буда, ҳар як кадоми онҳо дар ҳосилшавии миқдори муайяни ферментҳо иштирок мекунад. Молекулаи аТРН ба он қисмҳои молекулаи ТДН мувофиқат дорад, ки онҳо сабт карда мешаванд. Нишон дода шудааст, ки намудҳои дигари ТРН (рибосомавӣ ва нақлиётӣ)-и ҳам қисмҳои алоҳида муайяни ТДН-ро сабт мекунад. Муайян карда шудааст, ки 99% ТДН-и бактерияҳо бо ёрии аТРН сабт карда мешавад. Қариб нисфи ТРН-и дар хучайра айнан ҳосилшуда аТРН мебошад, лекин онҳо хеле ноустуворанд, барои ҳамин ҳиссаи аТРН якҷанд фоизи ҳамаи ТРН-ҳои хучайраро ташкил медиҳад. Солҳои 60-уми асри гузашта якбора якҷанд тадқиқотчиён ферментеро муайян карданд, ки ҳосилшавии аТРН-ро дар қолиби ТДН катализ (фаъл) мекунад ва онро ТДН-вобастаи-ТРН-полимераза ном гузоштанд, ки ҳосилшавии ТРН-и рибосомавӣ ва нақлиётиро ҳам метезонад.

Гузаронидани ТРН-и ахборӣ. Ҷараёни гузаронидани ТРН-ро ба чор зина чудо кардан мумкин аст. Зинаи якуми он ки зинаи фаълнокшавии туршиҳои аминӣ ном дорад, дар қисми маҳлулии ситоплазма мегузарад. Фаълнокии туршиҳои аминӣ бо ёрии ферментҳои махсус амали мегардад, ки таъсири байни туршиҳои аминӣ ва АТФ-ро таъмин мекунад. Маҳсулоти ин таассур пиррофосфат ва туршии аминоксиланденин мебошад.



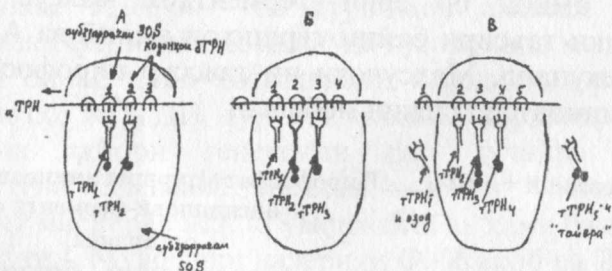
Ферменти фаългардида пайваستшавии боқимондаи туршии аминиро бо молекулаи ТРН-и нақлиётӣ (нТРН) таъмин мекунад.



Хар ду таассур бо ёрии ферменти аминокотсил – nТРН-синтетаза фаъл гардониди мешавад. Дар рафти ҷараёни транслятсия, тарҷума аз "забони" нуклеотидҳо ба "забони" туршиҳои аминӣ ба амал меояд ва вазифаи асосиро аминокотсил – nТРН-синтетаза иҷро мекунад.

Зинаи дуҷоми гузаронидани aТРН-зинаи инитсиасия ном дошта аз он сар мешавад, ки aТРН ва аминокотсил-nТРН аввал бо 30S субъектинитсаи рибосома ва баъд бо бо 50S субъектинитса алоқамандӣ пайдо мекунад. Дар натиҷа заррачаи фаёли 70S –рибосомавӣ ҳосил мешавад. Дар бактерияҳо барои фаългардонии аминокотсил – nТРН, формилметионил - nТРН хизмат мекунад.

Баъди ҳосилшавии заррачаи 70S- рибосомавии фаъл, пайвастишавии он ба aТРН ва фаълшудани аминокотсил-nТРН, ҷараёни дарозшавии занҷири полипептиди оғоз меёбад (зинаи сеюм). Ҷараёни ҳосилшавии занҷири полипептиди дар расми 16 нишон дода шудааст.



Расми 16. Нақшаи ҷараёни транслятсия. А- лаҳзаи пайвастишавии аминокотсил-nТРН ба қисми фаёли 70S рибосома, ки дар қашонидани молекулаи аминокотсил-nТРН ҷавобгар аст. Б ва В- гузариши ба як ва ду триплет.

Аминоатсил – нТРН₂-и дохилшуда бо аТРН дар маркази муайяни рибосома пайваст мешаванд. Пайвастшави ҳамон вақт ба амал меояд, ки антикодони нТРН ба кодони аТРН мувофиқат мекунад. Байни нуклеотидҳои антикодони аминокатсил – нТРН ва нуклеотидҳои кодони нТРН бандҳои гидрогенӣ ҳосил мешаванд, ки мавқеи муайяни аминокатсил –нТРН₂-ро нисбат ба аТРН-и ахборӣ таъмин мекунад. Туршиҳои аминии наздикшудаи аминокатсил-нТРН₂ ва формилметионил нТРН₁-и фаъл, бо ҳам таъсир карда банди пептидиро ҳосил мекунад. Туршии аминии 2-юм гуё нТРН₁-ро аз маҷмӯи он бо формилметионин (туршии аминии 1-ӯм) берун мекунад ва дар натиҷа нТРН₁ аз туршии амини ҷудошуда ба аТРН пайваст менад.

Дар як вақт аТРН ҳамроҳи нТРН₂ пайвастшуда ба воситаи рибосома як кодон ҳаракат мекунад. Аминокатсил нТРН₃-е, ки антикодони мувофиқ дорад бо ёрии бандҳои гидрогенӣ дар натиҷаи лағжидани аТРН ба як кодон пайваст мешавад. Гурӯҳи аминии аминокатсил-нТРН₃ бо гурӯҳи карбоксилӣ дупептидил-нТРН₂ таъсир карда, банди пептидиро ҳосил мекунад ва бо ҳамин нТРН₂-ро аз маҷмӯи дупептидӣ берун мекунад. Сепептидӣ ҳосилшуда бо нТРН₃ пайваст шуда бо ҳамроҳии аТРН қад-қади рибосомаҳо боз як қадам лағжида барои баҳамтаъсиркунии байни кодони аТРН ва антикодони аминокатсил- нТРН₄ замина тайёр мекунад. нТРН₂-и озодшуда якҷоя бо аТРН қад-қади рибосома ҳаракат карда молекулаи пешинаи нТРН₁-ро "тела" дода аз рибосома берун мекунад. Хабарӣ оиди тамомшавии ҳосилшавиҳо ба ёрии кодонҳои махсусӣ дар молекулаи аТРН буда (зинаи чорӯм) расонида мешаванд.

Коди (рамзӣ) генетикӣ. Бо роҳи таҷрибавӣ нишондода шудааст, ҳар як 20 туршии аминии дар таркиби сафедаҳои ҳуҷайра буда, пайдархамии рамзкунии се нуклеотидро муайян мекунад, ки триплет ё ки рамз ном

доранд. Микдори эҳтимолияти мувофиқ омадани сето асосҳои гуногун аз чорто ба 64 (4³) баробар аст. Бинобар ҳамин барои рамзи ифода кардани 20 турши аминӣ, ҳуҷайра 64 рамзро доро аст. Тадқиқотҳои баъдина нишон доданд, ки рамзи генетикӣ чунин хусусиятҳо дорад.

1. Рамзи генетикӣ ҳар як турши аминӣ (ба ғайр аз метионин ва триптофан) бо як триплет рамзгири мешавад. Мисол, нӯҳ турши аминӣ (фенилаланин, тирозин, гистидин, лизин, глутамин, аспаргин, лизин, турши аспаргин, турши глутамин ва систеин) ду рамзи, як турши аминӣ (изолейтсин)-3 рамз, панҷ турши аминӣ (валин, пролин, треонин, аланин, глитсин)-4-тоғӣ ва се турши аминӣ (аргинин, серин, лейтсин) аз 6 рамз иборатанд.

2. Рамзҳои генетикӣ-ҷои якдигарро иваз намекунанд, яъне нуклеотиде, ки ба як рамз мансуб аст, наметавонад дар як вақт ба рамзи ҳамсоя ҳам мансуб бошад.

3. Дар рамзи генетикӣ байни рамзҳои алоҳида "вергул" гузошта намешавад, лекин дар байни рамзҳои ҷудогона "аломатҳои ист" гузошта мешаванд.

4. Рамзи генетикӣ универсалӣ аст. Универсали будани рамзи генетикӣ дар он аст, ки дар тамоми рафтиркишофи олами зинда қариб тағйир наёфтааст.

Тағйирёбии маводи генетикӣ микроорганизмҳои прокариотӣ.

Аз аввалҳо тадқиқотчиён фикр мекарданд, ки дар байни он қадар шаклҳо ва аломатҳои бешумори олами микроорганизмҳо сарҳади муайяне мушоҳида намешавад. Лекин баъди қор қарда баромадани усули кишти тозаи микроорганизмҳо аз тарафи Р.Кох маълум шуд, ки бактерияҳо ҳам намуд доранд. Дар рафти тадқиқотҳои зиёде маълум шуд, ки кишт кардани ягон намуди бактерияҳо муддати дуру-дароз ё ки дар муҳити гуногун ба тағйирёбии онҳо оварда мерасонад. Аломатҳои тағйирёбандаро ба якчанд гурӯҳ ҷудо кардан мумкин аст:

1. Аломатҳои морфологие, ки шакл ва андозаи хучайраҳо, ҳаракати онҳо, тарзи ҷойгиршавии қамчинакҳо, қобилияти спораҳосилкунӣ ва ғ. муайян мекунанд;

2. Аломатҳои парваришӣ (ё ки кишт кардан) — яъне павариш кардан ҳам метавонад намуди хоса дошта бошад: колонияи луобдор ё ки шахшӯл дар муҳити саҳт (зич), таркиби гомогенӣ ва гетерогении дар муҳити моеъ, метавонад ранг гирад ё ки беранг монад ва ғ.;

3. Аломатҳои физиологӣ-биокимиевӣ, ки бо тағйирёбии фаъоли ин ё он кишт муайян мешавад;

а) қобилияти аз худ кардани субстрати муайян.

б) қобилияти фуру бурдан ва чудо кардани газҳои ҳархела O_2 , CO_2 , N_2 ;

в) қобилияти расиш кардан ё доштан дар муҳите, ки яке аз омилҳо вучуд надорад. Агар микроб дар муҳите витамин ва туршии аминӣ нест қобилияти расиш карданро нашошта бошад ин маънои онро дорад, ки микроб ин моддаҳоро ҳосил карда наметавонад

Ҳамаи тағйирёбихо, ки мушоҳида карда шудаанд ба ду намуд чудо кардан мумкин аст. Тағйирёбихо, ки дар натиҷаи тағйир ёфтани омилҳои беруна ба амал меоянд, намудҳои мувофиқкунӣ номида мешаванд. Тағйирёбии аломатҳои, ки аввал дар фардҳои муайян ба амал омада, оҳиста-оҳиста фардҳои авваларо танг карда мебароранд тағйирёбии доими буда онҳоро тағйирёбии мутатсионӣ меноманд. Ин мафҳумро аввалин бор олим Г. де Фриз барои тағйирёбии маводи наслии растаниҳо пешниҳод кард. Соли 1997-ум Г.Меллер ва Л.Стадлер нишон доданд, ки омилҳои баамалорандаи мутатсия нурҳои ренгенӣ ва ултрабунафш, моддаҳои гуногуни кимиевӣ мебошанд. Вобаста аз тағйирёбии моекулаи ТДН, агар тағйирёбии танҳо дар як нуклеотиди молекулаи ТДН ба амал ояд мутатсияи нуктагӣ номида мешавад ва мутатсияе, ки қандашавии як қисми молекулаи ТДН, ки андозаи он аз як нуклеотид зиёд аст ба амал меояд.

Рекомбинатсия (азнавтақсимкунӣ, азнавбарқароркунӣ ё ки пайваस्तкунӣ). Ба намуди дуҷуми тағйирёбии насли (баъди мутатсионӣ) он тағйирёбиҳое дохил мешаванд, ки дар натиҷаи азнавтақсимкунии маводи генетикии микроорганизмҳо ба амал меояд. Дар микроорганизмҳои прокариотӣ азнавтақсимкунии маводи генетикӣ дар натиҷаи қисман якҷояшавии геноми ду хуҷайра ба амал меояд. Се намуди ҷараёнҳои асосии парасексуалие маълуманд, ки ба азнавтақсимкунии маводи генетикии прокариотҳо оварда мерасонад: конъюгатсия (пайваस्तкунӣ), трансформатсия (мубаддалшавӣ) ва трасдуксия (ҷойивазкунӣ).

Конъюгатсия. Новобаста аз он ки омехташавии хуҷайраи бактериявиро дар зери заррабин мушоҳида кардан мумкин аст, бе далели генетикӣ ҳодисаи конъюгатсияро шарҳ додан хеле душвор аст.

Соли 1946-ум олимони Д.Ледерберг ва Е.Татум тавонистанд азнавтақсимкунии генетикии бактерияҳоро мушоҳида кунанд. Таҷрибаҳо барои ҷуфтӣкунонии генетикӣ бо мутантҳои ауксотрофии *E.coli* K12, яъне мутантҳое, ки ҳосилшавии маҳсулотҳои муайяни онҳо вайрон шудаанд гузаронида шуд.

Ба сифати яке аз штаммҳо (штамми А) мутанти *E.coli* K12, ки метионин ва биотин ($\text{Met}^- \text{Bio}^-$)-ро ҳосил намекард, вале қобилият дорад треонин, лейтсин, тиамин, яъне $\text{Thr}^+ \text{Leu}^+ \text{Thi}^+$ -ро ҳосил кунад. Дигар штамм бошад (штамми В) мутанте буд, ки треонин, лейтсин ва тиамин ($\text{Thr}^- \text{Leu}^- \text{Thi}^-$)-ро ҳосил намекард, вале қобилият дошт, ки метионин ва биотин ($\text{Met}^- \text{Bio}^-$)-ро ҳосил кунад. Ҳар як мутант дар муҳити минималии (нопурраи) синтетикӣ (муҳити минимали аз глюкоза, нитрогени аммоний, намакҳои маъданӣ ва микроэлементҳо иборат аст) расиш намеёфт. Д.Ледерберг ва Е.Татум ҳарду штаммҳоро дар муҳити пурра (муҳити пиёбаи гӯшти ва муҳити маъданӣ бо иловаи хамиртурушҳо) муддати як шабонарӯз сабзонида баъд онҳоро аз муҳит ҷудо карда дар муҳити

минималӣ агар дошта кишт карданд. Дар мухити минималӣ ҳуҷайраҳои инкишоф ёфтанд, ки прототрофҳо ном доштанд. Онҳо аломатҳои ҳарду штамми авваларо яъне қобилияти ҳосил кардани Met⁺ Bio⁺ Thr⁺ Leu⁺ Thi⁺ доштанд. Натиҷаҳои ба дастовардашуда нишон медиҳанд, ки дар натиҷаи якҷоя кишт кардани ҳарду штамми мутантҳо якҷояшавии маводи генетикии онҳо, азнавтақсимшавии генҳо ба амал меояд.

Омӯзишҳои баъдина нишон доданд, ки барои амали гаштани азнавтақсимкунӣ, алоқаи бевосита байни ҳуҷайраҳои штамми А ва В лозим аст.

Трансформатсия (мубадалшавӣ) ё ки таворуд. Таворуд яке аз тарзҳои азнавтақсимкунии генетикӣ мебошад, ки бе конъюгатсияи байни ҳуҷайраҳо ба амал меояд. Ҳодисаи таворудиро соли 1928-ум Ф. Гриффит дар таҷрибаҳои худ бо мушҳои бо пневмококк *St. pneumoniae* захролудшуда тавсиф дода, лекин маънидод накард. Ф. Гриффит ба мушҳои тарикаҳои гуногун ду штамми пневмококк (бактерияи варамии шуш)-ро дохил кард: яке аз онҳо R-штамм ғилофак ҳосил намекард ва қобилияти захролуд карданро надошт, штамми дуҷум (S-штамм) бошад ғилофак дошта, қобилияти захролудкуниро дошт. Агар S-штаммро ба организми муш дарорем, онҳо дар давоми як шабонарӯз ҳалок мешуданд ва дар хуни мушҳои миқдори зиёди бактерияҳо варами шуш мушоҳида мешуд. Агар ба организми мушҳои R-штамм дарорем, онҳо ҳалок намешуданд ва аз организми онҳо штаммҳои беғилофакро берун кардан мумкин буд. S-штамм, ки қобилияти захролуд карданро дошт, кушта ба организми ҳайвонҳо дохил карданд, муш дар ин ҳолат зинда монд ва аз онҳо штамми захролуд чундо карда нашуд. Агар S-штамме, ки қобилияти захролуд карданро дошт, кушта бо R-штамми беазаҳ омехта карда ба организми ҳайвон дохил кунем, онҳо ҳалокшуда, аз хуни онҳо ба миқдори зиёд ҳуҷайраҳои бактерияи варамии шуш, ки ғилофак ҳосил мекунанд, чундо карда мешавад. Ҳамин тавр, ҳуҷайраҳои

S-штамми захролуди ғилофак ҳосилкунанда ба R-штамм хусусияти захролудкунӣ ва қобилияти ғилофакҳосилкунанда медиҳанд. Баъдтар нишон доданд, ки ҷараёни таворудии дар организми муш ба амал омада, бо он ягон муносибате надорад, чунки таворуд дар рафти расиши хучайраҳои R-штамм дар якҷоягӣ бо бактерияҳои S-штамми кушташуда ба амал меояд.

Ин ҳодисаро соли 1944-ум О.Эвери, С.Мак-Леода ва М.Мак-Картти баъди муайян кардани табиати кимиёвии омили таворудӣ, рамзкушои карданд. Ҷараёни таворуди аз ду зина исборат аст: 1) дохилшавии як қисми муайяни ТДН ба хучайраи ретсипиент; 2) Дохилшавии қисми ТДН ба геноми хучайраи ретсипиентӣ.

Трансдуксия (ҷойивазкунӣ). Ҳамаи фағҳоро вобаста аз муносибат ба хучайраҳои бактериявӣ бо ду гурӯҳ чудо мекунанд.

1. Фағҳое, ки баъди дохилшавӣ ба хучайра, афзоиш ёфта заррачаҳои болиғи насли ҳосилшуда баъди як давраи муайяни афзоиш аз хучайра ба берун мебарояд, ки ин бо вайроншавии хучайраи хӯҷаини фағҳо ба охир мерасад. Ин хел фағҳоро захролудкунанда ё ки вайронкунанда номида, штамми бактерияҳоро нисбат ба фағҳо ҳасос меноманд.

2. Фағҳое маълуманд, ки ба хучайра дохил шуда дар он афзоиш намекунанд ва ба ҳолати сирояткунӣ намегузаранд (ҳолати профагӣ). Онҳоро фағҳои мӯътадил номида, штамми бактерияҳое, ки дар худ профаг доранд лизогенӣ меноманд. Мафҳуми биологии профағҳо дар он аст, ки онҳо ҳамчун гузаронандаҳои гении байни хучайраҳои бактериявӣ хизмат мекунанд, ки муаллифони ин ҳодисаро омӯхтагӣ Д.Ледерберг ва Н.Синдер (1952) онро трансдуксия номиданд.

2.6. Таснифи микроорганизмҳои прокариотӣ.

Таснифи микроорганизмҳои прокариотӣ назар ба таснифи организмҳои олий хеле мураккабтар аст. Дар таснифи организмҳои прокариотӣ, воҳиди асоси штамм (кишти тозаи ҷудокардаи бактерияҳо) ҳисоб мешавад. Штаммҳо ҳам шуда намудро, намудҳо-авлодро, авлодҳо-оила ва ғ.-ро ташкил медиҳанд. Аввал барои таснифи микроорганизмҳо фақат аломатҳои морфологии бактерияҳоро истифода мекарданд. Баъдтар барои таснифи микроорганизмҳо аломатҳои экологӣ, функционалӣ, физиолого-бикимиёвӣ ва ғ. истифода мебардагӣ шуданд. Дар замони ҳозира таснифи микроорганизмҳоро дар ду самт дида баромада истодаанд. Дар асоси самти якум сохтани тартиби филогенетикии прокариотҳо қарор дорад, яъне сохтани тартиби ягонае, ки муносибати хешутабории гурӯҳҳои гуногуни прокариотиро аз нуқтаи назари инкишофи таърихи нишон дода тавонад. Самти дуюми таснифоти микроорганизмҳо бошад, мақсади таҷрибавӣ дошта аз он иборат аст, ки мансубияти микроорганизмҳоро ба гурӯҳи муайян муқаррар кунад.

Новобаста аз он, ки олимони зиёде (Г.А. Заварзин, Н.А. Красилников, Ф. Кон, С. Орла-Йенсоном ва ғ.) ба таснифоти микроорганизмҳо машғул буданд, яке аз эътирофшудатарини таснифоти онҳо таснифоти микроорганизмҳо аз рӯи «Маълумотномаи Берджи» ба ҳисоб меравад. Дар нашри ҳаштуми "Маълумотномаи Берджи", ки соли 1974 ба чоп расидааст, тамоми микроорганизмҳои прокариотӣ (бактерияҳо ва сианобактерияҳо)-ро ба олами алоҳида ҷудо кардаанд. Тартибдихандаҳои маълумотнома ду эҳтимолияти таснифи микроорганизмҳои прокариотиро дида баромаданд. Мувофиқи эҳтимолияти якум олами прокариотҳоро ба ду шӯба ҷудо мекунад:

Шӯъбаи якум. Прокариотҳои фототрофӣ

Синфи 1. Сианобактерияҳо

Синфи 2. Фотобактерияҳои пурпурӣ

Синфи 3. Фотобактерияҳои кабуд.

Шӯъбаи дуюм. Прокариотҳои, ки нисбат ба рӯшноӣ беилтифот ҳастанд.

Синфи 1. Бактерияҳо

Синфи 2. Рикетсияҳо (муфтхӯрони облигати даруниҳучайравии ҳучайраҳои эвкариотӣ)

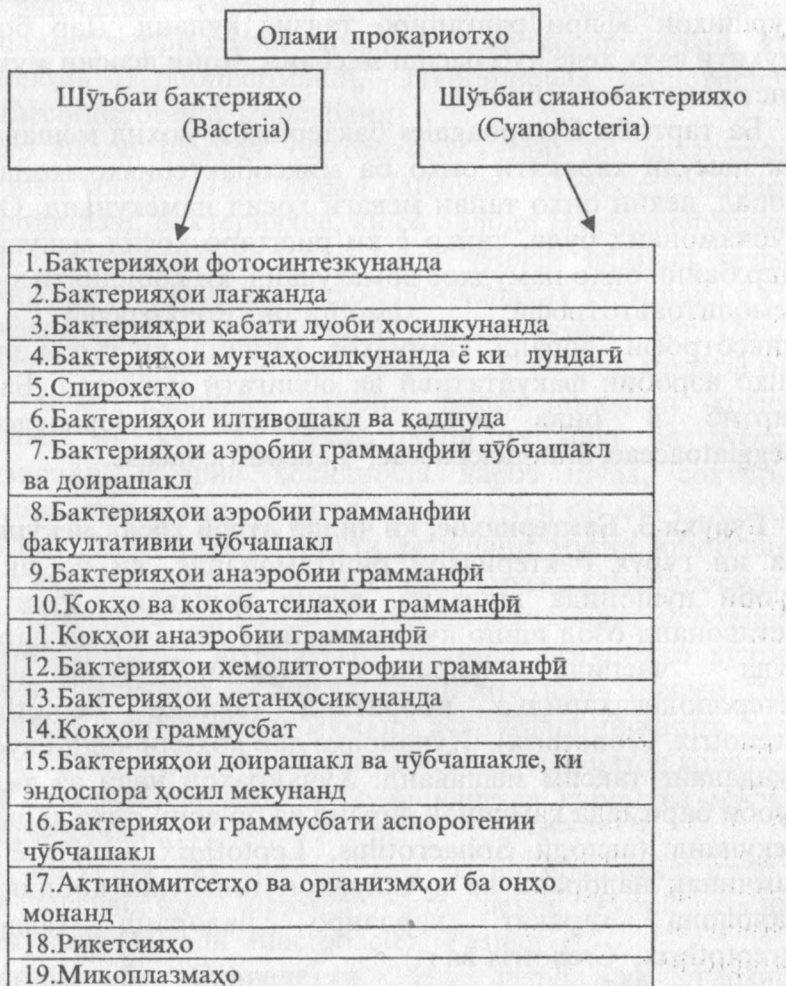
Синфи 3. Микоплазмаҳо (бактерияҳои, ки чилди ҳучайра надоранд).

Аз рӯи эҳтимолияти дуюм олами прокариотҳоро ба ду шӯъба тақсим мекунам: *Cyanobacteria* ва *Bacteria*. Шӯъбаи бактерияҳоро ба 19 ғуруҳ тақсим мекунам.

Ғуруҳи 1. Бактерияҳои фототрофӣ. Дар ин ғуруҳ бактерияҳои фотосинтетикӣ дохил мешаванд, ки пигментҳои махсус дошта, ҷараёни фотосинтези онҳо хеле хос аст. Пигментҳо аз намудҳои гуногуни бактериохлорофиллҳо ва каротиноидҳо иборатанд. Фарқи асосии фотосинтези онҳо аз сианобактерияҳо ва бактерияҳои сабз дар он аст, ки оксиген ҷудо намешавад. Ин бо он вобаста аст, ки дар онҳо фотосистемаи дуюм мушоҳида намешавад. Ғуруҳ аз се оила иборат аст: *Rhodospirillaceae* (бактерияҳои пурпурии ғайрисулфурӣ), *Chromatiaceae* (бактерияҳои пурпурии сулфурдошта) ва *Chlorobiaceae* (бактерияҳои сабзи сулфурдошта).

Ғуруҳи 2. Бактерияҳои лағжанда. Ба ин ғуруҳ ду тартиб дохил мешаванд: *Mycobacteriales* ва *Cytophagales*. Ба тартиби якум бактерияҳои граммусбати чӯбчамонанде, ки чилди ҳучайрашон чандири тунук аст, дохил мешаванд. Бактерияҳо метавонанд дар болои муҳити саҳт бо таври лағжидан ҳаракат кунанд. Сохтори ҳаракаткунӣ, қамчинак надоранд. Намояндаи ин тартиб (миксобактерияҳо) танhai мевағӣ ҳосил мекунам, ки дар дохили онҳо ҳучайраҳо ба ҳолати оромӣ мегузаранд.

Нақшаи таснифоти микроорганизмҳои прокариотӣ аз рӯи Берджи (1974)



Миксобактерияҳо микроорганизмҳои азобии хемоорганогетеротрофии облигатӣ буда, энергияро танҳо аз ҳисоби ҷараёни нафаскашӣ ба даст меоранд. Ба туфайли ферментҳои литики доштанишон миксобактерияҳо қобилият доранд, қандҳои молекулашон калон (селлюлоза, клечатка, хитин), сафеда, туршиҳои аминӣ ва туршиҳои эфирӣ рағаниро таҷзия кунанд. Дар болои муҳити саҳт хеле хуб расиш меебанд. Ҷойи асосии муҳити зисти онҳо хок мебошад.

Ба тартиби Cytophagales бактерияҳои дохил мешаванд, ки намуди ҳаракати онҳо ба миксобактерияҳо монанди дорад, лекин онҳо танҳо менағӣ ҳосил намеkunанд. Онҳо ҷўбчамонанд буда, танҳо ё ки риштаро ҳосил меkunанд. Дар байни онҳо намудҳои вомехўранд, ки қобиляти зисти хемолитоавтотрофӣ, хемоорганогетеротрофӣ ва миксотрофӣ доранд. Намудҳои, ҳастанд, ки тарзи зисти онҳо азобии факултативӣ ва облигатӣ мебошад. Ба ин тартиб 4 оила дохил мешаванд: Cytophagaceae, Beggiatoaceae, Simonciellaceae, Leucothrichaceae.

Гурўҳи 3. Бактерияҳои, ки чилди луобӣ ҳосил меkunанд.

Ба ин гурўҳ бактерияҳои риштамонанде, ки бо чилди луобӣ пўшонида шудаанд, дохил мешаванд. Риштаҳо метавонанд озод шино кунанд ё ки ба ягон ҷисми дар об буда часпида гиранд. Чилди луобӣ аз гетерополисахаридҳо иборатанд (авлоди Leptothrix, Crenotrix, Clonothrix). Хўҷайраҳо дар дохили чилди луоби кундаланг тақсим мешаванд. Хўҷайраҳои нави аз чилди луоби барномада қамчинак доранд ва бо ёрии онҳо ҳаракат меkunанд (авлоди Sphaerotilus, Leptothrix ва ғ.) ё ки қамчинак надоранд ва хўҷайраҳои танҳо, ки қобиляти фаълони ҳаракат карданро надоранд (авлоди Streptothrix, Crenotrix ва ғ.).

Ҳамаи бактерияҳои ин гурўҳ азобӣ ва хемоорганогетеротрофӣ мебошанд. Яке авлодҳои

пахншудатарин авлоди *Sphaerotilis* ва *Leptothrix* буда, муҳити зисташон обҳои раван мебошанд.

Гурӯҳи 4. Бактерияҳои муғча- ё ки пояҳосилкунанда. Ба ин гурӯҳ бактерияҳои дохил мешаванд, ки луби иловагӣ ҳосил мекунад, ки ин бо ситоплазмаи ҳуҷайра ё ки риштаҳои гуррии ҳуҷайравӣ алоқаманд нест. Қобилияти гуррӣ ҳосил карданро бактерияҳои доранд, ки ба авлоди *Nurhomicrobium*, *Nurhomonas*, *Caulobacter*, *Prosthecomicrobium* мансубанд.

Дар баъзе намуди бактерияҳои гуррӣ бо сохторҳои афзоиши алоқамандӣ дорад (авлоди *Nurhomicrobium*, *Nurhomonas*). Бактерияҳои, ки ба авлоди *Nurhomicrobium* дохил мешаванд, одатан намуди чӯбчаи охираш тезро доранд, лекин дигар намудҳои доирашаклу тухмшакл ё ки лубиёмонандро ҳам мушоҳида кардан мумкин аст. Онҳо давраи инкишофи хеле ачиб доранд. Ҳуҷайраи модарӣ ба ягон муҳит часпида гуррии риштамонандро ҳосил мекунад, ки яке аз нуклеоидҳои ҳуҷайра ба гурри мегузаранд. Гуррии ҳосилшуда дароз шуда, сохтори гифмонандро ҳосил мекунад, ки дар нӯги он муғча ҳосил мешавад. Дар чараёни пухта расидани муғча қамчинак ҳосил мешавад. Ҳуҷайраи духтари (муғчаи пухтарасида) аз модар ҷудошуда муддати муайян серҳаракат мебошад. Баъдтар онҳо ба ягон муҳит часпида қамчинаки худро гумм карда гурри ва муғча ҳосил мекунад (расми 16). Гурриҳои риштамонанд мумкин аст, шохронӣ карда, дар ҳар як шохии он муғча ташакул меёбад, дар баъзе ҳолатҳо онҳо аз ҳуҷайраи модарӣ ҷудо нашуда гуррӣ ва муғча ҳосил мекунад.

Ба ин гуруҳ бактерияҳои ҳам дохил мешаванд, ки бо роҳи муғчабандӣ афзоиш ёфта лекин гуррӣ ҳосил намекунад (авлоди *Bactobacter*, *Pasteuria*)

Гурӯҳи 5. Спирохетҳо. Ин гурӯҳ як тартиб *Spirochaetales*-ро дар бар мегирад. Дарозин ҳуҷайра дар ҳудуди аз 3 то 500 мкм тағйир меёбад. Бо роҳи кундаланг

таксим шудан афзоиш меёбанд. Онҳо граммманфӣ буда нисбат ба O_2 ҳар хела муносибат мекунанд. Дар байни онҳо намудҳои азобии облигатӣ (авлоди *Leptospira*) анаэробии факултативӣ ва облигатӣ (авлоди *Spirochaeta*, *Treponema*, *Borrelia*) мушоҳида мешаванд. Тарзи гизогирии онҳо хемоорганогетеротрофӣ мебошад. Намояндаҳои авлоди *Spirochaeta*, ки анаэробии облигатӣ буда озод зиндагии мекунад глюкозаро таҷзия карда, туршии сирко, ширӣ, шулхагӣ, мурчагӣ, этанол, CO_2 ва H_2 ҳосил мекунанд. Намояндагони тартиби *Spirochaetales* вобаста аз талабот ба муҳити ғизоӣ, аз ҳам фарқ мекунанд. Дар байни онҳо намудҳои ҳастанд, ки дар обҳои нӯшокӣ, шӯр ва муҳити аз H_2S бой, ҳаёт мегузаронанд: комменсалҳо мисол, намояндаи авлоди *Cristispira* дар узви ҳозимаи нармбаданҳои обҳои ширин ва баҳрӣ сукунат доранд; муфтхӯрон (намояндаи авлоди *Treponema*, *Borrelia*, *Leptospira*). Баъзе намудҳои барангезандаи бемориҳои вазнин мебошанд: *Treponema pallidum* –барангезандаи куфт (сифлис), *Borrelia recurrentis* –барангезандаи аракаи муқаррар (тиф) ва ғ.

Гурӯҳи 6. Бактерияҳои илтивомонанд ва қачшуда. Бактерияҳои, ки ба ин гурӯҳ дохил мешаванд дар оилаи *Spirillaceae* мутаҳид шудаанд. Хучайраҳои онҳо намуди чӯбчаи қачшуда ё ки илтиворо доранд. Ҳаракати онҳо бо ёрии як (авлоди *Camylobacter*) ё ки қамчинакҳои бисёр (авлоди *Spirillum*), ки дар як ё ки ҳарду қутб ҷойгир мешаванд, амали мегардад. Ба авлоди *Spirillum* асосан сапрофитҳои дар оби ифлос, боқимондаи растаниҳо ва ҳайвонҳо зиндагӣ мекунанд, дохил мешаванд. Дар байни онҳо намудҳои муфтхӯр ҳам вомехӯранд. Мисол, *Spirillum* *minor* ки чараёни табларзаи одамро ба амал меорад.

Ба ин гурӯҳ авлоди *Bdellovibrio* ҳам дохил мешавад. Соли 1963 Г.Штолп ва М.Старп микроорганизмери муайян карданд, ки онро *Bdellovibrio bacteriovorus* ном

гузоштан. Ин бактерия метавонад дар даруни ҳуҷайраи дигар бактерияҳо муфтхӯри кунад. *V. bacteriovorus* грамманфӣ буда, хурди чӯбчамонанд мебошад ва андозаи вай аз 0,25 то 0,8 мкм-ро ташкил медиҳад. Бо як қамчинаки, дар як қутб ҷойгиршуда таъмин карда шудааст. Давраи инкишофи *Bdellovibrio* аз 3 то 5 соат давом мекунад, баъди ин онҳо аз ҳуҷайраи хӯҷаини худ берун мебароянд. Онҳо дар хок, оби баҳр ва обҳои тоза зиндагӣ мекунанд. Онҳоро муқобили бараангезандаҳои касалиовари вабо истифода мебаранд.

Гурӯҳи 7. Бактерияҳои чӯбчамонанд ва коки азробии грамманфӣ. Гурӯҳ аз 5 оила иборат аст: *Pseudomonadaceae*, *Azotobacteraceae*, *Rhizobiaceae*, *Methylomonadaceae*, *Halobacteriaceae*.

Ба оилаи *Pseudomonadaceae* шаклҳои серхарақати грамманфии рост ва чӯбчамонанди қач дохил мешаванд. Намояндаҳои авлоди *Pseudomonadaceae* пайвастагиҳои узвиро истифода мекунанд, дигар намуди энергияро бошад аз ҳисоби оксид кардани гидрогени молекулярӣ ё ки карбон мегиранд, яъне онҳо факултативии хемолитотрофӣ ҳастанд. Баъзе намудҳои *Pseudomonas* ба сифати аксептори охирони электронҳо нитратҳоро истифода мебаранд, яъне қобилият доранд ба таври факултативии азобӣ умр ба сар баранд. Намояндагони авлоди *Pseudomonas* сокини муқими ҳаво, хок, оби тоза ва оби баҳр, оби равон буда дар маъданкунонии моддаҳои узвӣ фаъолна иштирок мекунанд. Як қатор намудҳои авлоди *Pseudomonas* -ро дар саноати микробиологӣ барои ҳосил кардани пайвастагиҳои узвии гуногун: туршиҳои (пировиноградӣ, глюконовӣ, α -кетоглютаровӣ), туршиҳои аминӣ (глутамин, аспаргин, валин ва ғ.), ферментҳо (аспаргиназаҳо, пероксидазаҳо) истифода мебаранд. Баъзе намуди ин авлод сабаби касалиҳои растанӣ ва ҳайвонҳо мегарданд (мисол, *Ps. aeruginosa*).

Оилаи *Azotobacteraceae* намуди бактерияҳоро дар худ муттаҳид мекунад, ки ҳуҷайраҳои калон дошта вобаста аз

синну сол кишт ва муҳити кишт метавонанд сохти морфологии худро тағйир диҳанд. Дар байни онҳо намудҳои серҳаракати перетрихи ва беҳаракат дида мешавад. Авлоди *Azotobacter* систҳоро ҳосил мекунанд. Онҳо хемоорганогетеротрофӣ буда, қобилияти аз худ қардани нитрогенро доранд. Танҳо дар муҳити оксигендор афзоиши меёбанд. Одатан дар хок, об ва болои растанӣ умр ба сар мебаранд. Авлоди *Azotobacter* қобилияти ҳосил қардани ғилофаки калонро доранд. Дар хокҳои турши майдони кишти шолӣ (дар Ҳиндустон), бактерияҳои нитрогеназхудкунандаеро ҷудо қарданд, ки онҳо ба бактерияҳои авлодҳои *Azotobacter* ва *Azomonas* хеле монандӣ доранд. Аз рӯи устувориашон нисбат ба туршӣ ин бактерияҳоро дар як авлоди *-Beijriackia* гирд овардаанд. Дар хокҳои минтақаи тропикӣ бисёрии онҳо дар болои барги растаниҳо хеле васеъ паҳн шудаанд.

Ба оилаи *Rhizobiaceae* намудҳои дохил мешаванд, ки ба оилаи *Pseudomonodaceae* монандӣ доранд, лекин бо пожеоморфизм ва ҳосилкунии лӯндаҳоро дар бофтаҳои реша ё ки пояи растаниҳои гуногун фарқ мекунанд. Муносибати бактерияҳои лӯндагиро бо растаниҳои лӯбиғӣ ҳамчун мутуализм шарҳ додан мумкин аст, яъне чунин намуди ҳамзистие мебошад, ки ҳарду организм аз ҳамдигар фоида мебаранд: растаниҳо аз бактерияҳои нитрогеназхудкунанда ва бактерияҳо аз растаниҳо моддаҳои карбондор ва намакҳои маъданиро мегиранд. Ҳамаи бактерияҳои авлоди *Agrobacterium* (ба гайр аз намуди *A. radiobacter*) қобилияти варамии бофтаҳо дар пояи растаниҳои гуногун ҳосил қарданро доранд. Барои ҳамин онҳоро муфтхӯрони дохилихучайравӣ меноманд.

Ба оилаи *Methylomodaceae* бактерияҳои грамманфие дохил мешаванд, ки ба сифати сарчашмаи карбон-ва энергия пайвастагиҳои узвии яккарбонадорро истифода мебаранд (метан, метанол). Бактерияҳои авлоди *Methylomonas* шакли ҷӯбчаи рост, вергулмонанд ё ки

шохчаро ҳосил мекунанд. Авлоди *Methylococcus* бошад шакл кулуларо дошта, қамчинак надоранд.

Ба оилаи *Halobacteriaceae* намудҳои бактерияҳое дохил мешаванд, ки дар муҳити ғизоии 12% NaCl расиш меёбанд. Галобактерияҳо-хемоорганогетеротроф буда, дар шароити аэробӣ умр ба сар мебаранд. Онҳо каротиноид (бактериоруберин) доранд. Дар галобактерияҳо маҷмӯи бактериородопсин мушоҳида мешавад.

Гурӯҳи 8. Бактерияҳои чӯбчамонанди аэробии факултативӣ.

Ба гурӯҳ ду оила *Enterobacteriaceae* ва *Vibrionaceae* дохил мешаванд. Ба оилаи *Enterobacteriaceae* бактерияҳои грамманфии серҳаракат ва беҳаракат, аэробие, ки спора ҳосил намекунанд ё аэробии факултативӣ дохил мешаванд. Баъзе намуди бактерияҳои ин оила гилофак ҳосил мекунанд. Энергияро аз ҳисоби ҷараёни нафаскашӣ ва туршшавӣ мегиранд. Онҳо дар хок, оби баҳр ва обҳои ширин умр ба сар мебаранд. Боқимондаи растанӣ ва ҳайвонҳоро таҷзия мекунанд. Онҳо сокини доимии рӯдаи одам ва бисёр ҳайвонҳо, паррандаҳо, моҳиҳо, хазандаҳо мебошанд. Яке аз намояндаҳои ин оила *E.coli* хеле хуб омӯхта шудааст, ки дар рӯдаи одам ва ҳайвон доимо фаъолият дорад. Дар вақти суст шудани фаъолияти организм онҳо ба дигар узв дохил шуда ҷараёнҳои илтиҳоб (варами)-ро ба амал меоранд. Бактерияҳое, ки сабаби касалии одам мегарданд ба авлоди *Salmonella* ва *Shigella* дохил мешаванд. Мисол, *Salmonella typhi* барангезандаи домана ва *Shigella* бошад барангезандаи исҳоли хунин мебошад.

Гурӯҳи 9. Бактерияҳои анаэробии грамманфӣ. Тамоми бактерияҳои ин гурӯҳро дар як оилаи *Bacteroidaceae* дохил мекунанд. Онҳо чӯбчамонанд буда, спора ҳосил намекунанд. Баъзе аз онҳо серҳаракат ё ки беҳаракати

анаэробии облигатӣ буда, хемоорганогетеротроф мебошанд. Дар дохили оила се авлод *Bacteroides*, *Fusobacterium*, *Leptotrichia* во мекӯранд, ки онҳо бо маҳсулоти охиринаи туршшавии худ аз ҳам фарқ мекунанд. Бактерияҳои авлоди *Bacteroides* дар вақти таҷзия кардани глюкоза омехтаи туршиҳои янтарӣ, сиркоӣ, мурчагӣ, ширӣ ва пропионовиро ҳосил мекунанд. *Fusobacterium* ба сифати маҳсулоти асосии туршшавӣ, туршии равғанӣ, бактерияҳои авлоди *Leptotrichia* бошанд, туршии ширӣ ҳосил мекунанд. Қойи зисти ин гурӯҳи бактерияҳо рӯдаи одам ва ҳайвонот, инчунин узви ҳозимаи ҳашаротҳо ба ҳисоб меравад.

Гурӯҳи 10. Бактерияҳои кулӯлашакл ва батсилаҳои кулӯлашакли грамманфӣ. Гурӯҳ аз як оила *Neisseriaceae* иборат буда, ба оила 4 авлод *Neisseriaceae*, *Branhamella*, *Moraxella*, *Acinetobacter* дохил мешаванд. Онҳо кулӯлашакл ё ки чӯбчашакл буда, чуфти занҷирро ҳосил мекунанд. Бактерияҳои, ки ба се авлоди аввал дохил мешаванд муфтхӯр буда, намоёндагони авлоди *Acinetobacter* сапрофит мебошанд.

Гурӯҳи 11. Бактерияҳои кулӯлашакли анаэробии грамманфӣ.

Ба гурӯҳ як оила *Veillonellaceae* дохил мешавад. Шакли кулӯла дошта, андозаашон 0,3-2,5 мкм-ро ташкил медиҳанд. Анаэробҳои хемоорганогетеротрофӣ буда, талаботи онҳо нисбат ба моддаҳои ғизоӣ хеле баланд аст. Ба ин гурӯҳ фақат муфтхӯрони хунгарм дохил мешаванд. Онҳо сокини узви ҳозима, даҳон ва роҳи нафаскашии одам ва ҳайвонот мебошанд.

Гурӯҳи 12. Бактерияҳои хемолитотрофии грамманфӣ. Ба ин гурӯҳ микроорганизмҳои дохил мешаванд, ки энергияро аз ҳисоби оксидкунии пайвастагиҳои ғайриузвӣ барқароршудаи нитроген, сулфур, оҳан,

марганецс мегиранд. Вобаста аз табиати кимиёвӣ пайвастагиҳои ғайриузвӣ оксидшаванда онҳоро ба се зергурӯҳ чудо мекунад.

Ба зергурӯҳи якум бактерияҳои оилаи Nitrobacteraceae дохил мешаванд, ки сарчашмаи асосии энергияи онҳо ҷараёни оксидшавии нитрогени аммоний (авлоди Nitrosomonas, Nitrospira Nitrosolobus) ё ки нитратҳо (авлоди Nitrobacter, Nitrococcus, Nitrospina) мебошанд. Аз ҷиҳати морфологӣ онҳо гуногун буда шакли кулӯла, ҷӯбча, илтиворо доранд. Дар байни онҳо шаклҳои серҳаракат ва беҳаракат ҳам мушоҳида мешаванд. Ҳамаи ин бактерияҳо автотрофии облигатӣ мебошанд. Дар байни бактерияҳои ин оила намудҳои муфтхӯр нестанд.

Дар зергурӯҳи дуюм микроорганизмҳои муттаҳид шудаанд, ки сарчашмаи асосии энергияи онҳо ҷараёни оксиду - барқароршавии пайвастагиҳои сулфурӣ (авлоди Thiobacillus, Sulfolobus, Thiobacterium, Thiopilum, Thiothrix) мебошанд.

Дар зергурӯҳи сеюм бошад (оилаи Siderocapsaceae) бактерияҳоеро дохил кардаанд, ки дар беруни ҳуҷайраи худ оксиди оҳан ё ки манган захира мекунад. Дар дохили оила чор авлод (Siderocapsa, Siderococcus, Ochrobium, Naumannella) гирд оварда шудааст. Ҷойи зисти ин бактерияҳо обҳои аз оҳан бой мебошанд.

Гурӯҳи 13. Бактерияҳои метанҳосилкунанда. Ин гурӯҳ аз як оила Methanobacteriaceae иборат буда се авлодро Methanobacterium, Methanosarcina ва Methanococcus муттаҳид мекунад. Бактерияҳои, ки ба оилаи Methanobacteriaceae дохил мешаванд аз рӯи аломати физиологии худ монанд буда, анаэробии облигатӣ мебошанд ва маҳсули туршшавии онҳо метан аст. Сарчашмаи энергетикӣ онҳо ҷараёнҳои оксидшавии ҳаргуна пайвастагиҳои узвӣ ва ғайриузвӣ мебошанд. Онҳо намудҳои серҳаракат ва беҳаракат дошта, шакли ҷӯбча ва кулӯларо доранд. Дар байни онҳо бактерияҳои

грамманфӣ ва граммусбат дида мешаванд. Қойи сукунати онҳо ботлоқзор, иншоотҳои тозакуни ва ғ. мебошанд.

Гурӯҳи 14. Бактерияҳои кулӯлашакли граммусбат. Ин гурӯҳ ба ду зергӯҳ ҷудо карда шудааст, ки ба зергурӯҳи якум намудҳои аэробӣ ва анаэробии факултативӣ (оилаи *Micrococaceae*, *Streptococaceae*) ва ба зергурӯҳи дуюм анаэробҳои облигатӣ (оилаи *Peptococaceae*) дохил шудаанд. Бактерияҳои ба оилаи *Micrococaceae* (авлоди *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Planococcus*) дохил шуда, кулӯлашакл буда баъди тақсим шудан ҷудо намешаванд, барои ҳамин онҳо чамъ шуда, шакли нодурусти доирагиро ҳосил мекунанд. Энергияро аз ҳисоби чараёни нафаскашӣ ва туршшавӣ ҳосил мекунанд.

Дар байни онҳо намудҳои, ҳам маълуманд, ки барангезандаи касалиҳои гуногун мебошанд (авлоди *Staphylococcus*). Мисол *S.aureus* барангезандаи уфунати хун (сепсис) мебошад.

Ба оилаи *Streptococaceae* намудҳои кулӯлашакли беҳаракатӣ, беспоравии анаэробии факултативӣ дохил мешаванд. Ба ин оила 5 авлод (*Streptococcus*, *Pediosoccus*, *Aerococcus*, *Leuconostoc*) дохил мешаванд.

Онҳоро аз рӯи аломатҳои морфологӣ ва маҳсулоти туршшавиашон фарқ мекунанд.

Ба оилаи *Peptococaceae* анаэробҳои облигати кулӯлашакл дохил мешаванд. Дар рафти чараёни туршшавӣ, онҳо CO_2 ва H_2 -ро ҷудо мекунанд. Қойи зисти онҳо хок, болои растаниҳо, даҳон, меъда, роҳи нафаскашии одам ва ҳайвонот мебошад. Баъзе намояндагони ин оила барангезандаҳои касалиҳои гуногун мебошанд.

Гурӯҳи 15. Бактерияҳои кулӯлашакл ва чӯбчашакле, ки эндоспора ҳосил мекунанд. Ҳамаи намояндагони ин гурӯҳ ба як оилаи *Bacillaceae* дохил мешаванд. Ба оилаи

Bacillaceae панҷ авлод дохил мешаванд, ки ду авлоди онҳо *Bacillus* ва *Clostridium* зиёд буда, аҳамияти махсус доранд.

Авлоди *Bacillus* ҳуҷайраҳои чӯбашакли андозаи 0,3-7,0 мкм дошта, қамчинакҳо асосан дар ҳуҷайра латералии чойгир шудаанд. Онҳо аэробии факултативӣ ё ки облигатӣ мебошанд. Бактерияҳои авлоди *Bacillus* ферментҳои гуногунро ҳосил мекунанд, ки сабаби таҷзияшавии қандҳои калонмолекула, сафедаҳо, липидҳо ва дигар молекулаҳои калон мебошанд. Баъзе намудҳо антибиотикҳоро ҳосил мекунанд (мисол, батсиратсин, субтилизин). Намудҳои зиёди ин авлод сапрофит буда ҷойи зисти онҳо ҳок мебошад. Баъзе намояндагони онҳо барангезандаи касалиҳои одам ва ҳайвонҳо мебошанд. Мисол, барангезандаи касалии сӯхтанӣ (сибирская язва) *Bacillus anthracis* мебошад.

Ба ҳаёти авлоди *Clostridium* бактерияҳои чӯбчашакли спораҳосилкунанда, ки тарзи ҳаёти анаэробии облигатӣ доранд дохил мешаванд. Сарчашмаи энергия барои онҳо туршшавии рағғанӣ ба ҳисоб меравад. Бисёри бактерияҳои авлоди *Clostridium* сапрофит буда, дар ҳок зиндагӣ мекунанд. Баъзе намудҳо дар рӯдаи одам ва ҳайвонҳо сукунат доранд. Ба ин авлод намудҳои дохил мешаванд, ки сарчашмаи барангезандаҳои ҳаргуна бемориҳои хатарнок мебошанд. Мисол, *Clostridium tetani* - барангезандаи касалии кузоз (столбняк), *Clostridium perfringens* - барангезандаи каросон (газовая гангрена) ва *Clostridium botulinum* - ки аз он захри биологии хеле зӯр экзотоксин мегиранд, ки 5-10 мг ин модда басандааст, ки тамоми аҳолии заминро нобуд созад.

Гурӯҳи 16. Бактерияҳои чӯбчамонанди аспорогении граммуҷбат.

Ин гурӯҳи бактерияҳо он қадар калон набуда, дар як оила *Lactobacillaceae* ва як авлод *Lactobacillus* гирд оварда шудаанд. Бактерияҳои ин авлод аз ҳисоби туршшавиҳои

гомоферментативӣ ва гетероферментативии ширӣ энергия мегиранд. Онҳо дар хок, болои растанӣ, боқимондаи пӯсидаи ҳайвонҳо ва растанӣ, шир ва махсулотҳои ширӣ, рӯдаи мӯҳрадорон мушоҳида мешаванд. Баъзе аз онҳо хусусияти барангезандагии касалиҳоро доранд. Ҳисоб мекунанд, ки баъзе онҳо сабаби варамидаи милки дандонҳо мешаванд.

Гурӯҳи 17. Актиномитсетҳо ва организмҳои бо онҳо наздик.

Ба ин гурӯҳ коринебактерияҳои оилаи *Propionibacteriaceae* ва тартиби *Actinomycetales*, ки 8 оиларо дар худ муттаҳид мекунад дохил мешаванд.

Ба гурӯҳи коринебактерияҳо бактерияҳои авлоди *Corynebacterium*, *Arthrobacter*, *Cellulomonas* ва *Kurthia* дохил мешаванд. Ба авлоди *Corynebacterium* шаклҳои дохил мешаванд, ки аз ҷиҳати морфологӣ тағйирёбандаанд. Ба ғайр аз шакли чӯбчамонанд дар кишти *Corynebacterium* намудҳои кулӯлашакл, сӯзанакмонанд ва ғ. мушоҳида мешавад.

Намудҳои зиёди *Corynebacterium* беҳаракат буда, тарзи физогирии хемоорганогетеротрофӣ доранд. Онҳо энергияро дар рафти ҷараёнҳои нафаскашӣ ва туршшавӣ ба даст меоранд. Дар байни онҳо бактерияҳои ҳастанд, ки озод умр ба сар мебаранд. Намудҳои ҳам вомехӯранд, ки зараррасони одам ва ҳайвон мебошанд. Мисол, *S. diptheriae* - барангезандаи гулӯзиндонак мебошад. Гурӯҳи зиёди *Corynebacterium* барангезандагон касалии растаниҳо мебошанд. Ба гурӯҳи коринебактерияҳо бактерияҳои авлоди *Arthrobacter* ҳам дохил карда шудаанд, ки онҳо қобилияти шохронӣ ва ҳосилкунии хучайраҳои коккмонандро доранд. Онҳо сокинони хок буда дар таҷзияи моддаҳои узвӣ иштирок мекунанд. Мисол, *Cellulomonas* таҷзияи пайвастагии селлюлозаро ба амал меорад.

Бактерияҳои пропионовӣ (авлоди *Propionibacterium* ва бактерияҳои авлоди *Eubacterium*)-ро ба оилаи *Propionibacterium*, аз рӯи аломатҳои умумии худ: плеоморфизм, аз рӯи спора ҳосил накардан, мусбат ранг гирифтани аз рӯи усули Грамм, қобилияти таҷзия кардани ангиштобҳо, бо ҳосил кардани омехтаи туршиҳои узвӣ гирд оварда шудаанд. Бактерияҳои авлоди *Eubacterium* анаэробии облигати буда, дар рафти таҷзияи қандҳо, туршиҳои равғанӣ, сиркой ва ғ. ҳосил мекунад. Лекин туршии пропионовиро ба монанди авлоди *Propionibacterium* ҳосил намекунад. *Eubacterium* сокини рӯдаи одам ва ҳайвонҳо буда, дар хок, боқимондаи растанӣ ва ҳайвонҳо мушоҳида карда мешавад. Баъзе намудҳои ин авлод касалиовар ҳастанд.

Ба тартиби *Actinomycetales* бактерияҳое дохил мешаванд, ки риштаҳои шохадор ва қобилияти митселия - ҳосилкуниро доранд. Актиномитсетҳои зиёд қобилият доранд, ки бо ёрии спора ё ки конидияҳо афзоиш ёбанд, ки дар узвҳои спорабаранда ҳосил мешаванд.

Ду намуди ҳосилшавии спораҳо мушоҳида мешавад: порчагӣ ва бугумӣ. Дар рафти ҳосилшавии спораи порчагӣ дар гирди нуклеоидҳо, ки баробар дар гифҳо тақсим шудаанд аз ситоплазма ҷудо буда, баъдтар спораи бо ҷилди алоҳида печонида шуда ҳосил мешавад. Новобаста аз ҳосилшавии ҷилди худ спора муддати муайян ҷилди спорангияро нигоҳ медорад. Дар натиҷаи вайроншавии спорангия, спора берун мебарояд.

Дар рафти ҳосилшавии спора бо роҳи бугумӣ ҳам тақсимшавии нуклеоидҳои гиффӣ спорабаранда ва ҷудошавии нуклеоидҳои ҳосилшудаи ситоплазма мушоҳида мешавад, ки дар байни онҳо девор ташаккул меёбад. Девори ҳосилшуда нуклеоид ва ситоплазма ба ҳуҷайра ва спораи алоҳида ҷудо мекунад.

Дар оилаи *Actinomycetaceae* намудҳои граммусбат дохил мешаванд, ки дар зинаи муайяни инкишоф риштаҳои шохадор ҳосил мекунад. Намояндагони оилаи

Actinomycetaceae спора ва митселия ҳосил намекунад. Ба ин оила бактерияҳои аэробӣ (авлоди *Rothia*), анаэробҳо (авлоди *Bifidobacterium*) ва аэробии факултативӣ (авлоди *Actinomyces*, намудҳои *Arachnia*, *Bacterionema*) дохил мешаванд. Бактерияҳоро аз рӯи таркиби кимиёвии чилди хучайрашон ва маҳсулотҳои таъзияи глюкоза, ба авлодҳо тақсим мекунад. Намояндагони зиёди ин оила сапрофит буда, дар хок сукунат доранд ва ба сифати сарчашмаи асосии энергия ва карбон моддаҳои узвиро истифода мебаранд. Баъзе намудҳои онҳо (*Actinomyces* ва *Arachnia*) касалиоваранд.

Оилаи *Mycobacteriaceae*-ро як авлод *Mycobacterium* муттаҳид мекунад. Онҳо бактерияҳои граммсбати беҳаракати чӯбчамонанд мебошанд. Дар рафти чараёни инкишофи бактерияҳои чӯбчамонанд шакли кулӯларо мегиранд. Дараҷаи шохронӣ дар бактерияҳо аз намуд ва шароити муҳити зист вобастагӣ дорад. Микобактерияҳо митсела ҳосил мекунад. Бисёри намояндагони микобактерияҳо сапрофит мебошанд, ки дар хок зиндаги карда пайвастагиҳои гуногуни узвиро (сафед, ангишторҳо, равғанҳо, мумҳо ва парафинҳо)-ро истифода мебаранд. Баъзе намудҳои ин авлод касалиовар мебошанд. Мисол, *M. tuberculosis* - барангезандаи касалии сил ва *M. leprae* - барангезандаи касалии чузом (проказа) мебошанд.

Ба оилаи *Frankiaceae* ягона авлоди *Frankia* намудҳои риштамонанд дохил мешаванд. Онҳо митселаи ҳақиқӣ ҳосил мекунад, ки ба сифати эндосимбионтҳо дар растаниҳои ғайрилӯбегӣ решалӯнда инкишоф меёбад.

Намояндаи оилаи *Actynoplanaceae* митселия ва спорангияҳоро ҳосил мекунад, ки вобаста аз шакл, микдор ва ҷойгиршави гуногун буда, спораи онҳо серҳаракат ва баҳаракат мебошанд. Ҳамаи актиномитсетҳои ба ин оила дохилшуда хемоорганогетеротрофҳои аэробӣ буда, дар байни онҳо сапрофитҳо ва муфтхурони факултативӣ мушоҳида

мешаванд. Ҷои зисти онҳо хок, оби тоза, боқимондаи растанӣ ва ҳайвонот шуда метавонанд.

Дар оилаи *Dermatophylaceae* риштаҳои митсела ба рафти дарозӣ ва кӯндалангӣ тақсимшуда, дар натиҷа массаи паренхиматозии хучайраҳо ҳосил мешаванд. Авлоди *Dermatophylus* серҳаракат буда, спораҳои онҳо шакли кулӯларо доранд. Онҳо аэробҳои облигатӣ ва факултативӣ буда хемоорганогетеротроф мебошанд. Баъзе аз онҳо *D. congolensis* барангезандаи касалии пӯсти одам ва ҳайвонот мебошад.

Актиномитсетҳои аэробие, ки митселаи онҳо суст ё ки хуб инкишоф ёфта шакли чӯбчамонанд ва кулӯларо доранд ба оилаи *Nocardiaceae* дохил мешаванд. Авлоди *Nocardia* дар гифҳо спора ҳосил намекунад. Афзоиши онҳо бо роҳи порчагии субстратӣ ё ки митселявии гифии ҳавоӣ амали шуда ба шакли коккҳо ва чӯбча мегузарад.

Актиномитсетҳои оилаи *Streptomycetaceae* митселаҳои ҳавоии хубинкишофёфта ҳосил мекунанд. Намояндагони ин оила граммулбат, аэробҳои облигатии хемоорганогетеротроф мебошанд (ба ғайр аз авлоди *Sporichthia*, ки шакли аэробии факултативӣ дорад).

Авлоди асосии ин оила *Streptomyces* 500 намудро муттаҳид карда, митселаи ҳавоӣ ҳосил мекунад. Намудҳои зиёди ин авлод антибиотикҳоеро ҳосил мекунанд, ки ба муқобили бактерияҳо, занбурӯғҳо, обсабзҳо, соддатаринҳо, фагҳо таъсири ғаъол мерасонанд. Антибиотикҳои аз ин авлод ҳосилкардашуда муқобили ҳар гуна варамҳои зарарноки организм таъсир мекунанд. Авлоди *Streptoverticillium* спораҳои занҷирмонандро дар шохаҳои паҳлӯгӣ ҳосил мекунад. Авлоди *Microellobosporia* митселлаҳои субстратӣ ва ҳавоии дар гифҳо хубинкишофёфта дошта спорангияҳоро ҳосил мекунанд, ки дар он спораҳо афзоиш меёбанд.

Ба оилаи *Micromonospora* актиномитсетҳое дохил мешаванд, ки митселлаҳои устувор ҳосил мекунанд (ба ғайр аз авлоди *Micromonospora*). Вобаста аз

спораҳосилкунӣ онҳоро ба авлодҳои алоҳида ҷудо мекунад. Дигар авлоде, ки ба ин оила дохил мешавад *Thermomonospora* спораҳои алоҳидаро фақат дар митселлаи ҳавоӣ ҳосил мекунад. Ба ин оила инчунин авлодҳои *Actinobifida*, *Microbispora*, *Micropolyspora*, ки бо спораҳосилкунӣ ва шохронӣ фарқ мекунад, дохил шудаанд.

Гурӯҳи 18. Риккетсия. Ба ин гурӯҳ, ду тартиб - *Rickettsiales* ва *Chlamydiales* дохил мешаванд. Дар тартиби якӯм бактерияҳои гирд оварда шудаанд, ки чунин аломатҳои хос доранд: плеоморфӣ, беҳаракатӣ, грамманфӣ, афзоиш бо роҳи тақсимшавӣ дар дохили ҳуҷайраи хӯчаин. Онҳоро дар муҳити махсусе кишт мекунад, ки бофтаҳои зинда, ба монанди ҷанини мурғ ё ки ҳуҷайраҳои зиндаи мӯҳрадорон дошта бошанд. Лекин дар байни намояндагони ин тартиб бактерияҳои ҳастанд, ки граммусбат буда, дар муҳити оддии сунӣ ҳам онҳоро кишт кардан мумкин аст. Муносибати риккетсия бо организми хӯчаини худ хеле гуногун аст. Дар байни риккетсияҳои муфтхӯр, бисёри онҳо касалиовар нестанд, фақат як қисми ками онҳо барангезандаи касалиҳои одам ё ҳайвонот мебошанд. Тамоми гуногунии шакли ҳуҷайраҳои риккетсияро ба чор гурӯҳ ҷудо кардан мумкин аст.

1. Ҳуҷайраҳои кулӯлашакли одатан диаметрашон камтар аз 0,5 мкм;

2. Ҳуҷайраҳои чӯбчамонанде, ки дарозиашон ба 1,0-1,5 мкм мерасад;

3. Ҳуҷайраҳои дарози чӯбчамонанде, ки дарозии онҳо ба 3-4 мкм мерасад;

4. Шаклҳои митселлявӣ ё ки риштагӣ, ки қач буда дарозии онҳо 40 мкм ва аз ин ҳам зиёдтар мебошад.

Риккетсияҳо дар баъзе ҳолатҳо ба монанди бактерияҳои кулӯлашакл ва чӯбчамонанд афзоиш

мекунанд. Аломатҳои морфологии риккетсия аз шароити организми хӯчаинаш вобастагӣ дорад.

Тартиби Rickettsiales ба се оила Rickettsiaceae, Bartonellaceae ва Anaplasmataceae тақсим мешавад. Он гурӯҳи муфтхӯрони дохилихучайравие, ки ҷойи афзоиши онҳо бофтаҳо ё ки дигар узви муайяни бугумпояҳо мебошанд ба оилаи Rickettsiaceae дохил карда шудаанд. Бактерияҳо, ки ба оилаи Rickettsiaceae дохил шудаанд вобаста аз хӯчаинашон ва самарои онҳо ба трибҳо тақсим мекунанд. Риккетсияҳо, ки барангезандаи касалиҳои одам ва муҳрадоронбударо ба триби Rickettsieae (авлоди Rickettsia, Rochatimaea, Coxiella) дохил кардаанд.

Намудҳои сабаби касалии ҳайвонҳо буда, лекин ба одам зарар намерасонанд ба триби Ehrlichieae (авлоди Ehrlichia, Cowdria, Neorickettsia) дохил карда шудаанд. Намояндаҳои ин авлод дар муҳити бехучайравӣ расиш намеёбанд. Намудҳои, ки ба ҳайвонот зарар намерасонанд, лекин дар ҳамзистӣ бо бандпояҳо фаъолият мекунанд ба триби Wolbachieae (авлоди Wolbachia, Symbiotes, Rickettsiella, Blattaiibaeterium) дохил карда шудаанд.

Риккетсияҳои ба оилаи Bartonellaceae дохил карда шуда одатан дар эритроцитҳои одам ва дигар мӯҳрадорон (авлоди Bartonella) ё ки танҳо дар ҳайвонҳои мӯҳрадор (авлоди Grahamella) мушоҳида мешаванд. Онҳо дар муҳити бехучайравӣ ҳам расиш меёбанд.

Ба оилаи Anaplasmataceae риккетсияҳои муфтхӯри облигатии хурде дохил мешаванд, ки дар эритроцитҳои хуни организмҳои ҳайвонҳои ваҳшӣ ва ҳонагӣ афзоиш мекунанд. Бисёрӣ ин бактерияҳо берун аз организми хӯчаини худ афзоиш карда наметавонанд. Намояндагони авлоди Anaplasma, Paraplasma ва Aegyptionella дар хучайраҳои эритроцитии хун андӯхти махсус ҳосил мекунанд, ки аз бактерияҳои муфтхӯр иборатанд.

Тартиби Chlamydiales як оила ва як авлодро муттаҳид мекунад. Хламидаҳо муфтхӯрони облигатии

дохилихучайравии одам ва мӯҳрадорон буда давраи афзоиши хеле мураккаб доранд. Онҳо дар ситоплазмаи хучайра афзоиш меёбанд. Хламида сабаби касалиҳои одам, рамад (трахома, *C. trachomatis*) ва илтиҳоби роҳи нафас (*C. psittaci*) шуда метавонад.

Гурӯҳи 19. Микоплазмаҳо. Ба микоплазмаҳо микроорганизмҳои дохил мешаванд, ки чилди хучайра надоранд. Микоплазмаҳо ба синфи Mollicutes тартиби Mycoplasmatales дохил кардаанд. Тартиби Mycoplasmatales дар навбати худ ба ду оила Mycoplasmataceae ва Acholeplasmataceae тақсим мешавад. Ба оилаи Mycoplasmataceae микоплазмаҳо дохил мешаванд, ки барои расиши онҳо стеринҳо лозиманд ва ба оилаи Acholeplasmataceae бошад микоплазмаҳо, ки барои расиши онҳо стеринҳо лозим нестанд. Қобилияти биосинтетикӣ микоплазмаҳо хеле васеъ мебошад (аз муҳити соддаи маъданӣ то моддаҳои мураккаби узвӣ). Тарзи ҳаётгузаронии онҳо ҳам гуногун мебошад. Намудҳои ҳастанд, ки аэробӣ ва аноэробии облигатӣ мебошанд, намудҳои дигар бошад фақат дар муҳити туршии баланд ва ҳарорати баланд (термофилҳо) расиш меёбанд. Микоплазмаҳо шакли доира, чубча, эллипсоид ва риштаро доранд. Оилаи Mycoplasmataceae аз як авлоди *Mycoplasma* ва 36 намуд иборат аст. Оилаи Acholeplasmataceae ҳам аз як авлод иборат буда 5 намудро муттаҳид мекунад.

Гурӯҳи Сианобактерияҳо. Тамоми Cyanobacteria-ҳо ба се синф ҷудо карда шудаанд: Chroococcales, Chamaesiphonales, Hormogonales.

Ба синфи Chroococcales шаклҳои якхучайрагӣ ва қаториро дохил мекунад. Қаторҳо ба туфайли чудокунии луоб ё ки зич ҷойгиршавии хучайраҳо ба амал меоянд. Синф ба се тартиб ҷудо мешавад.

Ба тартиби *Chroococcales* шаклҳои якхучайрагӣ ва қаторхое, ки озод зиндагӣ мекунанд дохил карда шудаанд. Дар ин тартиб 28 авлод муттаҳид шудаанд. Онҳо дар табиат васеъ паҳн шудаанд ва авлодҳои *Synechococcus*, *Synechocystis*, *Microcystis*, *Gloeocapsa*, *Aphanothese* хуб омӯхта шудаанд.

Ба тартиби *Entophysalidales* шаклҳои якхучайра ва қаторие, ки бо субстрат қабатҳо ҳосил мекунанд дохил мешаванд. Тартиб 7 авлодро дар худ муттаҳид мекунад, ки дар ҳар кадоми онҳо сетоги намуд мавҷуд аст, намуди *Ch. fritschii* авлоди *Chlorogloea* хеле хуб омӯхта шудааст.

Ба тартиби *Tubiellales* шаклҳои риштамонанд дохил мешаванд. Хучайраи онҳо дар найчаҳо озод ҷойгир шуда, бо плазмодесмаҳо алоқамандӣ надоранд. Афзоиши онҳо бо роҳи вайроншавии риштаҳо ба қисмҳо ё ки баромади хучайра аз найча ба амал меояд.

Синфи *Chamaesiphoneae*. Ба ин синф танҳо шаклҳои часпандаи якхучайравӣ, қаторӣ ва риштагӣ дохил мешаванд. Ин синф плазмодесма, гетеросист, гормогония ва филофак надорад. Фарқи ин синф аз дигар синфҳо дар он аст, ки онҳо эндоспора ва экзоспора доранд, ки бо ёрии онҳо афзоиш меёбанд. Синф ба чор тартиб тақсим мешаванд: *Pleurocapsales*, *Dermocarpales*, *Siphononematales*, *Endonematales*.

Ба тартиби *Pleurocapsales* обсабзхое, ки ришта ё ки қабати паренхимавии қалбакӣ ҳосил мекунанд дохил карда шудаанд. Бо ёрии эндоспораҳо афзоиш меёбанд. Тартиб 7 авлодро муттаҳид мекунад.

Синфи *Normogoneae*. Шаклҳои риштамонанд (бисёрхучайравиро) -ро муттаҳид мекунад. Хучайраҳо дар занҷир бо ёрии плазмодесмаҳо пайваस्त шуда, трихом ва ришгаро ҳосил мекунанд. Афзоиши онҳо бо ёрии гормогония, спора ва гормоспораҳо ба амал меояд. Синф ба 5 тартиб ҷудо мешавад: *Stigonematales*, *Mastigoclandales*, *Diplonematales*, *Nostocales*, *Oscillatoriales*.

Ба тартиби Stigonematales обсабзҳои риштамонанде дохил мешаванд, ки аз як ё якчанд қатор трихомҳо иборат буда, шохронии онҳо ҳақиқӣ аст. Ба тартиби Stigonematales 12 авлод дохил мешаванд, ки намояндаҳои авлоди *Napalosisiphon*, *Fischerella*, *Stigonema* хуб омӯхта шудаанд.

Ба тартиби Nostocales шаклҳои риштамонанде дохил шудаанд, ки аз як қатор трихом иборат буда, шохронии онҳо қалбакӣ ё ки ҳақиқӣ мебошад. Намояндагони намудҳои ин тартибро ба 22 авлод ҷудо мекунанд. Намояндагони *Anabaena*, *Nostos*, *Tolypothrix* хуб омӯхта шудаанд.

Тартиби Oscillatoriales аз дигар тартибҳо ба он фарқ мекунад, ки дар онҳо гетеросист мавҷуд нест. Тартиб аз шаклҳои риштамонанди як қатори трихомҳо иборат буда, онҳо ғилофакдор ё ки беғилофаканд. Ба тартиб, аз ҳама зиёд 29 авлод дохил карда шудааст. Авлодҳои *Oscillatoria*, *Pharmidium*, *Plectonema* хуб омӯхта шудаанд.

2.7. МАСЪАЛАИ ПАЙДОИШ ВА ИНКИШОФИ ҲАЁТ ДАР РҶИ ЗАМИН. ПАЙДОИШИ ҲУЧАЙРАҲОИ ПРОКАРИОТӢ

Мувофиқи маълумотҳои ҳозиразамон ҳаёт ин натиҷаи инкишофи материя мебошад. Оиди пайдоиш ва инкишофи ҳаёт дар рӯи замин то вақтҳои наздик фақат мулоҳизаи фалсафӣ дошт. Танҳо дар нимаи дуюми асри XIX дар натиҷаи ба роҳ мондани таҷрибаҳо дар шароити лаборатори бисёр саволҳои ин масъала ҷавобҳои худро пайдо карданд.

Аз он замоне, ки одам худро ҳамчун одам шиноخت, ҳама вақт барои ба саволи ҳаёт чи тавр пайдо шудааст кӯшиш мекард. Кофтуковҳои археологӣ шаҳри Уруке (асри IV пеш аз милод) нишон доданд, ки тавр дар болои кӯзаи пайдокарда аз мавҷҳои баҳр аввал растанӣ пайдо мешавад, дар болои он ҳайвонҳо, баъд одам ва дар болои одам бошад ҳудои ҳаёт ва ҳосил тасвир шуда буд.

Оиди пайдоиши организмҳои зинда аз об ва боқимондаи пӯсидаистодаи моддаҳои узвӣ дар таърихи Чин, Ҳиндустон, Миср ва дигар халқҳо дастхатҳои зиёде ёфт шудааст. Дар афсонаҳои Мисри қадим ақидаи аз қабати лойқа пайдошавии гӯк, курбоқа, мор ва тимсоҳ баъди ба соҳилҳо рехта баромадани дарёи Нил хеле тарафдорони зиёде дошт. Дар Чини қадим ҳаёл мекарданд ширинча аз пояи ҷавони наӣ ҳинду пайдо мешаванд. Дар баробари ин ба гармӣ, намнокӣ ва рӯшноӣ диққати калон меоданд. Дар рафти инкишофи таърихи башарият оиди пайдошавии ҳаёт ҳар гуна ақидаҳо ва фикрҳои худ аз худ пайдоиши ҳаёт мавҷуд буданд. Лекин баҳси чи тавр пайдошавии ҳаётро Л. Пастер, бо таҷрибаҳои худ нукта гузошт. Ӯ бо роҳи таҷриба нишон дод, ки микроорганизмҳо худ аз худ ба амал намеоянд, балки дар натиҷаи фаъолияти организмҳои зинда ба вуҷуд меоянд.

Соли 1924 олими шӯравӣ А.И. Опарин назарияи нави пайдоиши ҳаётро пешниҳод кард. Ба ақидаи А.И. Опарин аз моддаҳои ғайриузвӣ дар рафти инкишофи олами узвӣ аввал моддаҳои мураккаби узвӣ ҳосил шуда, барои пайдошавии маҳлуқҳои аввалаи зинда замина гузоштанд, ки бо роҳи таҷриба натиҷаҳои дилхоҳи асоснок гирифта шуд. Албатта масъалаи баҳси пайдоиши ҳаёт то ҳол ҳалли пурра ҳудро наёфтааст, чунки он танҳо дар маҷмӯъ бо дигар илмҳо ба монанди кимиё, геология, физика, палеонтология ва ғ. метавонанд ба баъзе масъалаҳои худ рӯшанӣ андозад.

Ҳисоб карда шудааст, ки кайҳони имрӯза 10-15 млрд. сол ва Замин бошад тахминан 4,8-5 млрд. сол пеш пайдо шудааст. Барои фаҳмидани ташаккулёбии ва инкишофи ҳаёт пеш аз ҳама фаҳмидан лозим аст, ки шароити онвақтаи Замин барои пайдошавии ҳаёт чи гунна буд. Баъди ташаккулёбии пурраи Замин дар он ҷараёнҳои фаъоли геологӣ ба амал омада шаклу шамоили он дигар шуд, ки ба ташаккулёбии қишрҳои Замин, гидросфера ва атмосфера оварда расонад.

Дар ибтидои пайдоиши Замин миқдори асосии об дар ҳолати пайваст буд. Укёнуҷҳои ҷаҳонӣ ҳамагӣ 10%-и миқдори оби ҳозираи худро доштанд. 90%-и оби боқимонда баъдтар аз ҳисоби бӯғи оби дохилии қарри Замин ҳосил шудааст. Муҳити рН-и укёнуҷҳои ҷаҳонӣ дар тамоми рафти таърихи пайдоиши Замин дар ҳудуди рН 8-9 қарор дошт. Дар ташаккули кишри Замин ба ғайр аз укёнуҷи олам, атмосфераи Замин ҳам таъсири муҳим расонид. Атмосфераи аввалаи Замин аз атмосфераи ҳозира бо кулли фарқ мекард. Атмосфера ассосан аз гидроген ва пайвастагиҳои он (метан, аммиак, бӯғи об), гидрогенсулфид, нитроген, CO_2 ва газҳои асил иборат буд. Оксигени озод дар атмосфера мавҷуд набуд. Оксигени молекулави каме баъдтар дар натиҷаи фаъолияти организмҳои фотосинтезкунанда ба амал омадааст. Набудани оксигени атмосфера дар ибтидо бисёр муҳим буд, чунки барои инкишофи кимиёвии моддаҳои узвӣ ҳосилшуда муддати дуру дароз дар ҳузури O_2 шакли худро нигоҳ дошта наметавонистанд.

Элементҳои кимиёвӣ, ки барои инкишофи давраи кимиёвӣ (пеш аз биологӣ) лозим будаан ҳозир ҳам дар тамоми кайҳон мушоҳида мешаванд. Ин пеш аз ҳама ба С, H_2 , O_2 ва N дахл дорад. Баъди ин Mg, Na, K, Cl, S, Ca, Fe, P хеле васеъ паҳн шудаанд. Гидроген 90%-и моддаҳои кайҳониро ташкил медиҳад ва дар якҷоягӣ бо гелий бошад 99%-ро ташкил медиҳанд. Баъди онҳо элементҳо паҳншударин дар кайҳон С, N ва O_2 ҳисоб мешаванд. Ҳамин тавр маводи аввала барои ҳосил шудани моддаҳои узвӣ С, H_2 , O_2 , N, S ва P ба ҳисоб мераванд. Лекин барои ҳосилшавии молекулаҳои биологии мураккаб энергия лозим буд, ки ин энергия дар ибтидо аз ҳисоби энергияи рӯшноии офтоб, зарядҳои барқӣ, энергияи гармии кишри замин, нурҳои радиоактивӣ истифода карда мешуд.

Ҷараёнҳои пайдарҳам ҳосилшавии моддаҳои узвиро ин тавр шарҳ додан мумкин аст:

1. Дар натиҷаи таъсири тамоми намудҳои энергия аз элементҳои кимиёвӣ аввал пайвастагиҳои якум ҳосил шуданд: карбогидридҳо, аммиак, сианиди гидроген, гидрогенсулфид, алдегидҳои оддӣ (пеш аз ҳама формалдегид) ва ғ. Ин пайвастагиҳо мафҳуми биокимиёвӣ надоштанд, лекин хусусияти баланди таассурӣ доштанд;

2. Пайвастагиҳои якум барои ҳосилшавии пайвастагиҳои узвӣ биокимиёвӣ муҳим - ҳамчун мономер хизмат мекунанд.

3. Аз мономерҳо дар рафти пайвастшавии мураккаб полимерҳо ҳосил шуданд, ки онҳо таркиби асосии организмҳои зинда мебошанд.

Элементҳои, ки ҳамчун сарчашма дар инкишофи пешазбиологӣ иштирок доштанд, (пеш аз ҳама гидроген ва карбон) дар тамоми кайҳон хеле васеъ паҳн шуда буданд. Дар намунаи метеоритҳо ва хоки аз моҳ гирифташуда таҳлил шуд, ки онҳо асосан аз карбон ва дар баъзе метеоритҳо бошад омехтаи моддаҳои узвӣ, туршиҳои аминӣ, қандҳо, пуринҳо ва порфиринҳо мушоҳида карда шуданд. Нишон дода шуд, ки ин моддаҳо дар ҳуди метеоритҳо бо роҳи абиогенӣ ҳосил шудаанд. Баъзе моддаҳои узвӣ, ки асосан сохти организмҳои зиндаи заминиро ташкил медиҳанд дар кайҳон ҳосил шудаанд.

Яке аз аввалинҳо шуда С. Миллер (1953) ба ҳосил кардани пайвастагиҳои муҳими биокимиёвӣ бо роҳи абиогенӣ сар кард. Бо воситаи омехтаи гази метан, аммиак, гидроген, бугӣ об заряди барқиро гузаронида, маҳсулотҳои ҳосилшудаи таассуро таҳлил кард. Маҳсулотҳои ҳосилшудаи таассур асосан туршиҳои аминӣ (глутсин, α ва β - аланин, саркозин, глутамин ва туршии аспаргин) ва туршиҳои узвӣ (мӯрчагӣ, сиркоӣ, пропионовӣ, гликоӣ ва ширӣ) буданд. Аз рӯи натиҷаҳои Миллер маҳсулотҳои асосии аввалин алдегидҳо ва сианиди гидроген буда, таассурҳои дуҷум, ки дар муҳити обӣ мегузаранд ба ҳосилшавии туршиҳои аминӣ ва

туршиҳои узвӣ оварда мерасонанд. Дар замони ҳозира бо роҳи абиогенӣ мономерҳои муҳими биологиро ҳосил мекунанд. Хусусан оид ба роҳи абиогенӣ ҳосил кардани туршиҳои аминӣ ахбори зиёд ҷамъ шудааст (ҷадвали 5).

Ҷадвали 5

Бо роҳи абиогенӣ ҳосил кардани туршиҳои аминӣ.

Моддаҳо	Мухит	Сарчашмаи энергия	Туршҳои аминӣ ҳосилшуда
CH ₄ , NH ₃ , H ₂ , H ₂ O	Газӣ	Заряди барқӣ	Аспаргини, аланин, глитсиц, диаминянтарӣ, валин, гистидин, пролин, лизин, серин, аспаргин, аргинин, орнитин, глутаминӣ, систеин, таурин, системаин
CO ₂ , NH ₃ , H ₂ , H ₂ O	Газӣ	Заряди барқӣ	
CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O, H ₂	Газӣ	Нурҳои рентгенӣ	
CO ₂ , CO, N ₂	Газӣ	Ультрабунафш	
CH ₄ , NH ₂ , H ₂ O	Газӣ	Ультрабунафш	
NH ₃ , HCN, H ₂ O	Обӣ	Гармии (70°C)	
CH ₄ , NH ₃ , H ₂ O	Газӣ	Нурҳои β-гӣ	
CH ₂ O, N ₂ , H ₂ O	Обӣ	Нурҳои рӯшноии офтоб	
H ₂ S, NH ₃ , H ₂ O	Обӣ	Электронҳои фаъол	

Бо роҳи абиогенӣ вобаста аз сарчашмаи энергия аз формалдегид зиёда аз 30 намуди қандҳо (гексоз, пентоз, тетроз ва триоз) ҳосил карда шудааст.

Бо роҳи абиогенӣ инчунин дигар пайвастагиҳои муҳими биологӣ, ба монанди нуклеотидҳо ва ғ. ҳосил карда шудаанд.

Ба ғайр аз пайвастагиҳои кимиёвии карбон барои олами зинда инчунин сохтори муайян ё системае лозим аст, ки аз муҳити берун ҷудо карда шуда бошад лекин бо он дар алоқамандии доимии бошад, яъне аз рӯи системаи шакли кушода. Барои ҳамин давраи дигари инкишофи ҳаёт ин ташакулёбии сохтори муайяне барои пайвастагиҳои узвие лозим буд, ки бо роҳи абиогенӣ ҳосил шуда буданд.

С.Фокс бо роҳи дар об хунук кардани протеиноидҳо заррачаҳои хурдERO ҳосил кард, ки онҳоро "микросфераҳо" номид. Онҳо сохтори муайяни дохили дошта, аз нуқтаи назари болоғӣ як қатор хусусияти ҳос дошанд. Олими ҳоланди Х.Г.Б. де Йонг бошад желатинро бо маҳлули гуммиарабика омехта карда ташакулёбии сохтори зери заррабинро мушоҳида кард, ки онро "қатраи коатсервативӣ" номид. Баъдтар нишон дода шуд, ки қатраҳои коатсервативиро дар натиҷаи якҷоя намудани моддаҳои калонмалекула мисол, полипептидҳо ва полинуклеотидҳо ҳосил кардан мумкин аст. Барои ҳосил кардани коатсерватҳо хусусияти дохилимолекулавии чӯзьяти онҳо муҳим набуда, балки дараҷаи полимеризатсияи ин чӯзҳо лозим аст. Ин гуна системаҳои кушодаи чудокардашуда, ки аз полимерҳо сохта шудаанд қобилияти расиш ва интихобро доранд, протохучайра ё ки протобионтҳо номида шуданд. Мувофиқи гуфтаҳои боло ҷараёни инкишофро дар чунин пайдарҳамиҳо нишон додан мумкин аст: туршиҳои аминӣ → протеиноидҳо → микросфера (протохучайра) → (??) хучайраҳои якӯмин → хучайраҳои ҳозиразамон.

Оиди омӯзишии қатраҳои коатсервативи тадқиқотҳои А.И. Опарин бо шогирдонаш хеле диққатҷалбкунанда мебошанд. Коатсерватҳое, ки аз гистон ва гуммиарабика ҳосил карда шуда буданд ферменти фосфорилаза дохил карда баъд ин қатраро дар маҳлули глюкоза-1-фосфат ҷойгир карданд.

Қатраҳои коатсервативӣ аз маҳлул глюкоза-1-фосфатро фуру бурда дар он мубаддалшавии ферментативии глюкоза-1-фосфат ба оҳар мушоҳида карда шуд, ки аз ҳисоби ҳосилшави ва ҷамаъшавии оҳар андозаи қатраҳо калон мешуданд.

Агар ба қатраи коатсервативӣ ду фермент, фосфорилаза ва β -амилаза илова кунем он гоҳ мубаддалшавии пайдарҳами ферментативии глюкоза-1

фосфатро ба оҳар ва оҳаро ба малтоза мушоҳида мекунем. Аз ин мисол бармеояд, ки қатраҳои коатсервативӣ системаи кушодаи хуб ба ҳисоб мераванд. Онҳо қобилияти аз муҳити берун фуру бурдани моддаҳо ва энергияро дошта, метавонанд, онҳоро ба маҳсулоти ҳосилшуда ва ё таҷзияшуда мубаддал кунанд. Дар бораи пайдоиши ҳаёт гипотезаҳои зиёде мавҷуданд. Лекин то ҳозир ҳам масъалаи кадом моддаҳо дар рафти инкишоф, аввал вазифаи ахбориро иҷро мекарданд, ҳол ҳам баҳсталаб аст. Чунки шакли ҳаётӣ, ки дар асоси сафедаҳо ба амал омадааст, аз сабаби набудани системаи таҳвили ахборӣ истифодаи хусусияти туршиҳои нуклеинӣ ноустувор буданд, «ҳаёти генӣ» бошад наметавонист бе иштироки сафедаҳо инкишоф ёбад, чунки туршиҳои нуклеини ҳосияти каталитикӣ надоранд. Пайдоиши шакли ҳаётӣ, ки асоси онро сафедаҳо ва ТН ташкил медиҳанд, пурра омӯхта нашудааст. Фақат ҳаминаш маълум аст, ки якҷояшавии ин пайвастагиҳои узвӣ ба инкишофи ҳаёт ибтидо гузоштааст.

Пурра ташаккулёбии қишри Замин тахминан 4,6-5,0 млрд. сол пеш ба амал омадааст. Таърихи пайдоиш ва инкишофи ҳаётӣ рӯи Замин бошад, фақат ба мо 600 млн соли охираш каму беш маълум ҳасту ҳалос. 90% боқимондаи таърихи Замин бошад, ин саҳифаи тозае дар омӯзиши пайдоиши ва инкишофи ҳаёт дар рӯи Замин мебошад.

Баъзе кофтуковҳои археологии боқимондаи ҷинсҳои нишон медиҳанд, ки синну соли онҳо ба 3 млрд мерасад.

2.8. Такомули организмҳои зинда

Дар марҳилаи имрӯзаи инкишофи илм тамоми олимони соҳаи табиатшиносӣ ягонагии биокимёвӣ олами организмҳои зиндаро эътироф мекунанд. Тамоми ҳуҷайраҳои зинда-аз шаклҳои оддӣ сар карда то олами олии ташаккулёфтаи ҳайвонот ва растанӣ аз як хел

маводҳои кимиёвӣ сохта шуда, барои аз худ кардани энергия ва расиш механизмҳои якхеларо истифода мебаранд. Организмҳои зинда бо мурури инкишоф дар фосилаи вақти муайян аз шакли содда ба мураккаб гузашта тамоми кураи Замиро фаро гирифтаанд.

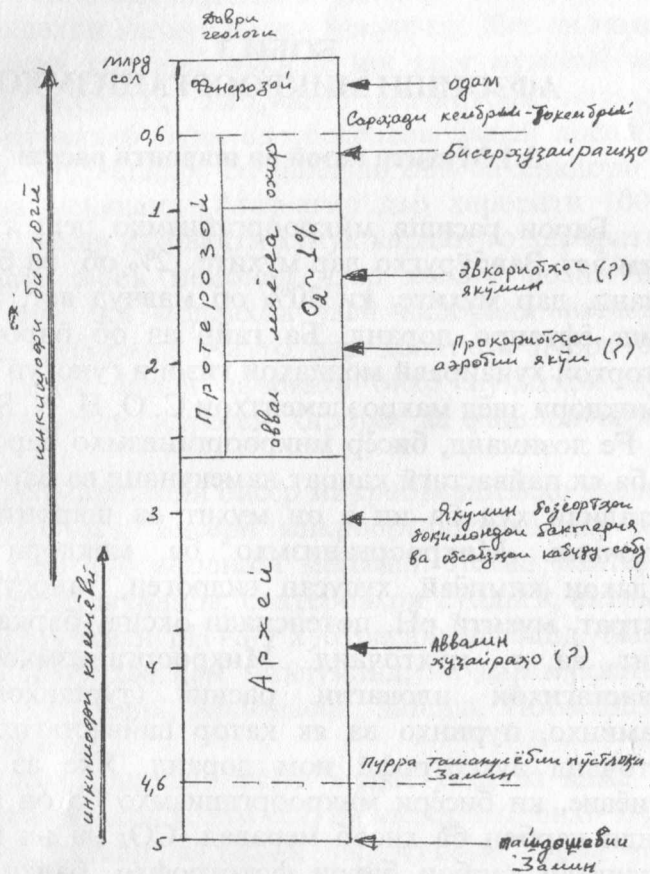
Мувофиқи назарияи аз дигар сайёра ба Замин омадани ҳаёт, имрӯз барои баҳси ҷиддӣ эҳтиёҷ надорад. Худ аз худ пайдошавии биологӣ ҳаёт мумкин аст дар давраҳои аввали пайдоиши Замин шурӯъ шудааст. Мувофиқи назарияи пешниҳодкардаи Холдейн ва Опарин дар оғози пайдоиши Замин маводҳои зиёди моддаҳои узвӣ чамъ шуда, лекин организмҳо вучуд надоштанд, то ки онҳоро истифода бурда ба маъданҳо табдил диҳанд. Баъди таҷрибаҳои Миллер аз моддаҳои ғайриузвӣ (O , CO_2 , CH_4 , H_2O) дар шароити мувофиқ ҳосил шудани моддаҳои соддаи узвӣ оиди назарияи тақомули кимиёвӣ боварии олимон пурратар шуд. Дар атмосфераи аввала, ки қобилияти барқароркуни дошт(оксиген набуд) зери таъсири нурҳои офтоб ва қувваҳои барқӣ моддаҳои узвӣ ҳосил шуда, ба муҳити обӣ интиқол мешуданд ва оҳиста-оҳиста захира шуда барои аз тақомули кимиёвӣ ба биологӣ гузаштан шароит фароҳам оварда, барои пайдошавии аввалин организмҳои зинда замина гузоштанд. Гузариш аз тақомули маводҳои узвӣ ғайризинда ба ҳуҷайраҳои зинда фосилаи дуру дароз буда тахминан 3,1- 4,5 млрд. сол давом кард. Организмҳои ҳуҷайравӣ пайдошуда дар рафти интиҳоб назар ба шаклҳои пештараи худ мумкин аст бартарҳои зиёде доштанд, барои ҳамин ҳам онҳо организмҳои пешгузашти худро оҳиста-оҳиста танг карда бароварданд. Гарчанде гузариш аз олами ғайризинда ба зинда ногаҳонӣ буд. Организмҳои якҷамин дар обанборҳои аз моддаҳои узвӣ бой пайдо шуда, аз ҳисоби туршшавӣ ҳаёт ба сар мебуданд.

Дигар зинаи муҳими тақомули олами узвӣ ин қобилияти истифода кардани энергияи нури рӯшноӣ аз

тарафи фототрофҳо (бактерияҳои пурпурии гайрисулфурӣ) ва оксидкунии сулфур то сулфатҳо дар рӯшноӣ ва қайдкунии CO_2 ба воситаи даври пентозофосфатӣ (дар бактерияҳои сулфурӣ) ва ғ. буд. Дар шароити нав организмҳо қобилият пайдо карданд обро ҳамчун донори гидроген барои азхудкардани CO_2 дар организмҳои автотрофӣ истифода кунанд.

Тахмин карда шудааст қариб 2,1 млрд. сол пеш организмҳои прокариоти фототрофӣ нафаскашанда мавҷуд буданд, ки баъзе аз онҳо то имрӯз омада расидаанд. Мувофиқи тадқиқотҳои геологӣ 2,7 млрд. сол пеш микдори ками оксиген мушоҳида мешуд. Дар фосилаи 1,2 млрд. соли охир бошад, ҳаёт дар рӯи Замин аз фотосинтез ва оксигене растаниҳои сабз ҳосил мекунанд вобаста буда, ба дигар чараёнҳо (маъданҳосилкунӣ, оксидкунии металлҳо ва ғ.) таъсири ҳудро расонид.

Боқимондаи кофтуковҳои давраи аввали токембриявӣ хеле каманд. Дар штати Минесотаи ИМА дар таҳшинҳои синну солашон 2,7 млрд. сола сохторҳои мушоҳида шуданд, онҳо ба боқимондаи обсабзҳои сабзу-қабуд шабоҳат медиҳанд. Боқимондаи бактерияҳои дар Африкаи Чанубӣ ёфта шуда бошанд 3,1 млрд. сол доранд, ки афсӯз ин гуна нишонаҳо хеле каманд. Давраҳои алоҳидаи тақомули давраҳои тобиологӣ ва даври биологӣ дар расми 17 пешниҳод шудааст.



Расми 17. Давраҳои алоҳидаи инкишофи биологӣ (аз рӯи А.И.Опарин, 1976; S. Fox et al., 1975).

БОБИ 3 АФЗОИШИ МИКРООРГАНИЗМҲО

3.1 Муҳити ғизоӣ ва шароити расиш

Барои расиши микроорганизмҳо пеш аз ҳама об лозим аст. Занбӯруғҳо дар муҳите 12% об ва бактерияҳо бошанд, дар муҳите, ки 20% об мавҷуд аст, қобилияти расиш ёфтано доранд. Ба ғайр аз об барои сохтани сохторҳои ҳуҷайравӣ моддаҳои ғизоии гуногун лозиманд. Ба миқдори зиёд макроэлементҳои С, О, Н, N, S, P, К, Са, Mg, Fe лозиманд, бисёр микроорганизмҳо барои расиши худ ба як пайвастагӣ қаноат намекунанд ва барои расиши мӯътадили худ ба ин ё он муҳит ва шароити иловагӣ мӯҳтоҷанд. Микроорганизмҳо ба миқдори муайяни моддаҳои кимиёвӣ, хусусан гидроген, таносуи ионҳо, субстрат, муҳити рН, потенциали оксиду-барқароршавии муҳит ва ғ. мӯҳтоҷанд. Микроорганизмҳо, ки ба пайвастагиҳои иловагии расиш (туршиҳои аминӣ, витаминҳо, пуринҳо ва як қатор пайвастагиҳои дигар) мӯҳтоҷанд ауксотрофӣ ном доранд. Яке аз моддаҳои кимиёвие, ки бисёри микроорганизмҳо ба он мӯҳтоҷанд оксиди карбон ба ҳисоб меравад. CO_2 на ин ки ҳамчун сарчашмаи карбон барои фототрофҳо, балки як қатор вазифаҳои каталитикиро ҳам дар организмҳои гетеротрофӣ (дар туршшавии пропионовӣ ва ҳосилшавии туршиҳои равғанӣ) иҷро мекунанд. Дар бисёр ҳолатҳо норасогии CO_2 мушоҳида намешавад, чунки CO_2 ба миқдори зиёд дар рафти таҷзияи моддаҳои узвӣ ҳосил мешавад. Аз рӯи таркиби моддаҳои кимиёвии худ муҳити синтетикӣ минималӣ (min) ва мураккабро фарқ мекунанд. Ба ғайр аз ин барои кишти баъзе организмҳо хамираи пиво, оби хасбеда, шираи олу ё зардак, шираи норчил ва ғ. истифода бурда мешавад.

Барои ҳосил кардани муҳити зич ба маҳсули ғизоии моеъ моддаҳои махсус илова мекунад. Яке аз маҳсулоте барои ҳосил кардани муҳити зич хеле муносиб аст, ин **агар-агар** мебошад. Агар-агар ангиштоби малекулааш калони мураккаб буда аз обсабзҳои баҳрӣ ҳосил карда мешавад. Агар-агарро ба маҳлули оби ба миқдори 1,5 то 2% илова мекунад. Агар-агар дар ҳарорати 100°C об мешавад, лекин дар вақти хунук кардан то ҳарорати 45°C дар ҳолати моеъ мемонад. Дар ҳолати лозим будани муҳити зиче, ки моддаҳои узвӣ надоранд силикагелро истифода мебаранд. Ҳатто дар ҳолатҳои пурра будани муҳити ғизоӣ барои афзоиши онҳо муҳитҳои муайян: миқдори ионҳои гидроген, ҳарорат ва фишори таровишӣ лозим аст.

Барои афзоиши бисёр микроорганизмҳо муҳити рН хеле муҳим аст. Бисёри микроорганизмҳо дар муҳити рН=7,0 хеле хуб афзоиши меёбанд. Лекин бактерияҳои (нитрогеназхудкунанда, бактерияҳои лӯндагӣ, актиномитсетҳо) дар муҳити рН=8-9 хуб расиш меёбанд. Миқдори муайяни намудҳое ҳам маълуманд, ки дар муҳити турш (бактерияҳои ширӣ, *Acetobacter*, *Sarcina*, *Tiobacillus* ва ғ.) афзоиш меёбанд.

Нигоҳ доштани рН-и муҳит пеш аз ҳама барои микроорганизмҳое лозим аст, ки маҳсулоти онҳо туршиҳо мебошанд, лекин ҳудашон ба муҳити турш устувор нестанд (мисол, лактобатсиляҳо, *Enterobacteriaceae*). Барои он ки нобудшавии бактерияҳоро аз туршиҳои узвӣ ҳосилкардаи худ, ҳифз намоем, сульфатҳои пурра оксидшуда ё ки муҳити буфериро истифода кардан лозим аст. Барои бартараф кардани муҳити туршиҳо, фосфатҳои гайриузвӣ, CaCO_3 , NaHCO_3 ва ғ.-ро истифода мекунад.

3.2. НАМУДҲОИ ФИЗО БАРОИ МИКРООРГАНИЗМҲО

Организмҳое, ки сарчашмаи энергия барои онҳо нури Офтоб мебошад, фототрофҳо ном доранд. Организмҳое, ки энергияи худро аз ҳисоби таассурҳои оксиду-

барқароршавӣ мегиранд хемотрофҳо ном доранд. Литотрофҳо бошад, организмҳоеро меноманд, ки донори электрони онҳо моддаҳои ғайриузвӣ (H_2 , NH_3 , H_2S , Fe^{2+} , CO_2 ва ғ.) хизмат мекунанд. Органотрофҳо бошанд, организмҳоеро меноманд, ки ба сифати донори электронҳо пайвастагиҳои узвино истифода мебаранд.

Баъзе микроорганизмҳо дар ҳамзистӣ бо дигар организмҳо умр ба сар бурда, аз ҳамдигар ғоида мегиранд. Мисол, ҳамзистии бактерияҳои лӯндагӣ бо растаниҳои олий, ҳамзистии обсабзҳо бо занбӯруғҳо, дар гулсангҳо, ҳамзистии бактерияҳо бо ҳайвонҳо, (бактерияҳои, ки селлюлозаро таҷзия мекунанд ва дар захми ҳайвонҳои хоянда умр ба сар мебаранд). Агар ҳамзисти он қадар ба организмҳо ғоидаовар набошад, вале зарар ҳам нарасонад онро комменсализм меноманд. Мисоли комменсализм намоёндагони микрофлораи рӯда, бактерияҳои даҳон, роҳи нафаскашӣ ва пӯст шуда метавонанд. Дар вақти ҳамзистии муфтхӯрон бошад фақат як организмҳои муфтхӯр ғоида мебаранду халос, ки дар охир хӯчаини муфтхӯр нобуд мешавад. Муфтхӯрони факултативӣ бе хӯчаин ҳам умр ба сар мебаранд ва метавонанд дар муҳити ғизоӣ расиш ёбанд. Муфтхӯрони облигатӣ бошанд ба хӯчаини муайяне мӯҳтоҷанд. Онҳо берун аз организми хӯчаини худ зистан ва афзоиш кардан наметавонанд. Мисол, вирусҳо, рикетсияҳо, баъзе занбӯруғҳо ва ғ.

Баъзе микроорганизмҳои ҳастанд, ки тарзи ҳаёт-гузаронии сапрофитӣ доранд. Онҳо одатан боқимондаи организмҳои мурдари ҳамчун ғизо истифода мебаранд.

3.3. УСУЛҲОИ ҲОСИЛ КАРДАНИ КИШТИ ТОЗА Ё РҶЁНДАНИ ТОЗАПАРВАРДАИ МИКРООРГАНИЗМҲО

Мақсади асосии ҳосил кардани кишти тозаи микроорганизмҳо ин муайян намудани намуди алоҳидаи микробҳо мебошад. Ин пеш аз ҳама барои он зарур аст, ки баъди муайян кардани намуди алоҳидаи

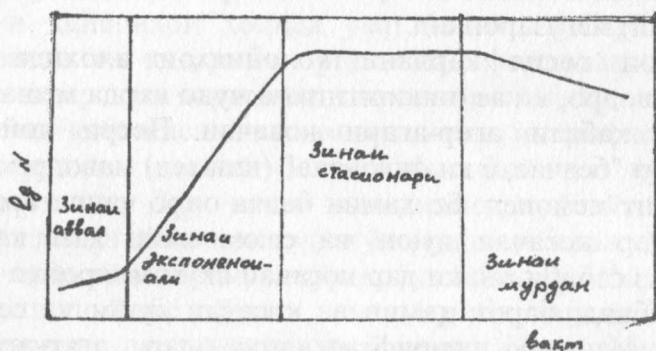
микроорганизм мо метавонем ташхис гузаронем ва барангезандаи кадом бемори будани онро муайян кунем. Усулҳои ҳосил кардани кишти тозаи микроорганизмҳо гуногунанд, лекин дар бисёр ҳолатҳо барои ҳосил кардани кишти тоза, намунаро дар болои муҳити ғизоии зич ҷойгир мекунанд. Асоси ин усул он аст, ки дар болои муҳит колонияҳои алоҳидаро ҳосил кунем. Колония ин ҷамъи микробҳоро меноманд, ки аз як ҳуҷайраи алоҳида ҳосил шудаанд. Колония худаи ин кишти тозаи намуди алоҳида аст, лекин барои омӯзиши намуди ҷудокардашуда онро бояд зиёд кунем. Барои ин колонияро аз сатҳи муҳити ғизоӣ косачаи Петри ба агар-агари сатҳи қач (скошенный) мегузаронанд.

Барои ҳосил кардани колонияҳои алоҳида як микдор маводро, ки аз он кишти тоза ҷудо карда мешавад ба болои қабати агар-агари косачаи Петри ҷойгир мекунед. Бо "белчае, ё ки андовача" (шпател) маводро дар болои муҳит мемонед. Бо ҳамин белча онро чаппагардон накарда дар косачаи дуҷум ва сеҷум пайи ҳам кишт мекунед. Аз сабаби он, ки дар косачаи якҷум микробҳо зич расиш меёбанд, барои ҳамин аз косачаи дуҷум ва сеҷум микроби лозимири гирифта онро дар агар-агари мулоимшуда ҷойгир карда ва дар термостат нигоҳ медоранд. Рӯзи дигар аз кишт намуна гирифта онро дар болои шишаи предметӣ гузошта аз рӯи Грамм ранг мекунед ва баъди боварӣ ҳосил кардан, ки кишт танҳо аз микробҳои як намуд иборат аст, ба омӯзиши онҳо сар мекунед.

3.4. АФЗОИШИ БАКТЕРИЯҲО. ХАТТИ ҚАЧИ РАСИШИ МИКРООРГАНИЗМҲО

Баъди ҷойгир кардани бактерияҳо дар муҳити ғизоӣ онҳо то он вақте расиш меёбанд, ки дар муҳит норасоии ягон моддаи лозими мушоҳида шавад. Баъди ин расиш қатъ мешавад. (Агар дар тамоми рафти расиши

бактерияҳо ба муҳит моддаҳои гизой илова накунем ва маҳсулотҳои охирини мубодилаи онҳо дур накунем, он гоҳ кишти бактериявӣ статикиро мегирад. Кишти статикӣ ба организмҳои бисёрхуҷайра шабоҳат дорад, ки расиши онҳо дар сатҳи генӣ маҳдуд аст. Хатти қаче, ки вобастагии микдори хуҷайраҳо аз вақт нишон медиҳад, хатти қачи расиш ном дорад. Одатан хатти қачи расиш шакли S-ро дошта, якҷанд зинаҳои расишро фарқ мекунанд: 1) зинаи якӯм ё ки лаг-фаза 2) зинаи экспоненциалӣ; 3) зинаи доимӣ: 4) зинаи мурдан, (расми 18).



Расми 18. Хатти қачи расиши бактерияҳо

Зинаи якӯм, вақти байни инокулятсия (интиҳоби намуна) ва саршавии максималии расишро дар бар мегирад. Давомнокии ин зина аз кишти пешакӣ, аз синну соли инокулянт ва муҳити гизой вобастагӣ дорад. Агар инокулянт аз кишти кӯҳна гирифта шуда бошад, он гоҳ ба хуҷайра лозим меояд, ки барои ба шароити нав мутобиқ шудан ТРН, фермент ва рибосомаи нав ҳосил кунанд. Дар ҳолатҳои, ки сарчашмаи энергия ва карбон дар муҳити нав аз муҳити пештара фарқ мекунанд, лозим меояд барои ба шароити нав мутобиқат пайдо кардан ферментҳои нав ҳосил кунанд, яъне ферментҳои, ки пештар ба онҳо эҳтиёҷ набуд.

Мисоли хуб барои таъсири субстрат ба ҳосилшавии фермент ҳодисаи диауксия шуда метавонад. Ин ҳодиса дузинавӣ ё ки дудаврагӣ буда, расиши микроорганизмҳо дар муҳите, ки моддаҳои ғизоии омехта доранд мушоҳида мешавад. Бактерияҳои *E.coli* дар омехтаи глюкоза бо сорбит аввал глюкозаро фуру мебаранд. Глюкоза ферментҳое, ки барои истифодабарии он лозим аст, ҳосил карда, ҳосилшавии ферментҳои барои сорбит лозимбударо нигоҳ медорад. Тағйирёбиҳо дар таркиби хучайраҳои бактериявӣ пеш аз ҳама ба миқдори ТРН таъсир мекунад, ки ТРН 8-12 маротиба зиёд мешавад. Ин зиёдшавии миқдори ТРН нишон медиҳад, ки ТРН дар ҳосилшавии ферментҳо иштирок мекунад.

Зинаи экспоненсиалӣ (логарифмӣ). Зинаи экспоненсиалии расиши бактерияҳо нишон медиҳад, ки хучайраҳо дар ин зина босуръат тақсим мешаванд. Суръати тақсимшавии бактерияҳо дар ин зина аз намуди бактерия ва муҳити ғизоӣ вобаста аст. Намояндагони оилаи *Enterobacteriaceae* баъди ҳар 15-30 дақиқа тақсим мешаванд, *E. coli* бошад (дар ҳарорати 37°C) баъди ҳар 20 дақиқа. Вақти тақсимшавии бактерияҳои дар хок сукунат дошта аз 60 то 150 дақиқаро ташкил медиҳад, намояндагони *Nitrobacter* ва *Nitrosomonas* баъди ҳар 5-10 соат тақсим мешаванд. Дар ин зина миқдори хучайраҳо, миқдори сафедаҳои хучайра ва вазни хушкӣ хучайра зиёд мешавад.

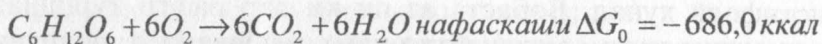
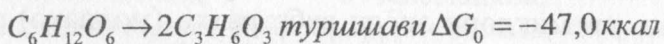
Зинаи дигари расиши бактерияҳоро зинаи статсионарӣ (доимӣ) меноманд. Зинаи доимӣ ҳамон вақт сар мешавад, ки миқдори хучайраҳо дигар зиёд намешаванд. Дар ин зина суръати расиш аз концентратсияи муҳити ғизоӣ вобаста аст. Барои ҳамин бо кам шудани миқдори муҳити ғизоӣ суръати расиш суст мешавад. Суръати расиш на танҳо бо кам шудани миқдори муҳити ғизоӣ суст мешавад, балки аз зичии популятсияи бактерияҳо, фишори пасти O_2 ё ки аз захира шудани миқдори зиёди маҳсулотҳои мубодилаи моддаҳо

хам ба амал меояд. Дар ин зина мумкин аст, чараёнҳои истифодабарии моддаҳои захиравӣ, таҷзияи қисми рибосомаҳо ва ҳосилшавии ферментҳо ба амал ояд. Миқдори биомассае, ки дар зинаи статсионарӣ мушоҳида мешавад ҳосилнокӣ ном дорад.

Зинаи мурдан ва сабаби талафоти ҳуҷайраҳои бактерияҳо дар муҳити ғизоии мӯътадил то ҳол хуб омӯхта нашудааст. Дар ин зина миқдори ҳуҷайраҳои қобилияти ҳаётӣ дошта экспоненсилҳо кам мешаванд. Дар баъзе ҳолатҳо ҳуҷайраҳо бо таъсири ферментҳои худашон ҳосилкарда вайрон мешавад, ки инро автолиз меноманд.

БОБИ IV ИНКИШОФИ ҶАРАЁНҲОИ ЭНЕРГЕТИКИИ ОРГАНИЗМҲОИ ПРОКАРИОТӢ. НАМУДҲОИ ТУРШШАВИҲО.

Роҳи мубодилаи моддаҳо дар рафти ҷараёни инкишоф ташаккул ёфтаанд. Яке аз усулҳои оддитарини ҳосил кардани энергия ҷараёни туршшавӣ ба ҳисоб меравад, ки аз тарафи як гурӯҳ бактерияҳои муайян амалӣ гардонида мешавад. Дар рафти ҷараёни туршшавиҳо дар шароити анаэробӣ ҷойивазкунии скелетҳои карбони субстрат ба амал омада, моддаи ҳосилшуда нисбат ба субстрат каму беш оксид шудааст. Одди будани ин ҷараён дар он аст, ки аз субстрат фақат як миқдори ками энергияи кимиёвӣ дар он ҷойгирбуда ҷудо мешавад. Маҳсулоти ҳосилшудаи ҷараёни туршшавӣ дар дохили худ миқдори зиёди энергия дорад, ки онро аз субстрат гирифтааст. Барои он ки баромади энергетикӣ ин ҷараёнро фаҳмем онро бо баромади энергетикӣ ҷараёни нафаскашӣ муқоиса мекунем. Ҳарду ҷараён ҳамчун субстрат глюкозаро истифода мебаранд.



Дар ҷараёни туршшавии ширии гомоферментативӣ ду молекулаи АСФ дар вақти таҷзияшавӣ 1 молекулаи глюкоза ва дар ҷараёни нафаскашӣ бошад 38 молекулаи АСФ дар рафти пурра таҷзия шудани 1 молекулаи глюкоза ҳосил мешаванд. Миқдори энергияи озода, ки дар намуди бандҳои макроэргии фосфатии АСФ захира мешаванд, дар ҳарду ҳолат 40%-ро ташкил медиҳанд.

Туршшавӣ гуфта, ҷараёни оксиду-барқароршавии субстратӣ туршшавандаро бе иштироки оксиген

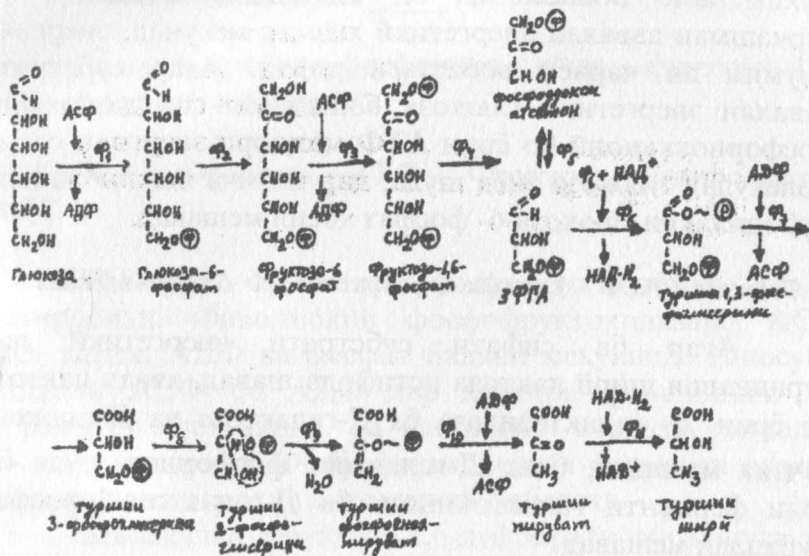
меноманд, яъне танҳо аз ҳисоби баҳамтаъсиркунии оксиду- барқароршавии субстрат ба амал меояд. Ҷараёни туршшавӣ бо ҷойивазкунии дохилӣ ва байнимолекулавии субстрат вобаста буда, дар натиҷаи он миқдори муайяни энергия ҷудо шуда, дар намуди молекулаҳои АСФ захира мешавад. Пайвастагиҳои, ки метавонанд турш шаванд, хеле зиёданд: ангиштобҳо, спиртҳо, туршиҳои узвӣ, туршиҳои аминӣ ва ғ. Танҳо ҳамон моддаҳои кимиёвие, турш мешаванд, ки агар дар худ атоми пурра оксиднашудаи карбон дошта бошанд.

Қисми энергетикӣ ҷараёни туршшавиро қисми оксидкунӣ ташкил медиҳад, чунки таассурҳое, ки ба ҷудошавии энергия оварда мерасонанд, таассурҳои оксидкунӣ мебошанд. Дар ҷараёни туршшавӣ онҳо бо намуди хеле соддаи фосфорнокшавӣ- фосфорнокшавии субстратӣ алоқаманд карда шудаанд. Дарачаи оксидкунӣ ва ҷудошавии энергия аз аксептори охирони электронҳо вобастагӣ дорад. Агар аксептори охирони электронҳо атсеталдегид бошад, этанол ва агар туршии пировиногради (ТП) бошад, туршии ширӣ ҳосил мешавад. Аз сабаби он ки баромади энергетикӣ ҷараёни туршшавӣ хеле кам аст, барои таъмин кардани ҷараёнҳои биосинтетикӣ худ бо энергия ба ҳуҷайра лозим меояд, ки миқдори зиёди субстратҳо (моддаҳо)-ро истифода кунанд. Вобаста аз он ки дар рафти туршшавӣ дар муҳит кадом маҳсулотҳо ҷамъ мешаванд, туршшавии ширӣ, спиртӣ, равғанӣ, пропионовӣ ва ғайраро фарқ мекунанд.

4.1. ТУРШШАВИИ ШИРИИ ГОМОФЕРМЕНТАТИВӢ

Туршшавии ширӣ гомоферментативӣ яке аз туршшавӣҳои аз нуқтаи назари инкишоф кӯҳна ва содда ба ҳисоб меравад. Таассурҳои туршшавии ширӣ гомоферментативӣ дар як пайдарҳамии муайян ҷойгиршуда, номи роҳи гликолитикӣ (гликолиз) ё ки роҳи

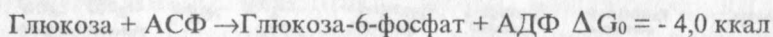
Эмбден-Майергоф-Парнас олимоне, ки ин чараёнро омӯхта буданд, кӯтоҳ номи (ЭМП)- ро гирифтааст. Нақшаи умумии туршшавии ширии гомоферментативӣ дар расми 19 нишон дода шудааст.



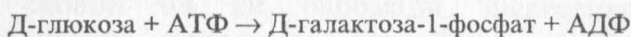
Расми 19. Нақшаи умумии туршшавии ширии гомоферментативӣ: Φ₁-гексокиназа; Φ₂-глюкозофосфатизомераза; Φ₃-фосфофруктокиназа; Φ₄-фруктозо-1,6-дифосфат-алдолаза; Φ₅-триозофосфатизомераза; Φ₆-глицералдегид-3-фосфатдегидрогеназа; Φ₇-фосфоглицераткиназа; Φ₈-фосфоглицератмутаза; Φ₉-енолаза; Φ₁₀-пируваткиназа; Φ₁₁-лактатдегидрогеназа.

Сарчашмаи энергетикӣ асоси барои микроорганизмҳое, ки туршшавии ширии гомоферментативиро (ТШГ) ба амал меоранд моносахаридҳо (глюкоза) ва дусахаридҳо (малтоза ва лактоза) шуда метавонанд. Агар ба ҷои субстрат дусахаридҳо истифода шаванд, аввал онҳо ба моносахарид мубаддал шуда, баъд аз

моносахаридҳо глюкоза-6-фосфат ҳосил мешавад. Мубаддалшавии субстратҳои гуногун ба моддаи аввалае, ки дар мубодилаи баъдинаи ин роҳ иштирок мекунад хеле муҳим аст. Вобаста аз он ки кадом моддаҳо чун сарчашмаи аввалаи энергетикӣ хизмат мекунад, энергияи умумии ин чараён вобастагӣ дорад. Агар субстрати аввалаи энергетикӣ глюкоза бошад, он гоҳ дар рафти фосфорнокунонӣ бо ёрии АТФ микдори энергияи озоди молекулаи глюкоза зиёд шуда, дар натиҷа шакли фаъоли мубодилавии глюкоза-6-фосфат ҳосил мешавад.

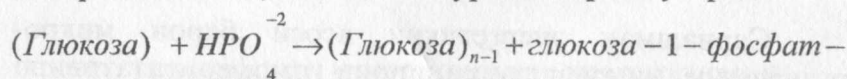


Агар ба сифати субстрати энергетикӣ дар туршшавии ширӣ лактоза истифода шавад, аввал лактоза бо ёрии β -галактозидаза ба Д-галактоза ва Д-глюкоза таҷзия мешавад, баъд Д-галактоза фосфорнок шуда бо ёрии ферменти галактокиназа ба Д-галактоза-1-фосфат мубаддал мешавад.



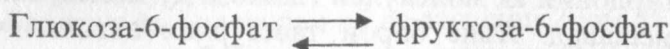
Д-галактоза-1-фосфат дар рафти як қатор мубаддалшавиҳои ферментативӣ бо ёрии УСФ ҳамчун кофермент ба глюкоза-1-фосфат мубаддал мешавад.

Агар сарчашмаи энергетикӣ барои туршшавии ширӣ қандҳои калонмолекула монанди гликоген ё ки оҳар истифода шаванд, он гоҳ таассур ин тавр мегузарад:

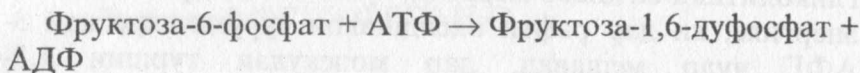


Глюкоза-1-фосфат ба глюкоза-6-фосфат мубаддал мешавад. Гурӯҳи фосфорӣ аз ҳолати 1-ум ба 6-ум бо ёрии ферменти фосфоглюкомутаза ҷойи худро иваз мекунад. Мубаддалшавии баъдинаи глюкоза-6-фосфат новобаста аз субстрати энергетикӣ яхела мегузарад. Молекулаи

глюкоза-6-фосфат изомеризатсия шуда ба молекулаи фруктоза-6-фосфат мубаддал мешавад.

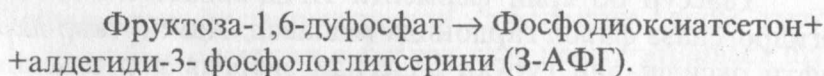


Фруктоза-6-фосфат фосфорнок шуда, фруктоза-1,6-дуфосфатро ҳосил мекунад.



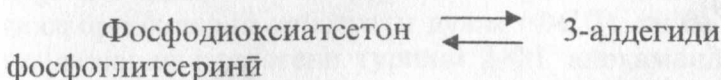
Таассурро ферменти фосфофруктокиназа фаъл мегардонад. Фаълнокии фосфофруктокиназаро АСФ суст карда, АДФ ва фосфат баланд мекунад. Таносуби баланди АСФ бо АДФ дар ҳуҷайра фаълнокии ин ферментро суст карда, ба пастшавии суръати гликолиз оварда мерасонад. Фосфофруктокиназа ферменти асосии идоракунандаи роҳи гликолитикӣ мебошад.

Молекулаи фруктоза-1,6-дуфосфати ҳосилшуда ба ду молекулаи секарбона мубаддал мешавад. Таассурро ферменти фруктоза-1,6-дуфосфат-алдолаза фаъл мегардонад, ки ферменти асосии (калиди) ин роҳ ҳисоб мешавад.



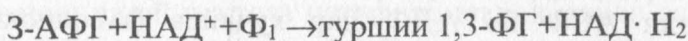
Азбаски дар таассурҳои бадина фақат АФГ иштирок мекунад, барои ҳамин фосфодиоксиатсетон ба 3-АФГ мубаддал мешавад.

Таассурро ферменти триозофосфатизомераза фаъл мегардонад.

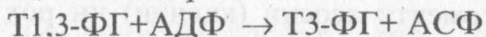


Бо ҳамин давраи якӯми гликолиз тамои шуда, барои мубаддалшавиҳои баъдина тайёр мешавад. Барои фаъолгардони як молекулаи глюкоза ду молекулаи АСФ сарф мешавад. Яъне барои таассурҳои аввалаи чараён гликолиз энергия лозим аст.

Оксидшавии 3-АФГ то туршии 1,3-дифосфоглитсеринӣ яке аз зинаҳои муҳими роҳи гликолитикӣ ба ҳисоб меравад, чунки маҳз дар ҳамин давр энергияе, ки дар рафти оксидшавии гурӯҳи алдегидӣ 3-АФГ ҷудо мешавад, дар молекулаи туршии 1,3-фосфоглитсеринӣ (Т 1,3-ФГ) захира мешавад. Таассурро ферменти глитсералдегид-3-фосфат-дегидрогеназа (3-АФГ-дегидрогеназа) фаъол мегардонад.

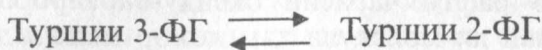


3-АФГ донори электрон буда, электронро бо ёрии коферменти НАД⁺ ба туршии пировиногради (ТП) мегузаронад. Туршии 1,3-ФГ пайвастагии энергияаш баланд буда, дар рафти таассур бо АДФ гурӯҳи фосфатии энергияҳои баландро дода АТФ ва ТЗ-ФГ ҳосил мекунад.

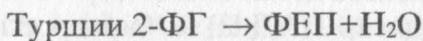


Таассур бо ёрии ферменти НАД-вобастаи-3-АФГ-дегидрогеназа фаъол гардонида мешавад. Ҳамин тавр дар рафти оксидшавии гурӯҳи алдегидӣ энергия дар намуди молекулаи АСФ захира мешавад. Дар рафти оксидшавии 3-АФГ то туршии 1,3-ФГ ҳосилшавии АСФ, якӯмин фосфорнокшавӣ ба амал меояд, ки онро **фосфорнокшавии субстратӣ** меноманд.

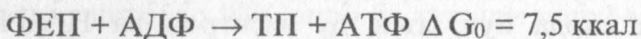
Баъди ҳосилшавии туршии 3-ФГ гурӯҳи фосфатӣ аз ҳолати сеюм, яъне аз карбони сеюм ба дуҷум мегузарад (расми 19).



Баъдтар як молекулаи об аз атомҳои 2-юм ва 3-юми карбони туршии 2-ФГ канда шуда туршии ФЕП (ФЕП) - ро ҳосил мекунад. Таассуро ферменти енолаза фаъол мегардонад.



Молекулаи ФЕП донори гурӯҳи фосфатии аз энергия бойшудаи худро ба АДФ ба воситаи ферменти пируваткиназа мегузаронад.



Дар рафти чараёни мубаддалшавии туршии 2-ФГ ба ТП энергия чудо шуда дар намуди молекулаи АТФ захира мешавад, ки ин **дуюмин фосфорнокшавии субстратӣ** мебошад, ки аз фосфорнокшавии субстратии якӯм бо як қатор хусусиятҳо фарқ мекунад:

1. Агар дар фосфорнокшавии субстратии якӯм ҳосилшавии бандҳои макроэргии фосфорӣ дар як вақт бо пайваستшавии гурӯҳи фосфатӣ ба субстрат гузашта бошад, дар фосфорнокшавии субстратии дуҷум гурӯҳи фосфор ба молекулаи субстрат хеле пештар пайваст шуда буд.

2. Фосфорнокшавии субстратии якӯм (ФСЯ) бо таассури оксидшавӣ вобаста аст, ки дар он аз молекулаи 3-АФГ ду электрон канда шуда ба НАД⁺ пайваст мешаванд, яъне молекулаи 3-АФГ ҳамчун донори электронҳо хизмат мекунад, лекин проблемаи актсептор дар ин давра ҳал карда нашудааст. Баръакс дар фосфорнокшавии субстрати дуҷум (ФСД), ки бо таассури кандашавии гидрогени туршии 2-ФГ алоқаманд аст, ҳам проблемаи донор ва ҳам актсептор ҳалли худро меёбад.

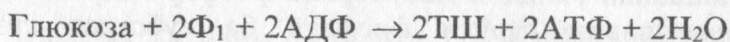
Дар ин чо дар рафти чараёни оксиду-барқароршавии дохилимолекулавӣ як молекула ҳам донор мешавад, ҳам актсептор. Дар ҳамин баргарики фосфорнокшавии субстракии дуом аз якӯм намоён мешавад.

Дар чараёни фосфорнокшавии субстракии дуом боз як молекулаи АСФ ҳосил мешавад ва охир чамъи энергетикии ин чараён ду молекулаи АСФ, ки дар рафти таҷзияи як молекулаи глюкоза ҳосил мешавад рост меояд.

Боз як масъалаи дигар НАД·Н₂ -и барқароршудае, ки дар рафти таассури оксидшавии 3-АФГ ҳосил шудааст дида мебароем: барои он ки чараёни интиқоли электронҳо давом кунад бояд, ки НАД·Н₂ –и барқароршуда ба ҳолати оксидшудаи (НАД⁺) гузарад, яъне ки инкишоф проблемаи муносибати донори-аксепториро бо роҳи хеле оддӣ ҳал карда буд, яъне ду электрон ва НАД·Н₂ ба туршии пировиноградӣ гузаронида мешаванд ва дар натиҷа туршии ширӣ (ТШ) ҳосил мешавад.



Маҷмӯи умумии ин чараёнро бо чунин баробари ифода кардан мумкин аст.



Дар чараёни туршшавии ширии гомоферментативӣ се намуди мубаддалшавиҳои кимиёвӣ мушоҳида мешавад:

- А) азнавсозии асосии аломатҳои карбони субстрат.
- Б) мубаддалшавии оксиду- барқароршавӣ
- В) ҳосилшавии АТФ

Таассурҳои ТШГ нишон доданд, ки ба ғайр аз сеои онҳо (фосфорнокшавии глюкоза, фосфорнокшавии фруктоза-6-фосфат ва мубаддалшавии ФЕП ба ТП) ҳамаи дигар таассурҳо баргардандаанд.

Новобаста аз он, ки ТШГ дар давраҳои хеле қадим пайдо шудааст, лекин то замони мо омада расида дар бисёр бактерияҳо, хамиртурушҳо, занбӯруғҳо, ҳайвонҳои олий ва растаниҳо ҳамчун зинаи якуми ҷараёни энергетикӣ такмил ёфта, дар натиҷаи ташаккулёбиҳои баъдина барои ҳосил кардани энергияи организмҳои зинда истифода бурда мешавад.

4.2. БАКТЕРИЯҲОИ БАРАНГЕЗАНДАИ ТУРШШАВИҲОИ ШИРӢ

Туршшавиҳои ширии гомоферментативӣ, ки дар асоси он роҳи гликолитикии таҷзияи глюкоза қарор гирифтааст, ягона сарчашмаи ҳосил кардани энергия барои гуруҳи калони бактерияҳо мебошад, ки дар рафти таҷзияи ангишторҳо 98% онро ба туршии ширӣ мубаддал мекунад. Бактерияҳои, ки ба ин гуруҳ дохил мешаванд аз рӯи морфологӣ гуногунанд. Инҳо коккҳо, ки ба авлоди *Streptococcus*, чӯбчаҳои кӯтоҳи авлоди *Lactobacillus* ва ғ. дохил мешаванд. Ҳамаи онҳо аз рӯи рангшавиашон граммусбат буда спора ҳосил намекунад ва беҳаракатанд.

Хусусияти мубодилаи конструктивии ин гуруҳи бактерияҳо инкишофи сусти биосинтетикӣ онҳо буда барои расиши худ аз моддаҳои тайёри узвӣ (ҳамаи туршиҳои аминӣ, витаминҳои гуруҳи В, туршиҳои нуклеинӣ) вобастагӣ доранд. Ба сифати сарчашмаи карбони бактерияҳои ширӣ лактоза ё ки малтозаро истифода мебаранд. Онҳо метавонанд пентозаҳо, қандҳо, спиртҳо, туршиҳои узвиро ҳам истифода баранд. Бактерияҳои шириро дар шир, маҳсулотҳои ширӣ, болои растани, дар чилди луобии организми ҳайвон ва одам мушоҳида кардан мумкин аст.

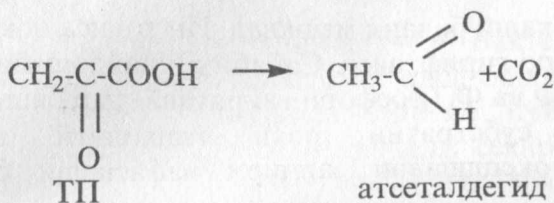
Бактерияҳои ширӣ дар амалигардонии як қатор ҷараёнҳо вазифаи асосиро иҷро мекунад. Аз замони қадим онҳоро барои ҳосил кардани маҳсулотҳои ширӣ дар ҷараёни намаккунӣ ва туршкунӣ сабзавот,

силосхобонӣ истифода мебаранд. Дар тамоми рӯи олам барои ҳосил кардани маҳсулотҳои ширӣ намудҳои гуногуни бактерияҳои ширро истифода мебаранд. Бактерияҳои ширӣ дар табиат, дар ҳамзистӣ бо занбӯруғҳо мушоҳида кардан мумкин аст, барои ҳамин онҳо нисбат ба косентратсияи баланди спиртҳо устуворанд.

4.3 ТУРШШАВИИ СПИРТӢ ВА БАКТЕРИЯҲОИ БААМАЛОРАНДАИ ТУРШШАВИИ СПИРТӢ

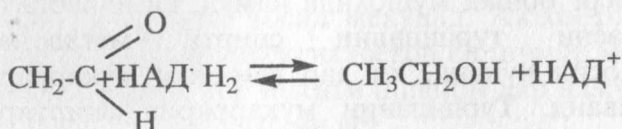
Дар боло мо бо яке аз оддитарин проблемаи донору аксепторӣ дар мисоли ТШГ шинос шудем. Организмҳои зинда дар рафти инкишоф дигар роҳҳои ба даст овардани энергияро ҷустуҷӯ мекарданд. Яке аз онҳо нишон медиҳад, ки ТП дар натиҷаи оксидшави ва кандашавии CO_2 -и атсеталдегид ҳосил мешавад, ки аксептори охири гидроген ҳисоб мешавад. Дар охир аз як молекулаи гексоза ду молекулаи спирти этил ва ду молекулаи CO_2 ҳосил мешавад. Ин ҷараён номи туршшавии спиртиро гирифтааст. Туршшавии спирти дар байни микроорганизмҳои прокариотӣ (бактерияҳои анаэробии облигатӣ ва факултативӣ) ва эвкариотӣ (хамиртурушҳо) хеле васеъ паҳн шудааст. Дар шароити анаэробӣ дар растаниҳои олій ҳам захирашавии спирти этил мушоҳида мешавад.

Ҷараёни туршшавии спирти, ки хамиртурушҳо ба амал меоранд то таассури охири ба монанди ҷараёни туршшавии ширӣ мегузарад, лекин таассури охирини он бо ду таассури ферментативии дигар иваз мешавад. Аввал ТП бо ёрии ферменти пируватдекарбоксилаза то атсеталдегид ва CO_2 таҷзия мешавад.



Таассур барнагарданда аст. Коферменти пируваткарбоксилаза дар ин таассур тиаминпирофосфат (Витамини В₁) мебошад.

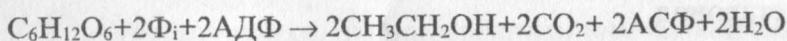
Атсеталдегиди ҳосилшуда то этанол бо ёрии НАД-вобастаи-алкоголдегидрогеназа барқарор мешавад.



Атсеталдегид спирти этил

Донори гидроген дар ин ҷо ҳам 3-АФГ хизмат мекунад (ба монанди туршшавии ширӣ).

Чараёни туршшавии спиртиро бо баробарии зерин ифода кардан мумкин аст.



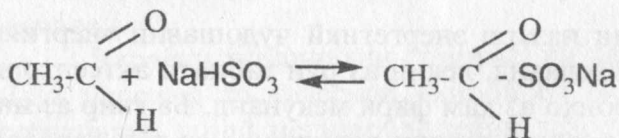
Аз нуқтаи назари энергетикӣ ҷудошавии энергияи ҳарду чараён якхелаанд, лекин аз рӯи табиати актсептори охирони электронҳо аз ҳам фарқ мекунанд. Ба ғайр аз ин, агар дар ТШГ туршии ширии ҳосилшуда аз рӯи дараҷаи оксиду-барқароршавӣ аз молекулаи гексоз фарқе надошта бошад, дар туршшавии спиртӣ фарқияти байнимолекулярии моддаҳои барқароршудаи алоҳида (спирти этил) ва оксидшуда (СО₂) хуб намоён мешавад.

Туршшавии спиртиро якӯмин шуда Л. Пастер кашф намуд. Л. Пастер нишон дод, ки дар шароити мавҷуд будани оксигени ҳаво чараёни туршшавии спиртӣ суст

шуда ҷарёни нафаскашӣ баланд мешавад. Ин ҳодиса номи «эффёкти Пастер»-ро гирифтааст. Сабаби ин пайдошавии рақобат барои АДФ ва Φ_i (фосфори ғайриузвӣ) дар байни фосфорнокшавии субстратии роҳи гликолитӣ ва фосфорнокшавии оксидшавии занҷири нафаскашӣ ба амал меояд.

1891 биохимики олмонӣ Э. Фишер (1852-1912) мушоҳида кард, ки маҳлули обии аз хамиртурушҳои хуш гирифта шуда таъсири ферментативии дошта, қобилият дорад, малтозаро то глюкоза таҷзия кунад. Нақшаи пурраи туршшавии спиртиро бошад 1933 олимони Г. Эмбден ва О. Майергоф пешниҳод намуданд.

К. Нойберг бошад мушоҳида намуд, ки вобаста аз шароит ҷараёни туршшавии спирти метавонад маҳсулотҳои ҳосил кунанд, ки дар шароити муқаррарӣ ҳосил намешаванд. Туршшавии муқаррарии спиртиро К. Нойберг шакли якуми туршшавии спирти номид. Агар ба хамиртурушҳои, ки глюкозаро таҷзия мекунанд бисулфат илова кунем он гоҳ маҳсулоти асосии туршшавии спирти глицерин ҳосил мешавад. Бисулфат бо атсеталдегид маҷмӯъ ҳосил карда, маҷмӯи ҳосилшуда бошад ҳамчун актсептори электронҳои фаъолият карда наметавонад.

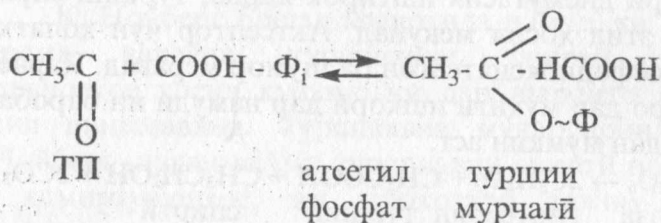


Сабаби ин дар он аст, ки электрон аз $\text{НАД}\cdot\text{H}_2$ ба фосфодиоксиатсетон дода шуда, фосфодиоксиатсетон то 3-АФГ барқарор шуда ва кандашавии фосфати он ба ҳосилшавии глицерин оварда мерасонад. Ба ғайр аз глицерин дар муҳит атсеталдегид, этанол ва CO_2 захира мешаванд. Туршшавии спирти, ки бо иштироки бисулфат мегузарад, номи шакли дуҷуми туршшавии спиртиро аз

Оилаи Saccharomycodaceae бо роҳи мугҷабандии кутбӣ афзоиш меёбанд.

Хамиртурушҳои қалбакӣ бошанд ба оилаи Cryptosocaceae дохил шуда, бо роҳи мугҷабандӣ афзоиш меёбанд.

Ба ғайр аз хамиртурушҳо бактерияҳои маълуманд, ки қобилияти ҳосил кардани спирти этилро доранд. Инҳо кластридиум ва энтеробактерияҳо мебошанд. Бо иштироки ин бактерияҳо атсеталдегид бо роҳи кандашавии CO₂ аз ТП нею, балки бо роҳи барқароршавии атсетилфосфат ҳосил мешавад.



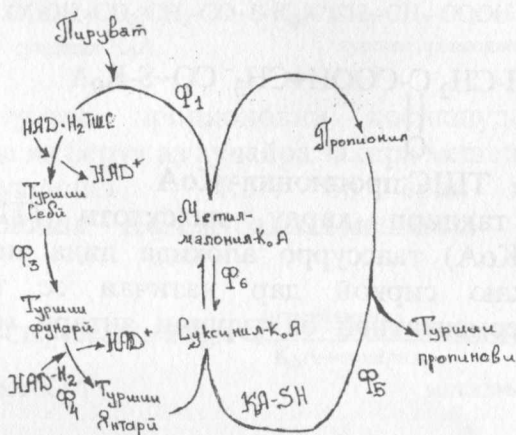
Дар Мексика барои тайёр кардани нӯшокии спиртии миллии «Пулке» бактерияи *Zymomonas mobilis*-ро истифода мебаранд, ки глюкозаро то ТП бо роҳи Энтнер – Дудоров таҷзия мекунад. Мубаддалшавии ферментативии ТП бо ёрии *Zymomonas mobilis* бо мубаддалшавихое, ки хамиртурушҳо ба амал меоранд, монанд аст.

4.4. ТУРШШАВИИ ПРОПИОНОВӢ ВА БАКТЕРИЯҲОИ ПРОПИОНОВӢ

Омӯзиши ду намуди туршшавихо нишон дод, ки пайвастагии асосии ҳарду ҷараён пируват буда, дар оянда танҳо тақдирӣ пируват ҳал мешавад. Дар туршшавии ширӣ пируват бо ёрии НАД·Н₂ то ТШ барқарор мешавад. Дигар имконияти азнавсозии НАД⁺ бо гузаронидани атомҳои гидроген аз НАД·Н₂ ба қисмҳои, ки дар мубодилаи пируват дар туршшавии спиртӣ, ки хамиртурушҳо ва баъзе намуди дигар бактерияҳо ба амал

меоранд, амалӣ мешавад. Имконияти сеюм бо ҷараёни синтетикӣ мураккабшавии молекулаи пируват вобаста аст, ки дар натиҷа актсептори ҳосилшуда қобилият пайдо мекунад, ки гидрогенро аз молекулаи НАД·Н₂ гирад. Ин имконият дар вақти пайвасти шудани СО₂ пайдо мешавад, ки дар натиҷа пайвастиҳои ҷоратомаи карбон дошта ҳосил мешавад.

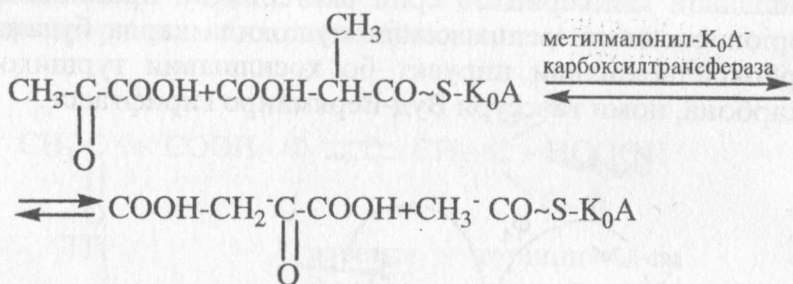
Ин ҷараён номи азхудкунии гетеротрофии СО₂-ро гирифтааст. Якӯмин бор азхудкунии гетеротрофии СО₂-ро соли 1936 Х.Вуд ва К. Веркман дар вақти омӯзиши туршшавии глитсерин бо ёрии бактерияҳои пропионовӣ *Propionobacterium pentosacetum* мушоҳида карда буданд. Карбоксилнокшавии пируват бо ҳосилшавии туршиҳои дукарбона, номи таассури Вуд-Веркманро гирифтааст.



Расми 20. Нақшаи мубаддалшавии туршии пировиноградӣ дар туршшавии пропионовӣ: Φ_1 -метилмалонил-КоА-карбоксилтрансфераза; Φ_2 -малатдегидрогеназа; Φ_3 -фумараза; Φ_4 -суксинатдегидрогеназа; Φ_5 -КоА-трансфераза; Φ_6 -метилмалонил-КоА-изомераза.

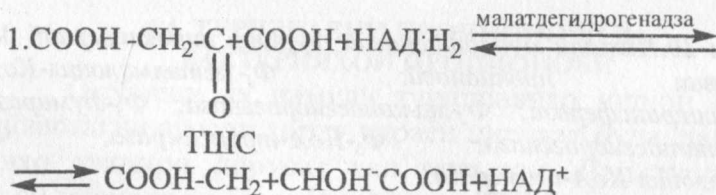
Дар туршшавии пропионовӣ мо имконияти сеюми мубаддалшавии пируват ва карбоксилнокшавии онро, ки ба ҳосилшавии актсептори нави гидроген туршии шулхаю

сиркоӣ оварда мерасонад мушоҳида мекунем. Барқароршавии туршии пировиноградӣ то пропионовӣ дар бактерияҳое, ки туршии пропионовиро ба амал меорад, ин тавр мегузарад (расми 20). Туршии пировиноградӣ дар таассуре, ки ферменти вобастаи биотин фаъол мегардонад бо CO_2 пайваст мешавад. Донори гурӯҳи CO_2 метилмалонил-КоА хизмат мекунад. Дар рафти ин таассурҳо гузаронидани карбооксил ба ҳосилшавии туршии шулҳаю сирко (ТШС) ва пропионил-КоА оварда мерасонад.



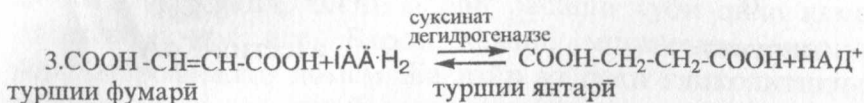
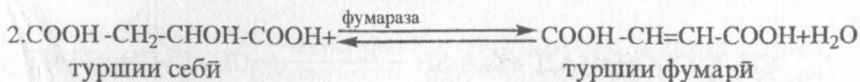
ТШС пропионил- КоА

Акнун тақдирӣ ҳарду маҳсулоти (ТШС ва пропионил - КоА) таассурро алоҳида дида мебароем. Туршии шулҳаю сиркоӣ дар натиҷаи се таассури пайдарҳами ферментативӣ ба туршии янтарӣ мубаддал мешавад.

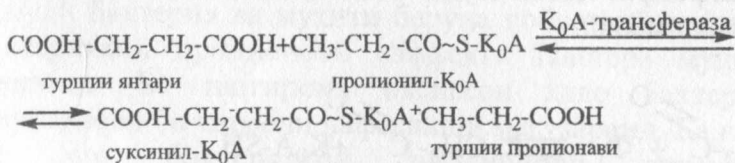


ТШС

турушии себи

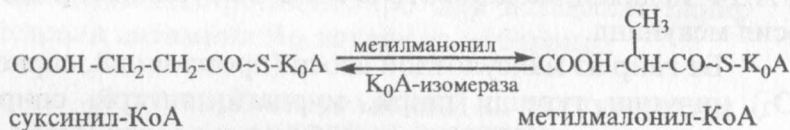


Таассури дигар дар гузаронидани гурӯҳи КоА аз пропионил - КоА ба суксинат хизмат мекунад, ки дар натиҷа суксинил - КоА ҳосил мешавад. Таассуро ферменти КоА – трансфераза ҷаъол мекунад.



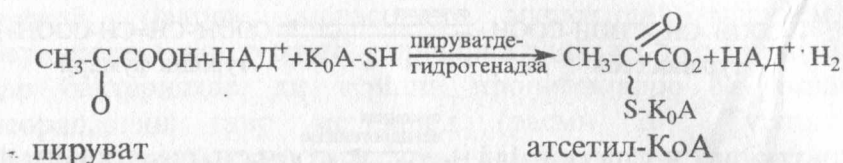
Туршии пропионовии ҳосилшуда аз ҷараён баромада ва берун аз ҳуҷайра захира мешавад.

Суксинил – КоА бо ёрии изомераза ба метилмалонил – КоА мубаддал мешавад.



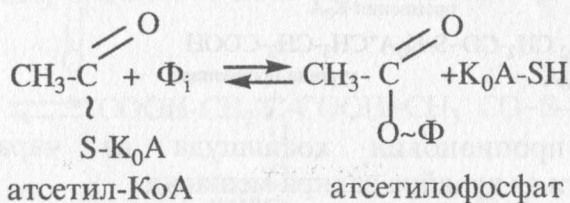
Акнун роҳи чоруми мубаддалшавии пируватро дида мебароем, ки ба ҳосилшавии туршии сиркоӣ ва CO_2 оварда мерасонад. Дар ин роҳ муносибати донору актсептрӣ мураккаб мешавад, чунки дар таассурҳои оксиду барқароршавии молекулаҳои нави НАД^+ истифода бурда мешаванд.

Пируват оксидшуда CO_2 -аш бо ёрии коферменти А канда мешавад.



Чараён бо ёрии маҷмӯи ферментҳои пируватдегидрогеназаҳо фаъол гардониди шуда, барнагардандааст.

Гурӯҳи атсели бо ёрии ферменти фосфотрансатселилаза ба Φ_i гузаронида шуда, дар натиҷа атселифосфат ҳосил шуда азнавҳосилшавии коферменти А ба амал меояд.



Дар охир атселифосфат донор шуда гурӯҳи фосфориро ба АДФ медиҳад, ки дар натиҷа АСФ ва туршии сиркоиро ҳосил мекунанд.

Ба ғайр аз маҳсулотҳои асоси (пропионовӣ, сиркоӣ, CO_2) инчунин туршии ширӣ, мурчагӣ, янтарӣ, спиртӣ этил, пропили сиркоӣ ва алдегидӣ, атсетон, диатсели ва ғ. ҳосил мешаванд.

Назариявӣ дар рафти туршшавии пропионовӣ аз 1,5 молекулаи глюкоза 4 молекулаи АСФ ҳосил мешавад. Дар асл бошад, баромади энергия зиёдтар буда 6 молекулаи АСФ-ро ташкил медиҳад, ки мумкин аст бо таҷзияшавии фосфорокластикӣ туршии пировиноградӣ вобаста аст.

Гурӯҳи бактерияҳои пропионовиро дар як авлоди *Propionobacterium* муттаҳид мекунанд. Онҳо граммусбат, беҳаракат буда, спора ҳосил намеkunанд. Ҷойи зисти

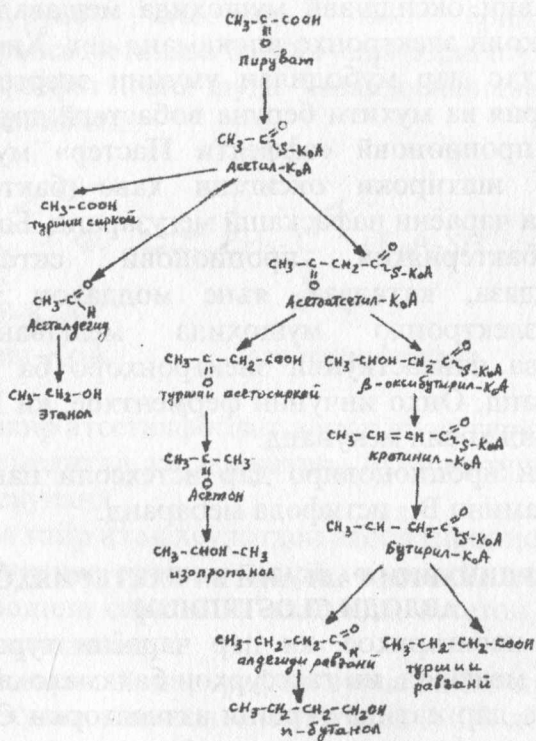
бактерияҳои пропионовӣ рӯдаи ҳайвонҳои хоянда, шир, панир мебошад. Баъзе аз онҳо дар муҳити анаэробӣ зиндагӣ мекунад, лекин барои расиши хуби онҳо каме оксиген лозим аст. Барои ҳамин, метавонем онҳоро микроаэрофилҳо номем. Ба ғайр аз роҳи гликолитикии таҷзияи глюкоза, дар бактерияҳои пропионовӣ, инчунин роҳҳои гексозомонофосфотӣ (ГМФ), таассурҳои даври туршиҳои секарбона, нафаскашии флавинӣ ва фосфорнокшабии оксидшавӣ мушоҳида мешавад, ки бо занҷири интиқоли электронҳо алоқаманд аст. Ҳиссаи ҳар яке аз ин роҳҳо дар мубодилаи умумии энергетикӣ аз намуди бактерия ва муҳити беруна вобастагӣ дорад. Дар бактерияҳои пропионовӣ «эффенти Пастер» мушоҳида мешавад. Бо иштироки оксигени ҳаво бактерияҳои пропионовӣ ба ҷараёни нафаскашӣ мегузаранд. Ба ғайр аз ин дар бактерияҳои пропионовӣ ситохромҳо, ситохромоксидаза, каталаза, яъне моддаҳои занҷири нақлиёти электронҳо мушоҳида мешаванд, ки кашонидан ва пайвастунии электронҳоро ба оксиген таъмин мекунад. Онҳо инчунин ферментҳое, ки H_2O_2 -ро таҷзия мекунад ҳосил мекунад.

Бактерияҳои пропионовиро дар истеҳсоли панир ва истеҳсоли витамини B_{12} истифода мебаранд.

4.5 .ТУРШШАВИИ РАВҒАНӢ ВА БАКТЕРИЯӢОИ АВЛОДИ CLOSTRIDIUM

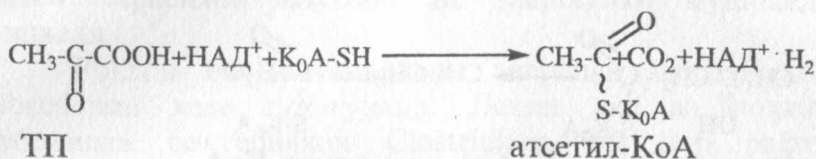
Яке аз навигариҳое, ки дар ҷараёни туршшавии равғанӣ ҳосил мешавад, ин таассурҳои баҳамалоқамандии $C_2+C_2=C_4$ буда дар натиҷа туршии актсептории C_4 ҳосил мешавад. Дар рафти ин туршшавӣ маҳсулоти доимӣ туршии равғанӣ мебошад. Турушшавии равғаниро бактерияҳои авлоди Clostridium ба амал меоранд. Ба ғайр аз маҳсулоти чоркарбона маҳсулоти туршшавии кластридияҳо атсетон, этанол, изопропанол, туршиҳои сиркоӣ, пропионовӣ, капронӣ, ширӣ, мурчагӣ ва маҳсулотҳои газӣ мебошанд.

Вобаста аз субстрате, ки барои туршшавӣ истифода мебаранд кластридиумҳоро ба гурӯҳи сахаролитикӣ (ба сифати субстрат оҳар ва целлюлоза), протеолитикӣ (сафедаҳо, пептидҳо ва туршиҳои аминӣ) ва пуринолитикӣ (пурин, пираимидин) - ро ба сифати субстрат истифода мебаранд. Дар расми 21 рафти ҷараёни туршшавии глюкоза бо фаъолияти кластридияҳо нишон дода шудааст.



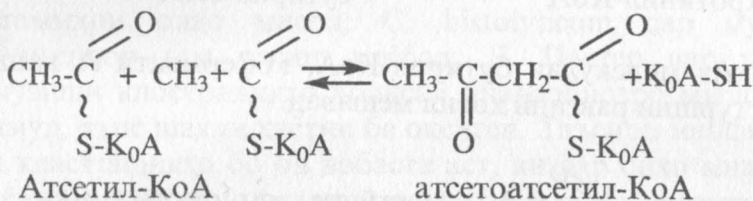
Расми 21. Роҳҳои ҳосилшавии маҳсулотҳои асосӣ дар рафти туршшавӣҳо, ки кластридиумҳо ба амал меоранд.

Кластридияҳо глюкозаро бо роҳи гликолитикӣ таҷзия мекунанд. ТП-и ҳосилшуда гидрогенаш қанда шуда ба шакли фаъоли атсетат, атсетил-КоА мубаддал мешавад.

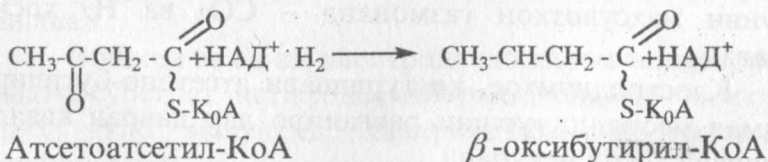


Атсетил-КоА пайвастагии асосие мебошад, ки аз он тамоми маҳсулотҳои охири туршавии клостридиумҳо ҳосил мешаванд.

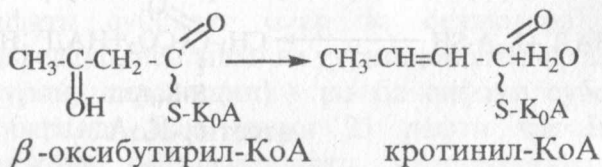
Роҳи ҳосилшавии турши рағғанӣ (ТР) аз таассури ба ҳам пайвастшавии ду молекулаи атсетил-КоА сар мешавад, ки онро ферменти тиолаза фаъол мекунад.



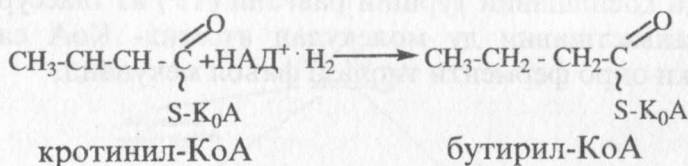
Атсетоатсетил-КоА бо ёрии ферменти β -оксибутирил-КоА-дегидрогеназа то β -оксибутирил-КоА барқарор мешавад.



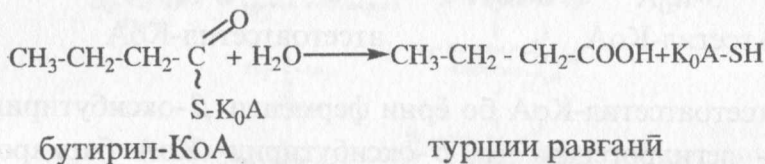
β -оксибутирил-КоА бо ёрии ферменти кротоназа ба пайвастагии карбонии банди дучандадор мубаддал мешавад.



Кротинил-КоА бо роҳи ферментативӣ то бутирил-КоА барқарор мешавад.



Аз молекулаи бутирил-КоА, коферменти А канда шуда туршии равғанӣ ҳосил мешавад.



Бактерияи *C. butyricum* бошад глюкозаро то ҳосилшавии туршии равғанӣ ва сиркоӣ таҷзия карда, инчунин маҳсулотҳои газмонанд – CO_2 ва H_2 ҳосил мешаванд.

Клостридиумҳое, ки туршшави атсетано-бутилиро ба амал меоранд, туршии равғаниро дар давраи аввали туршшавӣ ҳосил мекунанд.

Омӯзиши бактерияҳои баамалорандаи туршшавии атсетано-бутилий ба В.Н. Шапошников имконият дод, ки ҳодисаи дудаврагӣ будани ин туршшавиро кушода диҳад. Дар асоси дудаврагӣ будани туршшавиҳо алоқаи зичи

байни ҷараёнҳои сохторӣ ва энергетикӣ мушоҳида мешавад.

Роҳҳои ба дастовардани энергияи бактерияҳои *Clostridium* хеле гуногунанд. Лекин яке аз роҳҳои мубодилаи бактерияҳои *Clostridium*, ки дар рафти инкишоф истифодабарии CO_2 буд, диққатҷалбкунанда аст. Намудҳои гуногуни *Clostridium* CO_2 -ро бо ёрии пайвастагиҳои C_2 ва C_3 ба монанди атсетил-КоА, пируват, пропионил-КоА ва ғ. истифода мекунанд.

Хучайраҳои чавони бактерияҳои авлоди *Clostridium* шакли чӯбча дошта, серҳаракатанд. Бо мурури пиршудани хучайраҳо характи онҳо суст шуда, ба спораҳосилкунӣ мегузаранд.

Клостридияҳо анаэробҳои облигатӣ буда, баъзе штаммҳои онҳо мисол, *C. histolyticum* дар муҳити оксигендор ҳам расиш меёбад. Л. Пастер дар рафти омӯзиши клостридияҳо ҳодисаи анаэробизро мушоҳида намуд, яъне шакли ҳаётии бе оксиген. Таъсири манфии O_2 ба кластридияҳо бо он вобаста аст, ки дар онҳо миқдори зиёди ферментҳои флавинӣ мушоҳида шуда, ферментҳои каталаза ва ситохромҳо мушоҳида намешаванд. Ферментҳои флавинӣ гидрогенро аз субстратӣ оксидшуда ба O_2 мекашонанд, ин ба ҳосилшавии H_2O_2 оварда мерасонад. Чамъшавии H_2O_2 дар хучайра бошад онро захрнок мекунад. Дар баъзе ҳолатҳо хучайра O_2 фуру бурда мемурад ва муҳити ғизоӣ барои хучайраҳои дигар мешавад.

Вобаста аз он ки клостридияҳо кадом моддаҳоро ба сифати субстрат истифода мебаранд, онҳоро ба якчанд гурӯҳ ҷудо мекунанд: сахаролитикӣ, протеолитикӣ, пуринолитикӣ.

Клостридияҳои сахаролитикӣ моддаҳои табиати ангиштгобӣ доштара истифода мебаранд. Онҳо асосан қандҳо, оҳар, селлюлоза ва моддаҳои пектиниро ҳамчун субстрат барои худ истифода мекунанд.

Ба клостридияҳои протеолитикӣ намудҳое дохил мешаванд, ки ферментҳои протеолитикӣ доранд, барои ҳамин ба сифати субстрат сафедаҳо, пептидҳоро истифода мебаранд. Ба ин гурӯҳ *C. putrificum*, *C. sporogenes* ва *C. histolyticum* ва дигар намудҳои сапрофитӣ дохил мешаванд. Баъзе намудҳои ин гурӯҳ касалиоваранд. *C. botulinium* бошад экзотоксин ҳосил мекунад, вай яке аз захрҳои хеле зӯри биологӣ бо ҳисоб меравад. Нишон дода шудааст, ки дар рафти таҷзияи туршиҳои аминӣ баъзе аз онҳо оксид шуда (глутамин, аспаргин, аланин, валин, лейтсин, серин ва ғ.) дигарҳо бошанд барқарор мешаванд (глитсин, пролин, орнитин, оргинин ва ғ.).

Клостридияҳое, ки туршшавии пайвастагиҳои пуриниро ба амал меоранд онҳо қобилият надоранд, ки ангиштобҳо ва туршиҳои аминиро ба сифати субстрат истифода баранд. Таҷзияи моддаҳои пуринӣ чараёни мураккаб буда, аз таассурҳои пайдарҳамии зиёде иборат аст. Клостридияҳо қобилияти нитрогени ҳаворо аз худ кардан доранд. То ҳол 12 намуди бактерияҳои нитрогеназхудкунанда маълуманд, ки ба авлоди *Clostridium* дохил мешаванд.

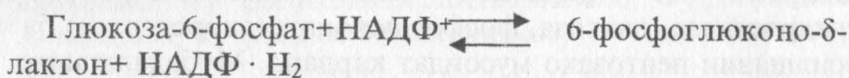
Бактерияҳо гурӯҳи клостридияҳоро дар истехсолот барои истехсоли туршии равғанӣ, атсетон, бутанол ва ғ. истифода мебаранд.

4.6. РОҲҲОИ ИЛОВАГИИ ТУРШШАВИИ АНГИШТОБҲО

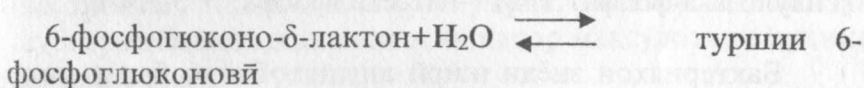
Дуру дароз ҳисоб мекунанд, ки роҳи ягонаи туршшавии ангиштобҳо роҳи гликолитикӣ ба ҳисоб меравад, ки дар он проблемаи донору-аксептори мубодилаи пируват дар организмҳо, дар шароити анаэробӣ мегузарад. Лекин баъдтар маълум шуд, ки ин роҳи ягона нест, чунки роҳи гликолитикии тарзи истифодабарии пентозҳо, яъне бо кадом роҳ микроорганизмҳо рибозае, ки барои ҳосил кардани туршиҳои нуклеинӣ истифода мекарданд, шарҳ дода наметавонист.

Солҳои 40-уми асри гузашта ба олимон муясар шуд, ки роҳи дигари таҷзияшавии ангиштобхоро, ки аз роҳи гликолитикӣ фарқ мекунанд, пешниҳод кунанд ва ба он роҳи гексозомонофосфатӣ ном гузоштанд (ё ки номҳои дигараш: роҳи оксидшавии пентозофосфатӣ, роҳи фосфоглюконатӣ, роҳи Варбург-Диккенс-Хорекер мебошад).

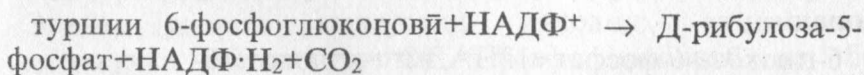
Роҳи гексозомонофосфатӣ (РГМФ). Нақшаи даври аввали роҳи ГМФ-ӣ дар расми 22 оварда шудааст. Таассури якуми он аз фосфорнокшавии глюкоза бо ёрии АСФ ва мубаддалшавии он ба шакли глюкоза-6-фосфат гузаштан аст, ба монанди даври якуми гликолиз. Даври дигари ин роҳ дар «канда» гирифтани гидроген аз глюкоза-6-фосфат бо ёрии ферменти глюкоза-6-фосфат-дегидрогеназа ба ҳисоб меравад.



Хусусияти таассур дар он аст, ки НАДФ⁺ ба сифати актсептори гидроген иштирок мекунад. Пайвастагии ҳосилшуда устувор нест ва бо ёрии ферменти махсуси ҳуҷайравӣ лактоназа ба туршии 6-фосфоглюконовӣ мубаддал мешавад.

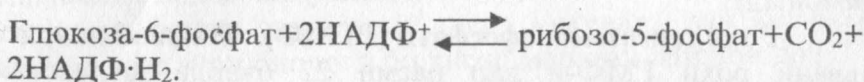


Аз туршшавии 6-фосфоглюконовӣ кандашавии CO₂ бо ёрии ферменти фосфоглюконатдегидрогеназа ба амал меояд

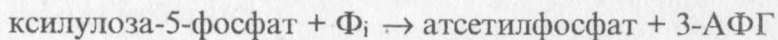


дар рафти ин таассур инчунин пентозафосфат, ва НАДФ·Н₂ ҳосил мешаванд.

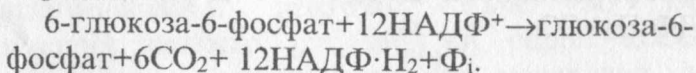
Рибулозо-5-фосфат бо ёрии ферментҳои фосфопентозэпимераза ва фосфопентозоизомераза ба ксилулозо-5-фосфат ва рибозо-5-фосфат мубаддал мешавад.

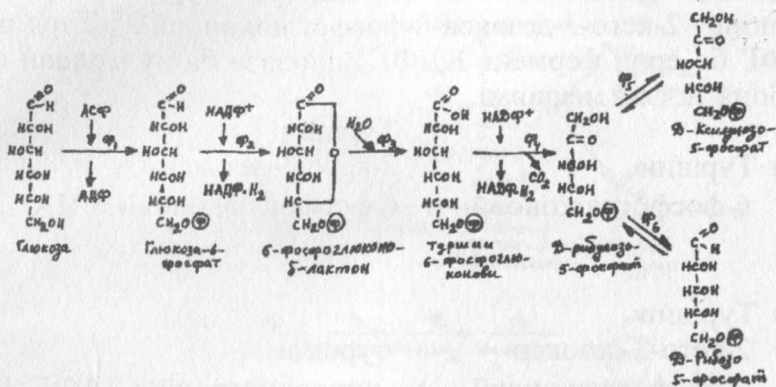


Дар аввалҳо роҳи гексозомонофосфатӣ барои таъмин кардани ҳуҷайраи микроорганизмҳо бо пентозаҳо ба амал омадааст. Истифодабарии пентозаҳо барои ҳосилшавии туршиҳои нуклеинӣ ба он оварда расонад, ки захираи ин ангиштовҳо дар муҳити берун ба охир расид. Дар рафти иштироки се ферменти нав (глюкоза-6-фосфат-дегидрогеназа, лактоза, фосфоглюконатдегидрогеназа) ба ҳосилшавии пентозаҳо мусоидат карданд. Мубаддалшавии рибулозо-5-фосфат ба ксилулозо-5-фосфат бо ферменти фосфопентозэпимераза ва таҷзия ксилулозо-5-фосфатро ба алдегиди фосфоглитсеринӣ ва атсетилофосфат бо тиаминпирофосфат-вобастаи пентозофосфаткетолаза фаъол гардонида мешавад.



Бактерияҳои зиёди ширӣ ангиштовҳоро ба ду роҳ таҷзия мекунанд, бо роҳи гликолитикӣ ва ГМФ-й. Дар натиҷаи пурра таҷзияшавии ангиштовҳо бо роҳи ГМФ аз шаш молекулаи глюкозаи дар он иштирок карда, 5-тоаш барқарор шуда, 1-тои он пурра то СО₂ ва Н₂ таҷзия мешавад. Баробарии умумии ин ҷараён чунин намуд дорад.



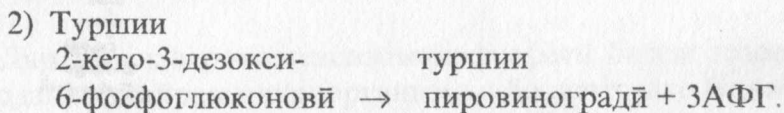
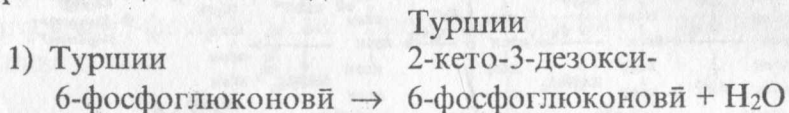


Расми 22. Роҳи гексозомонофосфатӣ (даврҳои аввала): Φ_1 -гексокиназа; Φ_2 -глюкоза-6-фосфат-дегидрогеназа; Φ_3 -лактоназа; Φ_4 -фосфоглюконатдегидрогеназа; Φ_5 -фосфопентозэпимераза; Φ_6 -фосфопентозоизомераза.

Роҳи ГМФ барои мубаддалшавии пентозаҳо ба гексозаҳо ва иштироки онҳо дар роҳи гликолитикӣ хизмат мекунад. Ба ғайр аз ин маҳсулотҳои ҳосилшудаи роҳи ГМФ, ФГА ва фруктоза-6-фосфат метавонанд дар ҷараёни гликолиз иштирок кунанд. Қандҳои ҳосилшудаи роҳи ГМФ C_4 ва C_7 бошанд дар таассурҳои транскеталаза ва трансалдолазавӣ иштирок карда, метавонанд, ҳамчун субстрат барои ҳосилшавии як қатор маҳсулотҳои муҳими ҳуҷайра хизмат кунанд.

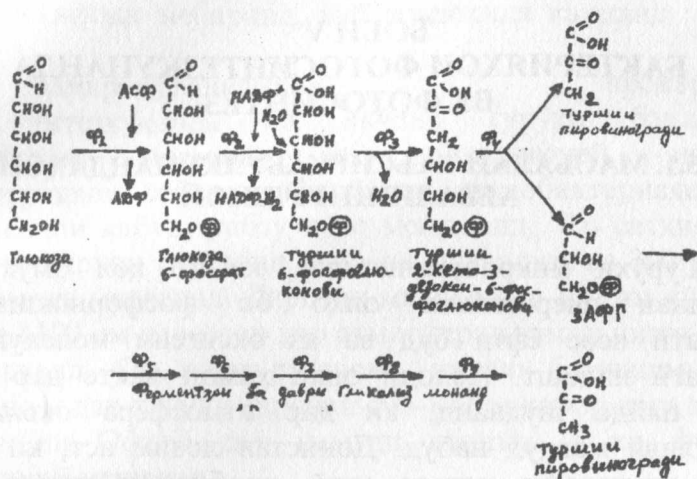
Роҳи Энтнер-Дудоров. Нақшаи умумии роҳи Энтнер-Дудоров дар расми 23 нишон дода шудааст. Ду зинаи аввали он, фосфорнокшавии молекулаи глюкоза ва кандашавии H_2 то туршии 6-фосфоглюконоӣ ба ду таассури роҳи ГМФ яхелаанд. Таассурҳое, ки барои роҳи Энтнер-Дудоров махсусанд инҳоянд: кандашавии молекулаи об аз туршии 6-фосфоглюконоӣ, ки бо ферменти 6-фосфоглюконат-дегидрогеназа фаъол

гардонида мешаванд бо ҳосилшавии туршии КДФГ (туршии 2-кето-3-дезоксид-6-фосфоглюконовӣ). Туршии КДФГ бо ёрии фермент КДФГ-алдолаза ба ду моддаи се карбона таҷзия мешавад.



Дар таҷзияшавии глюкоза то ТП дар роҳи Энтнер-Дудоров 1 молекулаи АТФ, 1 молекулаи НАД·Н₂ ва як молекулаи НАДФ·Н₂ ҳосил мешавад. Ин роҳи таҷзияшави қандҳо асосан дар бактерияҳои авлоди *Pseudomonas* мушоҳида мешавад.

Пайдошавии роҳи Энтнер-Дудоров пеш аз ҳама барои эҳтиёҷи микроорганизмҳоро бо ТП таъмин кардан мебошад, чунки дар ин роҳ барои ҳосилшавии ТП ҳамаги 4 таассур ва дар роҳи гликолитикӣ бошад 9 таассур лозим аст. Чи хеле, ки аз расми 23 дида мешавад роҳи Энтнер-Дудоров бо роҳҳои гликолитикӣ ва ГМФ якҷанд нуқтаҳои ба ҳам монанд доранд. Туршии 6-фосфоглюконовӣ маҳсулоти мобайни роҳи Энтнер-Дудоров ва роҳи ГМФ, ТП ва 3АФГ бошанд пайвастагиҳои мобайнии роҳи Энтнер-Дудоров ва гликолиз мебошанд.



Расми 23. Роҳи Энтнер-Дудоров

Φ_1 -гексокиназа; Φ_2 -глюкоза-6-фосфат-дегидрогеназа; Φ_3 -6-фосфоглюконат-дегидратаза; Φ_4 -2-кето-3-дезоксид-6-фосфоглюконат-алдолаза; Φ_5 -глисиралдегид-3-фосфат-дегидрогеназа; Φ_6 -фосфоглитсераткиназа; Φ_7 -фосфоглитсератмутаза; Φ_8 -енолаза; Φ_9 -пируваткиназа.

БОБИ V БАКТЕРИЯҲОИ ФОТОСИНТЕЗКУНАНДА ВА ФОТОСИНТЕЗ

5.1. МАСЪАЛАИ ТАЪСИРҚАБУЛКУНАНДАҲОИ АВВАЛИНИ РЀШНОӢ

Гурӯҳи микроорганизмҳое, ки то ҳол омӯхтем, мубодилаи энергетикӣ онҳо бо фосфорнокшавӣ субстратӣ асос ёфта буд ва аз оксигени молекулавӣ вобастагӣ надошт. Авлоди онҳо ҳамон вақте дар рӯи замин пайдо шудаанд, ки дар атмосфера оксигени молекулавӣ мавҷуд набуд. Доништан лозим аст, ки дар рафти инкишофи олами узвӣ проблемаи донор ва акцепторӣ, ҳосил кардани қувваҳои ассимилятсионии микроорганизмҳо дар зерӣ таъсири интиҳоби табиӣ хеле тағйир ёфтааст ё не.

Инкишоф фақат бо тарзи анаэробӣ ҳосил кардани энергия қарор нагирифт. Моддаҳои узвие, ки аз ҳисоби онҳо бактерияҳо истифода мебарданд, дар муҳити берун оҳиста-оҳиста тамом мешуд. Барои ҳамин микроорганизмҳое, ки аз ҳисоби фосфорнокшавӣ субстратӣ фаъолият мекарданд, бояд роҳи дигари гизоиғии сарчашмаи карбониро барои худ ҷустуҷӯ мекарданд. Аз рӯи нақша бояд сарчашмаи энергетикӣ пайдо мекарданд, ки ӯ доимӣ бошад ва чунин сарчашмаи энергия танҳо нури офтоб ба ҳисоб мерафт. Барои истифода бурдани нури рӯшноӣ бошад, организмҳо бояд, молекулаҳои рангае ҳосил мекарданд, ки онҳо қобилияти фурубарии нури рӯшноиро дошта бошанд. Ҳаёти аввала «беранг» буд ва танҳо баъдтар сохторҳои ҳосил шуданд, ки қобилияти фуру бурдани нури рӯшноиро пайдо карданд. Ҳамаи ин зина ба зина инкишоф меёфт, ки далели онро дар микроорганизмҳое, ки имрӯз нури рӯшноиро ба сифати метаболизми энергетикӣ организми

худ истифода мебаранд, хуб мушохида карданд мумкин аст.

Микроорганизмҳои прокариоти фотосинтезкунанда ба якҷанд гурӯҳи бактерияҳо (сулфурии пурпурӣ ва гайрисулфурӣ, инчунин бактерияҳои сабзи сулфурӣ) ва сианобактерияҳо ё ки обсабзҳои кабуду-сабзу чудо мешаванд. То сатҳи болои Замин нурҳои рушноии дарозии мавҷашон аз 300 то 1100 нм омада мерасанд. Дарозии мавҷҳои аз 300 нм кӯтоҳтар ва аз 1100 нм дарозтар дар атмосфераи замин нигоҳ дошта мешаванд. Он нури рӯшноие, ки мо бо чашми одди мебинем дар ҳудуди дарозии 400-700нм қарор дорад. Нури рӯшноии Офтоб дар намуди квантҳо ё ки фотонҳо нурпошӣ мешавад.

Энергияи квантӣ ба дарозии мавҷи худ мутаносиби роста мебошад. Барои ҳамин мавҷҳои дарозиашон кӯтоҳ аз ҷиҳати энергия бойтар буда, ба онҳо пеш аз ҳама нурҳои ултрабунафш, нурҳои бунафши қисми ба чашм дидашаванда ва аз ҳама мавҷҳои аз ҷиҳати энергияшон «суфт» мавҷҳои дарозии сурх ва нурҳои инфрасурх дохил мешаванд.

Микроорганизмҳои фотосинтезкунандаи имруза одатан дарозии мавҷҳои нурҳои ба чашм аён ва нурҳои инфрасурхи кӯтоҳро истифода мебаранд. Нурҳои ултрабунафш дар ҷараёни фотосинтез истифода бурда намешаванд. Новобаста аз ин нурҳои ултрабунафш яке аз сарчашмаҳои асосии энергия дар ҳосилшавии пайвастагиҳои кимиёвии биогенӣ ҳисоб мешаванд. Баъди пайдошавии организмҳои зинда таъсири нурҳои кӯтоҳи ултрабунафш ба организм марговар буд. Ин пеш аз ҳама бо таъсири баланди фотохимиявии онҳо алоқаманд буд. Чунки молекулаҳои моддаҳои узвӣ нурҳои ултрабунафшро фуру бурда вайрон мешуданд. Баръакс таъсири нурҳои энергияшон сустар, ки бо чашм дида мешаванд пайдарҳамии таассурҳоро таъмин мекунанд, ки

ин барои системаҳои таъсиркабул-кунандаҳои рӯшноӣ мувофиқ аст.

75%-и нури рӯшноие, ки ба Замин мерасад ба нурҳои рӯшноии фаъоли фотосинтетикӣ рост меоянд (400-700 нм), 20%-и дигараш ба нурҳои инфрасурх ва тақрибан 5% (дар баландкӯҳ 7-9%) ба нурҳои дарозии мавҷашон 300-400 нм рост меояд.

Дар замони ҳозира тамоми организмҳои фотосинтезкунанда пигменти хлорофилли магний-парфиринӣ доранд, ки аз чор ҳалқаи пироли сохта шуда бо купрукчаҳои карбонӣ пайваस्त шуда, сохторӣ сарбастаро ҳосил мекунанд. Ҳоло қариб 10 намуди хлорофилле мавҷуд аст, ки бо табиати кимиёвӣ ва сохтори пиролиии ядроии порфиринии пайваस्तшудаи худ аз ҳам фарқ мекунанд.

Бисёри тадқиқотчиён порфиринҳоро фоторетсепторҳои аввала ҳисоб мекунанд. Порфиринҳо аз пиррол ва алдегидҳо ҳосил мешаванд. Аз аввал порфиринҳо вазифаи гузаронандаҳоро дар таассурҳои оксиду-барқароршавии гуногун иҷро мекарданд ва оҳиста-оҳиста дар рафти инкишоф вазифаи махсусро иҷро мекардагӣ шуданд.

Даври муҳимтарини инкишофи порфиринҳо ин дохилшавии иони металл дар маркази ядроии порфиринӣ мебошад. Атоми металл бо атомҳои нитрогенӣ ҳалқаҳои пироли бо ёрии бандҳои ковалентӣ ва координатсионӣ пайваस्त мешаванд, ин якҷум ба молекулаи порфиринӣ устувории сохторӣ дода, дуҷум қобилияти иҷрокунии вазифаи махсуси онҳоро қувват медиҳад. Порфиринҳо дар интиқоли электронҳо (ситохромҳо) иштирок мекунанд, ферментҳои каталаза ва пероксидаза бошанд, дар маркази ҳалқаи порфиринӣ атоми оҳан доранд.

А.Д. Красновский бо коргаронаш нишон доданд, ки қобилияти рӯшноӣ қабулкуниро ба монанди порфиринҳо, баъзе оксиди металлҳо: титан, синк ва волфрам ҳам доранд. Ин пайвастагӣҳо дар мавҷҳои

кӯтоҳи ултрабунафш хеле фаъоланд. Онҳо ҳам як вақт мумкин вазифаи таъсирқабулкунандаҳоро иҷро мекарданд, лекин дар рафти инкишоф онҳо ҳамчун таъсир-қабулкунанда дар сатҳи ҳуҷайра ташаккул наёфтанд.

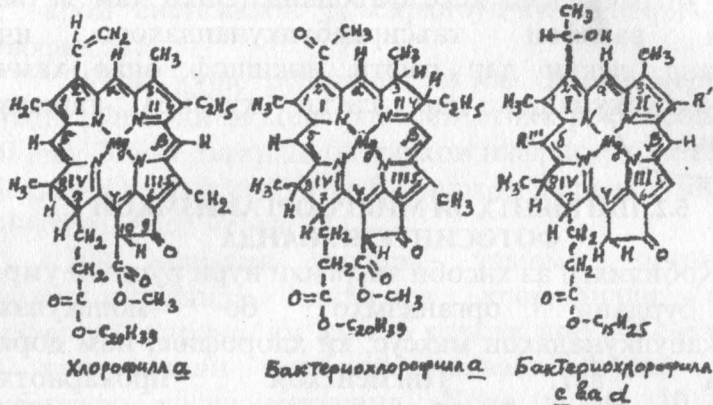
5.2. ПИГМЕНТҲОИ МИКРООРГАНИЗМҲОИ ФОТОСИНТЕЗКУНАНДА

Қобилияти аз ҳисоби энергияи нури рӯшноӣ умр ба сар бурдани организмҳо бо молекулаҳои таъсирқабулкунадаҳои махсус, ки хлорофилл ном доранд вобаста аст. Пигментҳои прокариотҳои фотосинтезкунанда фурубарии дарозии мавҷи аз 400 то 1100 нм-ро таъмин мекунад.

Тамоми пигментҳои фотосинтетикӣ ба ду синфи пайвастагиҳои кимиёвӣ ҷудо мекунад: 1) пигментҳо, ки асоси онҳо сохтори тетрапиролӣ доранд (хлорофиллҳо, фикобилипротейдҳо); 2) пигментҳо, ки асоси онҳоро занҷири полиизопреноидӣ (каротиноидҳо) ташкил медиҳад.

Хусусияти тамоми пигментҳои фотосинтетикӣ дар он аст, ки онҳо банди дучанда доранд. Вобаста аз миқдори бандҳои дучанда пигментҳо қобилияти фуру бурдани энергияи пасти кванти нури рӯшноиро доранд. Каротиноидҳо бошанд ҳосияти муҳофизат қадани хлорофиллҳоро аз молекулаи O_2 доранд.

Хлорофиллҳо. Якҷанд сохторҳои шакли хлорофилли бактерияҳои прокариоти фотосинтезкунанда маълуманд (расми 24). Дар ҳуҷайраи бактерияҳои фотосинтезкунанда хлорофиллҳо мавҷуданд, ки онҳоро бактериохлорофилл меноманд. Бактерияҳои зиёди фотосинтетикӣ бактериохлорофилли а доранд, ки дарозии мавҷҳои 375 ва 890 нм-ро фуру мебаранд.



Расми 24. Сохтори молекулаи хлорофиллҳои прокариотҳои фотосинтезкунанда. Бактериохлорофилл а аз хлорофилли растаниҳои олій ва сианобактерия бо он фарқ мекунад, ки 1-ҳалқаи дуюми пирроли барқароршуда дорад ва 2-дар ҳалқаи пирроли якум, дар ҳолати 2-юм ба ҷои гурӯҳи винили, гурӯҳи атсетили дорад. Бактериохлорофилл с ва d назар ба хлорофилл а: 1-дар C_{10} гурӯҳи карбоксил надорад; 2-ба ҷои фитол ($C_{20}H_{39}OH$), франезол ($C_{15}H_{25}OH$) дорад; 3-дар ҳолати 2-юм гурӯҳи оксиетилӣ дорад.

Дар бактерияҳои пурпурӣ (*Ahodopseudomonas viridis*, *Tiocardia pennigii*) бактериохлорофилли в-ро кашф карданд, ки аз бактериохлорофилли а, бо хусусиятҳои спектралӣ худ фарқ мекунад ва дарозии мавҷи 1100 нм-ро фуру мебарад.

Пигментҳои асосии бактерияҳои сабзи сулфурдор бактериохлорофиллҳои с ва d мебошанд, ки бо сохт ва фурубарии дарозии мавҷҳои худ фарқ меkunанд. Ба ғайр аз ин дар ҳуҷайраҳои бактерияҳои сабзи сулфурдори омӯхташуда бактериохлорофилл ба миқдори 5-10% аз миқдори умумӣ мушоҳида шудааст. Мавҷуд будани батериохлорофиллҳои с ва d, ба бактерияҳои сабз имконият медиҳанд, ки рӯшноии дарозии мавҷҳои то 840 нм-ро истифода баранд. Бактериохлорофилли с дарозии

мавҷҳои 745-755 нм ва d бошад 705-740 нм-ро фуру мебаранд.

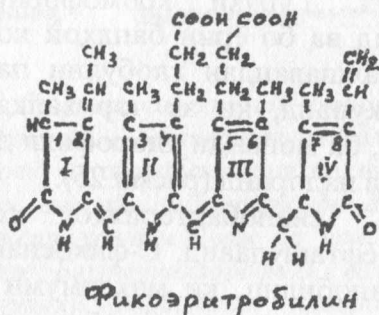
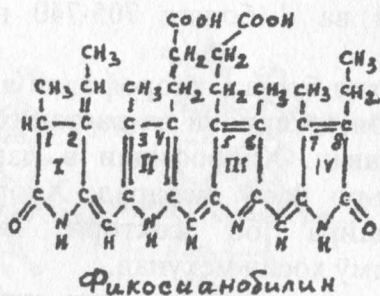
Сианобактерияҳо бошад, хлорофилли а доранд, ки дар тамоми обсабзҳои эвкариотӣ ва растаниҳои дараҷаи олии мушоҳида мешавад. Хлорофилли а дарозии нури мавҷҳои 700-740 нм-ро фуру мебарад. Хлорофилл дар хлоропластҳои хучайра бо сохтори мембранавии сафедавӣ-липидӣ маҷмӯ ҳосил мекунад.

Фикобилипротеидҳо – пигментҳои сурх ва кабуд буда, фақат дар як гурӯҳи прокариотҳо – сианобактерияҳо мушоҳида мешаванд. Гурӯҳи хромофории пигмент фикобилин ном дорад ва бо ёрии бандҳои ковалентӣ бо сафедаҳои дар об ҳалшавандаи глобулин пайваस्तшуда, сохтореро ҳосил мекунанд, ки аз чор ҳалқаи пиролии кушода, иборат буда, ба монанди хлорофилл дар таркиби молекулашон металл надоранд (расми 25).

Дар хучайраи сианобактерияҳо се намуди фикобилипротеидҳо ёфташудаанд, С-фикосианин (гурӯҳи хромофории-фикосианобилин, ки максими фурубарии он 615 нм), С-фикоэритрин (гурӯҳи хромофории фикоэритробилин, ки максими фурубарии он 565 нм) ва С-аллофикотсианин (хромофор-аллофикотсианобилин, ки максими фурубарии он ба дарозии мавҷҳои 620 ва 650 нм рост меояд).

Вобаста аз ҷойгиршавии намуди фикобилипротеидҳо ҳамаи сианобактерияҳо ба се гурӯҳ чудо мекунанд.

Гурӯҳи якум - доимо С-фикотсианин доранд, лекин С-фикоэритрин ҳеҷ гоҳ мушоҳида карда намешавад (*Anabaena variabilis*, *Chlorogloea fritschi*, *Anacystis nidulans* ва ғ.).



Расми 25. Сохтори молекулаи С-фикосианин ва С-фикоэритрин.

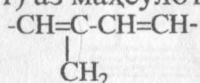
Гурӯҳи дуюм – намудҳое, ки ҳам С-фикоэритрин ва ҳам С-фикотсианин доранд (*Tolypothrix tenuis*, *Nostos muscorum* ва ғ.).

Гурӯҳи сеюм – намудҳое, ки дар онҳо микдори С-фикоэритрин назар ба С-фикотсианин бартари дошта (*Phormidium persicium*, *P. fragile* ва ғ.), С-фикотсианин ба микдори хеле кам мушоҳида мешавад.

Дар хучайраи сианобактерияҳо фикобилипротеидҳо агрегатҳоро ҳосил мекунанд, ки ин аз муҳити рН, ҳарорат, қувваи ионҳои маҳлул ва ғ. вобастааст. Фикобилипротеидҳо дар тарафи беруни тилакоидҳо ҷойгир шуда, полиагрегатҳоро ҳосил мекунанд. Онҳо дарозии мавҷҳои 450-700 нм-ро фуру

бурда, қариб 90% энергияи фурубурдашударо ба хлорофилл медиҳанд. Таҷрибаҳо нишон доданд, ки фикобилипротеидҳо қобилияти фаъоли фотокимиёвӣ доранд, эҳтимолияти иштироқи онҳоро дар таассурҳои мубаддалшавии энергия пешгӯӣ кардаанд.

Каротиноидҳо. Каротиноидҳо ба пигментҳои ёридиҳандаи фотосинтетикӣ дохил мешаванд, ки дар тамоми организмҳои, ки қобилияти фотосинтез доранд мушоҳида карда мешаванд. Каротиноидҳо гурӯҳи калони пайвастагиҳои кимиёвӣ буда (миқдори онҳо аз 300 зиёдтар аст) аз маҳсулотҳои боқимондаи изопренӣ



сохта шудаанд. Бисёри каротиноидҳо дар асоси пайвастшавии 8 боқимондаи изопренӣ ҳосил шудаанд.

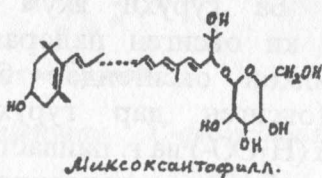
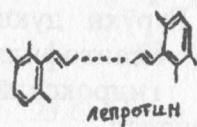
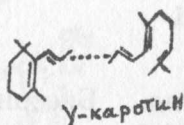
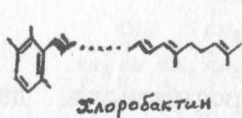
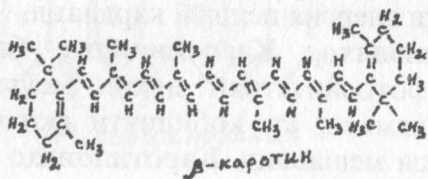
Вобаста аз сохти кимиёвӣ онҳоро ба ду гурӯҳ ҷудо мекунанд. Ба гурӯҳи якум каротиноидҳоеро дохил мекунанд, ки оксиген надоранд. Гурӯҳи дуюм бошад каротиноидҳои оксигендор буда, ксантофиллҳо ном доранд (оксиген дар гурӯҳҳои гидроксилӣ (-OH), метоксилӣ (H₃CO-) ва ғ. пайваст мешавад.

Таркиби каротиноидҳои бактерияҳои фотосинтезкунанда ва сианобактерияҳо хеле гуногун аст. Дар бактерияҳои пурпурӣ қариб 20 намуди каротиноидҳо ҷудо карда шудааст, ки бисёри онҳо аз гурӯҳи ксантофиллҳо мебошанд.

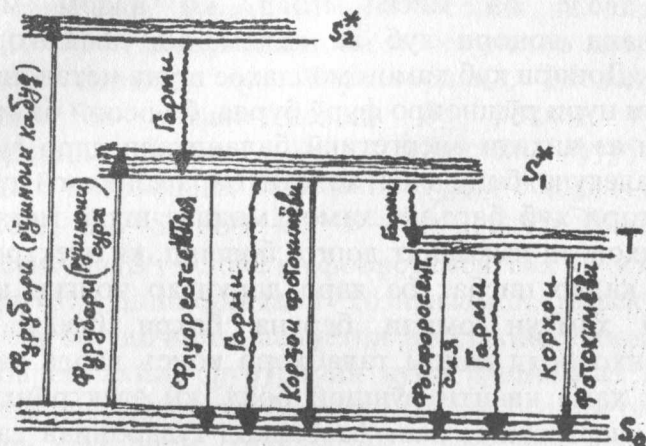
Бактерияҳои сабз аз рӯи таркиби каротиноидҳои худ, аз бактерияҳои пурпурӣ фарқ мекунанд. Дар бактерияи *Chloropseudomonas ethylica* ва як қатор намудҳои *Chlorobium* каротиноиди асосӣ хлорбактин мебошад. Ба ғайр аз хлорбактин дар бактерияҳои сабз лепротин ва β-изорениератин ва γ-каротин мушоҳида мешаванд.

Синобактерияҳо аз рӯи таркиби каротиноидҳои худ аз бактерияҳои фотосинтезкунанда ва аз каротиноидҳои

организмҳои эвкаротиини фотосинтезкунанда фарк мекунад. Каротиноиди асосии сианобактерия β -каротин, эхиненон ва миксоксантофилл (расми 26) мебошанд.



Расми 26. Формулаҳои сохтори баъзе каротиноидҳои бактерияҳои фотосинтезкунанда ва сианобактерия.



Расми 27. Дараҷаи ангезишӣ молекулаи хлорофилл: S_0 -дараҷаи синглети асосӣ; T -дараҷаи триплетӣ; S_1^* -дараҷаи ангезишии синглети якӯм; S_2^* -дараҷаи ангезишии синглети дуҷом.

5.3. ҶАРАЁНИ ФОТОФИЗИКИИ МИКРООРГАНИЗМҶОИ ФОТОСИНТЕЗКУНАНДА

Маълум аст, ки энергияи молекулаҳоро асосан энергияи электронҳо муайян мекунад, энергияи электронҳо бошад аз энергияи дар таркиби электронҳо буда вобастааст. Энергияи электронҳо бошад вобаста аз ҷойгиршавии онҳо дар фазои энергетикӣ муайян мешаванд. Чи қадаре, ки электрон аз мадори ядро дуртар ҷойгир шавад, нисбат ба электрони дар мадори ядро наздик ҷойгирифта энергияи зиёдтар дорад. Электронҳо метавонанд аз як меҳвар ба дигараш гузашта, энергия сарф кунанд. Ин гуна ҳаракатҳо дар вақти фурубарӣ ё ки ҷудокунии рӯшноӣ аз молекула мушоҳида мешаванд.

Ҳамин тавр, қобилияти фурубарии моддаҳо дарозии мавҷҳои рӯшноии муайяно, аз сохти молекулавӣ ва пеш аз ҳама аз ҷойгиршавии электронҳо дар меҳвари энергетикӣ вобаста аст.

Саволе ба миён меояд, ки кадом моддаҳо метавонанд донори хуб ва кадомашон аксепторӣ хуб шаванд. Донори хуб ҳамон моддаҳои шуда метавонанд, ки энергияи нури рӯшноиро фуру бурда, бо осонӣ ба меҳвари дуртари аз ҷиҳати энергетикӣ баландтари ядро гузашта, худи молекула бошад ба ҳолати барангезандагӣ гузарад. Актсепторӣ хуб баръакс ҳамон моддае шуда метавонад, ки атомҳои он имконият дошта бошанд, ки электронҳоро ҳар чи қадар нисбат ба ядро дарунтар ҷойгир кунанд. Рӯшноӣ ҳамчун омили беруна баҳри баҳаҷҷонорӣ электронҳо бояд кадом талабҳоро қонеъ карда тавонад. Пеш аз ҳама кванти рӯшноӣ бояд, ки электронҳоро аз ҳолати энергетикӣ паст ба баланд гузаронида тавонад. Ин фақат дар ҳамон ҳолат муяссар мешавад, ки фарқиати байни дараҷаи энергетикӣ электронҳо аз як меҳвар ба дигараш гузаштан ба энергияи кванти рӯшноӣ баробар бошад. Ба ин талабот молекулаҳои хлорофилл ва дигар пигментҳо, ки дарозии мавҷҳои 400-1100 нм фуру мебаранд, ҷавоб дода метавонанд.

Акнун рафти ҷараёни фурубарии нури рӯшноиро аз тарафи молекулаи хлорофилл дида мебароем (расми 27). Дар торикӣ молекулаи хлорофилл дар ҳолати оромӣ буда электронҳои он дар ҳолати дараҷаи синглетанд (S_0). Баъди фуру бурдани кванти нури рӯшноӣ аз тарафи молекулаи хлорофилл, як ҳиссаи ин кванти нури рӯшноиро яке аз электронҳо фуру бурда, ба дараҷаи баланди энергетикӣ ва молекулаи хлорофилл бошад ба ҳолати барангезандагӣ мегузарад.

Вобаста аз он ки кадом кванти энергияи нури рӯшноӣ фуру бурда шудааст, электрон метавонад ба дараҷаи гуногуни энергетикӣ барояд. Кванти нури рӯшноӣ кабуд электронро ба дараҷаи барангезандагӣ синглетӣ дуҷум ва кванти нури рӯшноӣ сурх бошад ба дараҷаи барангезандагӣ синглетӣ якҷум меорад. Давомнокии умри молекулаи хлорофилл дар ҳолати барангезандагӣ синглетӣ (S^*_1 ва S^*_2) бисёр кӯтоҳ аст (дар

ҳолати синглетии дуҷум $-10^{-12}-10^{-13}$ сония ва дар якҷум бошад $-10^{-3}-10^{-7}$ сония). Баъди ин молекулаҳои хлорофилл ба ҳолати аввалаи худ бармегарданд. Молекулаҳои хлорофилл ба ҳолати аввала бо роҳҳои гуногун бармегарданд, барои ҳамин энергияи фурубурдаи электронҳо метавонанд ба гармӣ табдил ёбанд (гузариш аз $S^x_2 \rightarrow S^x_1$, $S^x_1 \rightarrow S_0$, $S^x_1 \rightarrow T$, $T \rightarrow S_0$), ё ки ба намуди флюоресентсия ($S^x_1 \rightarrow S_0$) ё ки фосфоресцентсия ($T \rightarrow S_0$).

Аз рӯи нишондодҳои ҳозиразамон молекулаҳои хлорофилл бо занҷири нақлиётии электронҳо алоқаи зич дорад, барои ҳамин фурубарии нури рӯшноӣ аз тарафи молекулаи хлорофилл ва ба ҳолати барангезиши омадани он кори занҷири нақлиётии электронҳо роғоз мегардонад. Дар ин ҷо гузариши электронҳо аз дараҷаи $S^x_1 \dots S_0$ бо воситаи дараҷаи мобайни триплетӣ (T) хеле диққатҷалбкунанда аст. Чунки молекулаи пигмент дар ҳолати триплетӣ устувор буда (давомнокии умри он 10^{-7} то 10^{-3} сония мебошад) фаъолияти баланди кимиёвӣ дорад. Ин хусусиятҳо инмконият медиҳанд, ки бо як бовари ғуём, ки фаъолнокии фотокимиёвӣ молекулаҳои хлорофилл ба ҳолати триплетӣ алоқаманд мебошанд.

5.4. ҶАРАЁНИ ФОТОКИМИЁВИИ ФОТОСИНТЕЗИ БАКТЕРИЯҲОИ ФОТОСИНТЕЗКУНАНДА

Молекулаи хлорофиллҳое, ки дар ҳуҷайраҳои фотосинтетикӣ мачуданд аз ҷиҳати вазифа якхела нестанд. Миқдори асосии молекулаҳои хлорофилл қобилият доранд танҳо энергияи нури рӯшноиро фуру бурда, онро бо молекулаи ҳамсоя диҳанд. Фақат як миқдори ками молекулаҳои пигментҳое, ҳастанд, ки таассури фотокимиёвиро амалӣ гардонида метавонанд, яъне энергияи рӯшноиро ба энергияи кимиёвӣ мубаддал мекунанд, ки ин бо кори занҷири нақлиётии электронҳо (ЗНЭ) алоқаманд аст. Молекулаҳои хлорофилли махсусгардонидашуда дар растаниҳои олий $1/200-1/400$

хиссаи миқдори умумии хлорофиллҳои дар хучайра буда, сианобактерияҳо $-1/30-1/100$ ва бактерияҳои фотосинтезкунанда бошанд ин таносуб $1/25-1/50$ -ро ташкил медиҳанд.

Шаклҳои фаъоли фотохимии хлорофилли бактерияҳо гуногунанд. Мисол, бактерияҳои пурпурӣ бактериохлорофилли а, ин П890 ва дар бактерияҳои сабз-П840 мебошанд. Сианобактерияҳо ва растаниҳои олій бошанд, шакли фаъоли фотохимии хлорофилли а-П700 ва П680-ро дороанд.

Шаклҳои хлорофилли аз нуқтаи назари фотохимии фаъол ба таркиби маркази реаксионии фотохимии дохил мешаванд. Хусусияти молекулаҳои хлорофиллҳои марказӣ реаксионӣ дар он аст, ки онҳо бо моддаҳои ЗНЭ алоқамандӣ доранд. Пеш аз ҳама бо пайвастагиҳое, ки актсептори аввалаи электрон барои молекулаи хлорофилл ва пайвастагиҳое, ки донори электрон барои ҷои холигии молекулаи пигментро пурра кардан хизмат мекунанд, лозим аст.

Таассури фотохимии ҳамон вақт ба амал меояд, ки агар молекулаи хлорофилли фаъоли химии ба ҳолати барангезандагӣ гузарад. Ин ба қандашавии электрон аз молекулаи он ва пайвастшавии он ба ягон пайвастагии мобайни, ки вазифаи актсепторро иҷро мекунанд оварда мерасонад. Электрон аз молекулаи хлорофилл то актсептори якумин муқобили самти потенсиали оксиду-барқароршавӣ ҳаракат мекунад.

Потенсиали оксиду-барқароршавӣ қобилияти моддаҳои муайянеро меноманд, ки ҳам донор ва ҳам актсептор шуда метавонанд. Потенсиали моддаҳо гуногунанд. Мисол, потенсиали оксиду-барқароршавии $\text{H}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{H}^+ + 2\text{e}$ ба $-0,42$ В баробар аст. Ҷи қадре, ки $\xleftarrow{\quad}$ потенсиали оксиду-барқароршавии модда манфӣ бошад, ҳамон қадар ин модда қобилияти баланди барқароршавӣ дорад. Потенсиали оксиду-барқароршавии об

$$\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\leftarrow} 1/2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}$$
 ба +0,82 В баробар аст. Бузургии кувваи баланди мусбӣ қобилияти сусти додани электронҳоро аз молекулаи об нишон дода, аз дигар тараф қобилияти баланди электронҳоро қабул кардани оксигенро нишон медиҳад. Хамин тавр, мувофиқи маҳфуми потентсиали оксиду-барқароршавӣ барои ду ё ки якчанд системаи оксиду-барқароршавӣ электронҳо бе ёрии энергияи берунӣ, электронҳо аз системаи электроманфӣ ба самти системаи электромусбат ҳаракат мекунанд. Дар рафти таассури якӯми фотокимиёвӣ энергияи кванти рӯшноии фурубурдашуда ба муқобили самти потентсиали оксиду-барқароршавӣ ҳаракат карда, ба пайвастагии, ки вазифаи актсептори якӯмро иҷро мекунанд пайваст мешавад. Ин пайвастагӣ дар шакли барқароршуда якӯмин маҳсулоти кимиёвие мебошад, ки энергияи кванти рӯшноии фурубурдашуда захира мешавад.

Оиди масъалаи актсептори якӯми электронҳо то ҳол нуқтаи назари муайяне нест. Ба ақидаи баъзе тадқиқотчиён актсептори якӯми электронҳои бактерияҳои фотосинтезкунанда мумкин аст ферредоксин (сафедае, ки дар худ оҳан дорад ва потентсиали оксиду-барқароршавии он манфӣ буда, ба -0,43-0,49 В баробар аст) хинонҳо, ё ки птеридинҳо бошанд. Тахмин мекунанд, ки дар сианобактерияҳо актсептори якумин ферредоксин ё ки фитофлавин мебошад, сафедае, ки потентсиали баланди барқароршавӣ дорад.

Муддати дуру дароз ҳисоб мекарданд, ки дар обсабзҳои сабз ва растаниҳои олий актсептори якӯми электронҳо НАДФ⁺ ба шумор меравад, ки потентсиали он ба -0,32 В баробар аст. Баъдтар тадқиқотҳо нишон доданд, ки моддаи барқароршудае, ки дар рафти таассури фотокимиёвӣ ҳосил мешавад, потентсиали оксиду-барқароршавии он ба -0,6 В баробар аст. Аз сабаби он ки то ҳол табиати актсептори якӯмин исбот нашудааст, дар

бисёр ҳолатҳо онро бо Х ишора мекунад, ки потенсиали он тахминан $-0,6 \text{ В}$ ё ки каме пастар аст.

Баъди қабул кардани электрон аз тарафи актсептори якӯм, дар система алоқаи фазоӣ вайрон шуда, «афтиши» электронҳо ба амал меояд, ки «шӯълапошӣ» мекунад. Дар ҳучайраҳои зинда бошад як қатор гузаронандаҳои мушоҳида мешаванд, ки дар назди актсептори якӯм ҷойгиршудаанд ва электрон метавонад бо воситаи онҳо ба ҷойи аввали худ, молекулаи хлорофилл баргардад. Электронҳо дар занҷири гузаронандаҳо аз рӯи мувофиқати самти электрокимиёвӣ ҳаракат мекунад. Агар дар рафти бозгашти электронҳо ба воситаи занҷири гузаронандаҳо бо пайваستшавии фосфори ғайриузвӣ ба АДФ ҳосилшавии АСФ ба амал ояд, онро фосфорнокшавӣ меноманд. Агар фосфорнокшавӣ бо ҷоришавии даврии электронҳо гузарад онро фосфорнокшавии даврӣ меноманд.

Фосфорнокшавии даврӣ яке аз шаклҳои фосфорнокшавӣ буда, онро 1945 сол Д. Арнон кашф карда буд. Ӯ нишон дод, ки дар рафти фуру бурдани рӯшноӣ сохторҳои, ки пигмент доранд, бо иштироки АДФ ва P_i , молекулаи АСФ ҳосил мекунад. Дар ҳамон ҳел шароит, дар торикӣ ин ҳодиса ба амал наомад. Ҳамин тавр алоқаи байни рӯшноӣ ва фосфорнокшавӣ муайян карда шуд.

Нуқтаҳои, ки пайвастшавии даврии электрон ба фосфорнокшавӣ меорад, то ҳол пурра муайян нашудаанд, лекин натиҷаҳои аниқе ҳастанд, ки дар рафти ҳаракати даврии ду электрон як АСФ ҳосил мешавад. Маҳсулоти ягонаи фосфорнокшавии даврӣ ин АСФ мебошад. Лекин барои рафти ҷараёнҳои биосинтетикӣ ба ғайр аз АСФ инчунин НАДФ лозим аст, ки Д. Арнон онҳоро «қувваи ассимилятсионӣ» номид. Талабот ба барқароркунанда танҳо ҳамон вақт муайян карда мешавад, ки агар ягона сарчашмаи карбон барои ҷараёнҳои сохторӣ CO_2 хизмат кунад. Барои он ки CO_2 дар сохторҳои ҳучайра иштирок кунад, вай бояд то дараҷаи ангиштобҳо, липидҳо ва

сафедаҳо барқарор карда шавад. Мумкин дар рафти инкишоф фосфорнокшавии даврӣ барои ҳосил кардани энергияи иловагӣ, барои фосфорнокшавии субстратӣ ҳосил карда шуда бошад. Инкишофи баъдина бошад ба он овард, ки вай пурра нури рӯшноиро истифода бурда, дар роҳи интиқоли электронҳо ба ҳосилшавии АСФ ва барқароркунанда оварда расонд.

5.5. ҲОСИЛШАВИИ БАРҚАРОРКУНАНДА ДАР БАКТЕРИЯҲОИ ФОТОСИНТЕЗКУНАНДА

Дар бактерияҳои фотосинтезкунанда интиқоли даврии электронҳо, ки бо фосфорнокшавӣ алоқаманд аст, мушоҳида мешавад. Дар бораи роҳҳои ҳосилшавии барқароркунанда бошад, нуқтаҳои назар хеле гуногунанд. Мувофиқи яке аз онҳо, дар бактерияҳои фотосинтезкунанда интиқоли ғайридаврии электронҳо амал мекунад, ки дар натиҷаи кандашавии электрон аз молекулаи хлорофилл дигар ба он барнамегардад ва ба воситаи як қатор гузаронандаҳо (ферредоксин, флавопоротеид) ба молекулаи НАД⁺ дода мешавад. НАД⁺ яке аз моддаҳои марказии мубодилаи моддаҳои ҳучайра буда, дар бисёр таассурҳои табиати оксиду-барқароршавӣ дошта иштирок мекунад. Нишон дода шудааст, ки дар рафти таассурҳои фотокимиёвӣ, ҳам интиқоли даврии электронҳо (ИДЭ) бо ҳосилшавии АСФ ва ҳам интиқоли ғайридаврии электронҳо (ИҒДЭ) бо ҳосилшавии барқароркунанда НАД⁺ амалӣ мегарданд. Бо ақидаи баъзе тадқиқотчиён интиқоли ғайридаврии электронҳо дар бактерияҳои фотосинтезкунанда бо фото-фосфорнокшавӣ алоқаманд нест. Ҳосилшавии барқароркунанда дар рафти ИҒДЭ-и бактерияҳои сабзи сулфурдошта хеле хуб нишон дода шудааст.

Мувофиқи нуқтаи назари дуҷум ҳосилшавии барқароркунанда бевосита бо таассурҳои фотокимиёвӣ алоқаманд нест. Барқароркунанда дар натиҷаи интиқоли электронҳо (дар торикӣ) муқобили самти градиенти

электрохимийёвӣ аз донори экзогенӣ ба актсептори мувофиқ кашонда мешавад, ки дар натиҷа молекулаи НАД⁺ ҳосил мешавад. Кашондани электронҳо бошад муқобили самти градиенти электрохимийёвӣ аз ҳисоби энергияи молекулаи АСФ-е, ки дар ҷараёни фосфорнокшавии даврии электронҳо ҳосил шудааст амалӣ мегардад. Дар расми 28 ду роҳи эҳтимолияти ҳосилшавии барқароршаванда ва роҳҳои интиқоли электронҳо нишон дода шудааст. Эҳтимолияти ҳосилшавии роҳҳои барқароршаванда яқдигарро инкор намекунад ва дар бактерияҳои фотосинтезкунанда ҳар ду ҷараён амал мекунад.

5.6. ТАБИАТИ ДОХИЛИИ ДОНОРҲОИ ЭЛЕКТРОНҲО ДАР ФОТОСИНТЕЗИ БАКТЕРИЯҲО

Дар рафти интиқоли ғайридаврии электронҳо, электрони аз молекулаи хлорофилл кандашуда дигар ба он барнамегардад (чуноне, ки дар рафти ИДЭ дида шуд) ва аз аксептори X ба воситаи дигар гузараонандаҳо ферредоксин, флавопротеид, НАД⁺ гузаронида шуда, аз НАД⁺ электрон дар системаи таассурҳои табиати барқароркунандадошта истифода бурда мешавад.

Дар натиҷаи кандашавии электрон дар молекулаи хлорофилл ҷойи ҳолӣ «сурухӣ» пайдо мешавад. Барои он ки молекулаи пигмент ғайриҷаҳиши худро давом диҳад бояд, ин сурухӣ пур карда шавад. Дар бактерияҳои фотосинтетикӣ барои ин мақсад селлаи электронҳо ташаккул ёфтаанд, ки донори онҳо моддаҳои дохилии бо осонӣ оксид шаванда истифода бурда мешавад.

Ба сифати моддаҳои экзогенӣ донори электронҳо, бактерияҳои фотосинтезкунанда пайвастагиҳои узвӣ ва ғайриузвиро истифода мекунад. Натиҷаи ҳамаи маҷмӯи ҷараёнҳои дар боло гуфташуда ин ҳосил кардани қувваи ассимилятсионӣ дар намуди маҳсулотҳои устувори АСФ ва НАД·Н₂ мебошад.

Дар давраҳои аввали ташаккули ҳуҷайра вақте ки дар муҳити берун миқдори пайвастиҳои узвӣ барқароршуда кифоя буданд, энергияи нури рӯшноӣ ба сифати сарчашмаи энергияи иловагӣ истифода бурда мешуд. Барои амали шудани ин вазифа энергияи нури рӯшноӣ бояд ба энергияи кимиёвӣ шакли АСФ мубаддал шавад. Ин дар рафти интиқоли даври электронҳо мушоҳида мешавад.

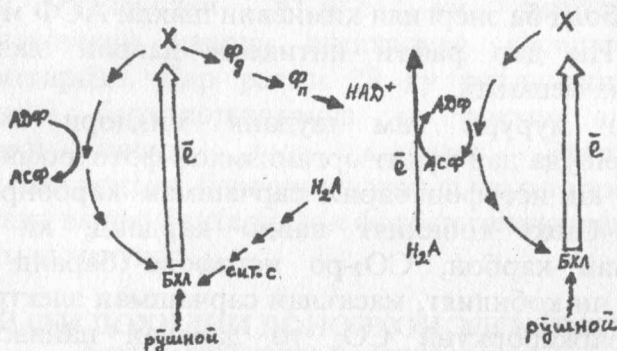
Бо мурури кам шудани миқдори моддаҳои барқароршуда дар муҳит организмҳои фототрофӣ маҷбур шуданд, ки истифодабарии сарчашмаи карбонро васеъ кунанд. Онҳо қобилият пайдо карданд, ки ҳамчун сарчашмаи карбон, CO_2 -ро истифода баранд. Пайдо кардани ин қобилият, масъалаи сарчашмаи электронҳоро барои барқароркунии CO_2 то дараҷаи пайвастиҳои барқароршудаи карбонии барои ҳуҷайра лозимиро ба вуҷуд овард. Энергияи рӯшноӣ на ин ки барои ҳосилшавии АСФ балки барои ҳосилшавии барқароркунанда ҳам истифода мешуд, яъне роҳи интиқоли ғайридаври электронҳо ташаккул ёфт.

5.7. СИАНОБАКТЕРИЯҲО ВА ТАШАККУЛИ ҲУҶАЙРА ФОТОСИСТЕМАИ ДУОМ

Яке аз қадамҳои ба пеш гузоштаи микро-организмҳо ба сифати донори экзогении электронҳо истифода кардани пайвастиҳои барқароркунандаи сулфур ба ҳисоб меравад. Лекин барои организмҳо моддае лозим буд, ки дар ҳамачо паҳн шуда бошад. Барои ҳамин қадами дигар, ин пайдо кардани қобилияти истифодабарии об ба сифати донори экзогении электронҳо буд.

Лекин потенсиали оксиду-барқароршавии системаи об-оксиген ба $+0,82$ В баробар аст. Барои ҳамин, ҷои электрони холишудаи молекулаи хлорофилли маркази реаксионӣ, дар рафти интиқоли ғайридаври электронҳо наметавонад бо электронҳои об пур карда шавад. Барои он ки электронҳои об истифода шаванд, онҳоро бояд ба

дараҷаи энергетикӣи баландтар баровардан лозим аст, яъне то дараҷаи молекулаи хлорофилл (дар ҳолати оромӣ потенсиали оксиду-барқароршавии хлорофилл П700 тахминан +0,4 В мебошад).



Расми 28. Ҳосилшавии барқароркунанда ва ЗНЭ-и бактерияҳои фотосинтезкунанда: Бхл-бактериохлорофилл; Фд-ферредоксин; Фп-флавопротеид; НАД⁺ никотинамидадениндинуклеотид; АСФ-аденозинсефосфат; Н₂А-донори экзогенӣи электрон (водород).

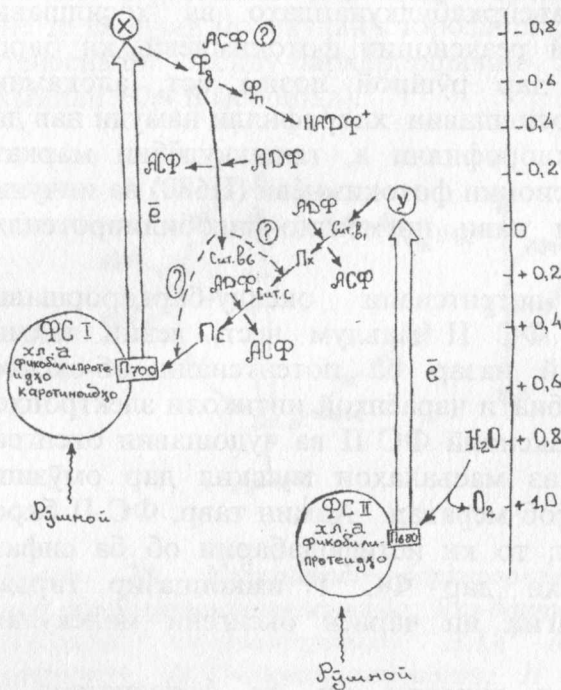
Табиат ин масъаларо бо роҳи сохтани системаи иловагии пигментӣ, ки онро фотосистемаи дуюм меноманд (ФС II) ҳал намуд. Вазифаи ФС II дар он аст, ки электрони аз молекулаи об кандашударо ба дараҷаи энергетикӣи муайян бароварда, онро бо ФС I пайваст кунад. Ҳосил шудани ФС II дар як даври муайяни инкишофи организмҳои прокариотӣ ба амал омад. Чӣ тавр ташакулёбии он маълум нест, фақат то даври мо як гурӯҳи организмҳои прокариотие расиданд, ки ФС II-и онҳо аллакай ташакулёфта мебошанд ва ҷараёни фотосинтези онҳо сифатан назар ба бактерияҳои фотосинтезкунанда дар дараҷаи баландтар аст, ки онҳоро сианобактерияҳо меноманд.

Ташаккулёбии ФС II пеш аз ҳама бо пайдошавии гурӯҳи нави таъсирқабулкунандаҳо ва ҳосилшавии марказҳои фаъоли реаксионии фотокимиёвӣ, ки барои таъзияшавии об дар рӯшноӣ лозим аст, алоқаманд мебошад. Ин ба ҳосилшавии хлорофилли намуди нав дар сианобактерияҳо-хлорофилли а, ташаккулёбии маркази нави фаъоли реаксионии фотокимиёвӣ (P680) ва инчунин ба амал оиди синфи нави пигментҳо-фикобилипротеидҳо оварда расонд.

То ҳол потенсиали оксиду-барқароршавии маркази фаъоли ФС II маълум нест, лекин тахмин мекунам, ки вай назар ба потенсиали об-оксиген мусбаттар аст. Табиати ҷараёнҳои интиқоли электронҳои об ба маркази реаксионӣ ФС II ва ҷудошавии оксигени молекулавӣ, яке аз масъалаҳои мушкил дар омӯзиши фотосинтез ба ҳисоб меравад. Ҳамин тавр, ФС II барои он сохта шудааст, то ки истифодабарии об ба сифати донори электронҳо дар ФС I имконпазир гардад. Маҳсулоти иловагии ин ҷараён оксигени молекулавӣ мебошад.

Якҷоя амал кардани ин ду фотосистема ва ҷудошавии оксигени об, яке аз намудҳои асосии энергетикӣ мубодилаи шаклҳои ҳаётии олии шуда, дар замони ҳозира дар системаи энергетикӣ олами зинда бартари дорад.

Интиқоли электронҳо дар ЗНЭ-и фотосинтези сианобактерияҳо дар расми 29 нишон дода шудааст.



Расми 29. Занҷири нақлиётии электронҳо ва фосфорнокшавӣ дар фотосинтези сианобактерияҳо. P_{680} -маркази реаксионии ФС II; Y-аксептори аввалии электронҳои ФС II; Сит-ситохром; Пк-пластохинон; Пс-пластосианин; P_{700} -маркази раеаксионии ФС I; X-аксептори электронҳои ФС I; Фд-ферредоксин; Фп-флавопротеид; НАДФ-никотинамидадениннуклеотид-дуросфат.

Дар натиҷаи таассурҳое, ки бо ФС II алоқамандӣ доранд, об таҷзия мешавад.



Рӯшноие, ки таъсирқабулқунандаҳои ФС II-фикобилипротеидҳо ва хлорофилли а-ро фуру мебаранд, ба маркази реаксионии P_{680} дода, мешавад. Электрони

молекулаи маркази реаксионӣ аз ҳисоби фурудории энергияи рӯшноӣ муқобили самти электрокимиёвӣ ҳаракат карда, ба моддаи номаълум У пайваст мешавад.

Молекулаи оксидшудаи маркази реаксионии ФС II аз ҳисоби электронҳои об аз нав барқарор мешавад. Электрон аз акцептори У ба воситаи занҷири гузаронандаҳо ба молекулаи маркази реаксионии ФС I гузашта, ҳолигии онро пур мекунад, ҳамин тавре, ки дар фотосинтези бактерияҳои фотосинтезкунанда мушоҳида карда будем. Интиқоли электрон аз моддаи У то маркази реаксионии ФС I ҷараёне мебошад, ки дар торикӣ мегузарад. Вай аз якҷанд таассурҳо иборат буда, вобаста аз пастшавии потенсиали барқароркунанда мегузарад. Интиқоли электронҳо дар ин қисм тахминан дар як-ду ҷойи он бо фосфорнокшавӣ оварда мерасонад.

Электрони баҳаяҷномадаи молекулаи маркази реаксионии ФС I (молекулаи маркази реаксионии сианобактерия хлорофилл а мебошад, ки онро бо P_{700} ишора мекунад), муқобили самти электрокимиёвӣ ҳаракат карда ба молекулаи Х пайваст мешавад, ки потенсиали оксиду-барқароршавии он ба $-0,6$ В баробар аст. Аз моддаи Х электрон ба воситаи занҷири гузаронандаҳо (ферредоксин, флавопоротеид) гузашта ба молекулаи НАДФ- H_2 пайваст мешавад ($E_0 = -0,32$ В). Интиқоли ду электрон аз моддаи Х ба НАДФ $^{+}$ ба ҳосилшавии як молекулаи АСФ оварда мерасонад. Молекулаҳои барқароршудаи, НАДФ бошанд ҳамчун донор дар ҷараёнҳои гуногуни биосинтетикӣ, пеш аз ҳама барқароркунии CO_2 иштирок мекунад. Натиҷаи таассурҳои фотокимиёвӣ фотосинтези сианобактерияҳо ҳосилшавии «қувваҳои азхудкунанда» - НАДФ- H_2 ва АСФ мебошанд.

Ҳисоб карда шудааст, ки барои барқарор кардани як молекулаи CO_2 , молекулаи пигменти сианобактерияҳо 8-10 кванти нури рӯшноиро фуру мебарад. Барои кашондани як электрон аз об ба НАДФ $^{+}$ бошад ду кванти

нури рӯшноӣ лозим аст. Барқароршавии молекулаи НАДФ⁺ бошад бо истифодабарии ду электрон, яъне чор кванти нури рӯшноӣ мегузарад. Барои азхудкунии як молекулаи СО₂ дар даври Калвин ду молекулаи НАДФ-Н₂, яъне ҳашт кванти нури рӯшноӣ лозим аст. Барои азхудкунии як молекулаи СО₂ дар даври Калвин се молекулаи АСФ лозим аст, ки ду молекулааш дар таассури барқароркунии ду молекулаи ТФГ ва яктоаш дар таассури фосфорнокшавии рибулозо-5-фосфат истифода мешаванд.

5.8. РОҶҶОИ ИСТИФОДАБАРИИ СО₂ ДАР МИКРООРГАНИЗМҶОИ ФОТОСИНТЕЗКУНАНДА

Оҳиста-оҳиста ба охир расидани захираҳои пайвастагиҳои кимиёвӣ муҳити зист дар пеши микроорганизмҳо: якум чувствҷӯи сарчашмаҳои энергияи нав, дуум сарчашмаҳои нави карбонро гузошт. Дар ҳолати якум ин ба истифодабарии нури рӯшноӣ ва дуум ба истифодабарии гази карбон оварда расонд. Ҳоло хеле ҳуб маълум аст, ки организмҳои зиёди гетеротрофӣ СО₂-ро истифода бурда, бо ёрии таассурҳои муайяни ферментативӣ ба мубодилаи моддаҳои ҳудашон дохил мекунанд. Якчанд таассурҳои корбоксилнокишавӣ маълуманд.

Дар чадвали 6-ум баъзе таассурҳои дохилшавии СО₂ ба мубодилаи моддаҳои ҳуҷайраи гурӯҳҳои гуногуни микроорганизмҳои хемогетеротрофӣ оварда шудааст.

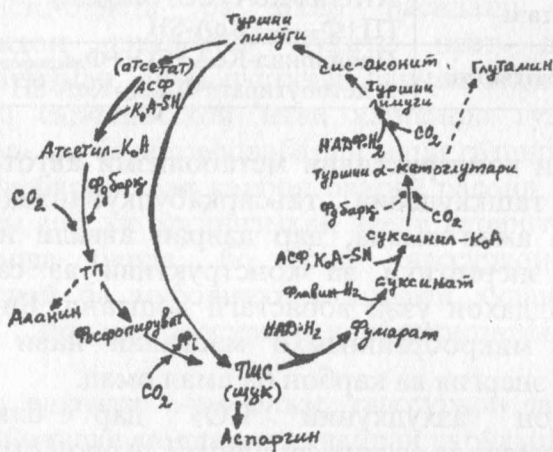
Доҳилшавии CO_2 ба мубодилаи моддаҳои гуруҳи гуногуни
микроорганизмҳои хемогетеротрофӣ.

Фермент	Таассурҳо
Пируваткарбоксилаза	$\text{ТП} + \text{CO}_2 + \text{АТФ} \longrightarrow \text{ТШС} + \text{АДФ} + \text{Ф}_i$
ФЕП-карбоксилаза	$\text{ФЕП} + \text{CO}_2 + \text{АДФ} \longrightarrow \text{ТШС} + \text{АСФ}$
ФЕП-карбоксилаза	$\text{ФЕП} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{ТШС} + \text{Ф}_i$
ФЕП-карбокситранс-фосфорилаза	$\text{ФЕП} + \text{CO}_2 + \text{Ф}_i \longrightarrow \text{ТШС} + \text{Ф}_i$
Малатдегидрогеназа	$\text{ТП} + \text{CO}_2 + \text{НАДФ} \cdot \text{H}_2 \longrightarrow \text{ТС} + \text{НАДФ} +$
Пируватсинтаза	$\text{Атсетил-КоА} + \text{CO}_2 + \text{Ф}_{\text{барқарор}} \longrightarrow \text{ТП} + \text{Ф}_{\text{доксид}} + \text{КоА-SH}$
α -кетобутиратсинтаза	$\text{Пропионил-КоА} + \text{CO}_2 + \text{Ф}_{\text{дбарқарор}} \longrightarrow \alpha \text{ кетобутират} + \text{Ф}_{\text{доксид}} + \text{КоА-SH}$

Тарзи конструктивиї метабализми автотрофӣ дар баробари ташкулёбии таъсирқабулкунандаҳои нури рӯшноӣ ба амал омада, дар давраи аввали инкишофи ҷараёнҳои энергетикӣ ва конструктивӣ аз сарчашмаи яхелаи моддаҳои узвӣ вобастагӣ доштанд. Бинобар ин дар назди микроорганизмҳо масъалаи нави ҷустуҷӯи сарчашмаи энергия ва карбон ба амал омад.

Роҳҳои азхудкунии CO_2 дар бактерияҳои фотосинтезкунанда аз тарафи олим Д. Арнон омӯхта шуд. Дар як қатор бактерияҳои фотосинтезкунанда (бактерияҳои сабзи сулфурдори авлоди *Chlorobium* ва баъзе бактерияҳои пурпурӣ) механизми азхудкунии CO_2 мушоҳида карда шуд, ки дар асоси он таассурҳои барқароркунии карбоксилнокшавии туршиҳои узвӣ қарор дорад. Ин механизми даврӣ, номи даври барқароршавии туршиҳои карбонӣ ё ки даври Арнонро гирифтааст (расми 30). Дар даври Арнон CO_2 дар чор таассури ферментативӣ қайд карда мешавад, ки ду таассури он бо иштироки ферредоксини барқароршуда мегузарад.

- 1) атсетил КоА+СО₂ + Ф_{дбарқарор}. → ТП +
+Ф_{доксид}.+ КоА- SH;
- 2) ФЕП+СО₂→ТШС+Ф_i
- 3) суксинил КоА+СО₂+Ф_{дбарқарор}. →туршии α -
кетоглутарӣ+Ф_{доксид}.+КоА- SH;
- 4) туршии α - кетоглутарӣ +СО₂+НАДФ·Н₂
→туршии изолимуғӣ +НАДФ⁺



Расми 30. Даври Арнон

Дар рафти як гардиши давр аз 4 молекулаи СО₂, 10 атоми гидроген ва 3 молекулаи АСФ як молекулаи ТШС ҳосил мешавад.

Дигар рохи ин давр маълум аст, ки дар натиҷаи он ду молекулаи СО₂ аз худ карда шуда, барои барқароркунии онҳо 8 атоми гидроген ва як молекулаи АСФ истифода

бурда мешавад. Дар ин ҳолат маҳсулоти охирини давр, атсетат дар шакли атсетил-КоА ҳосил мешавад, ки барои сохторҳои моддаҳои ҳуҷайравӣ истифода мешавад. Азхудкунии CO_2 дар даври Арнон навигарӣ нест, чунки ин механизм дар организмҳои хемогетеротрофӣ мушоҳида шудааст. Аз нуқтаи назари инкишоф, навигарӣ дар он аст, ки таассурҳои ферментативии ин давр дар як пайдарҳамии муайян ҷойгир мешаванд ва даври анҷом меёбанд.

Механизми азхудкунии CO_2 -е, ки Д. Арнон бо коргарони худ мушоҳида карда буд, дар байни прокариотҳои фотосинтезкунанда, он қадар васеъ паҳн нашуд. Ин механизм фақат дар бактерияҳои пурпурӣ мушоҳида шуду тамом.

Дар бактерияҳои фотосинтезкунанда дигар механизми азхудкунии CO_2 -ки онро даври барқароршавии пентозофосфатӣ ё ки даври Калвин меноманд мушоҳида карда шуд. Ақидае ҳаст, ки гӯё даври Арнон ва Даври Калвин дар баъзе бактерияҳои пурпурӣ ва намудҳои *Chlorobium* якҷоя амал мекунанд, ки даври Арнон асосан ҳуҷайраро бо туршиҳои аминӣ ва даври Калвин ҳуҷайраро бо ангиштобҳо таъмин мекунанд.

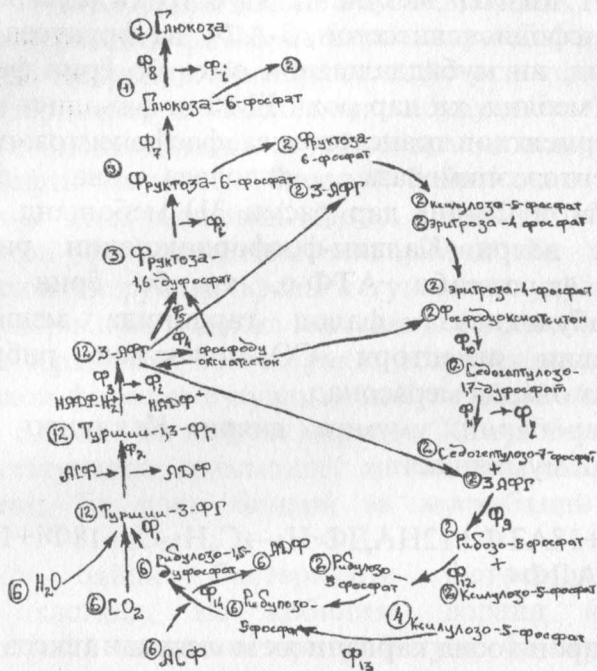
Даври Калвинро роҳи асосии азхудкунии CO_2 -и прокариотҳои фотосинтезкунанда меноманд. Бо роҳи таҷриба нишон дода шуд, ки даври Калвин роҳи асосии азхудкунии CO_2 барои ҳамаи растаниҳои оливи фотосинтезкунанда буда, дар бактерияҳои фотосинтезкунанда ҳосил шудааст. Дар дигар гурӯҳи калони прокариотҳои фотосинтетикӣ сианобактерияҳо – ин ягона роҳи автотрофии азхудкунии CO_2 мебошад. Пайдарҳамии таассурҳои ферментативие, ки ба азхудкунии CO_2 ва ба ҳосилшавии молекулаи гексоза оварда мерасонад, солҳои 50-уми асри гузашта олими амрикоӣ М. Калвин кашф карда буд.

Фарқияти асосии роҳи азхудкунии CO_2 дар даври Калвин ин табиати кимиёвии аксептори нав мебошад. То ҳол дар тамоми таассурҳои нишондодашуда аксептори

CO₂ туршиҳои узвӣ буданд. Дар даври Калвин аввалин бор акseptори CO₂ моддаи табиати ангиштобдошта, молекулаи фаъоли пентоза хизмат мекунад.

Роҳи ферментативие, ки ба ҳосилшавии пентозофосфат оварда мерасонад аллакай дар роҳи ГМФ-и ферменти нави ҳеле нодир, ки дар дигир роҳҳои мубодилаи моддаҳои иштирок намекуанд: фосфорибулокиназа ва рибулозодуфосфаткарбоксилаза (РБФК) мушоҳида мешаванд. Ферменти яқум, барои фаъолгардонии молекулаи акseptор бо роҳи дубора фосфорноккунӣ ва ферменти дуюм бошад, таассури пайвастишавии молекулаи CO₂-ро бо акseptори он рибулоза-1,5-дуфосфат фаъол мегардонад. Баъдтар бошад молекулаи гексозаро ба ду молекулаи ЗТФГ таҷзия мекунад, ки дар яке аз гурӯҳи карбоксии он карбони CO₂ мавҷуд аст.

Молекулаи ҳосилшудаи ЗТФГ баъди яқчанд мубаддалшавиҳои ферментативии пайдарҳам, ба ҳосилшавии молекулаи гексоза оварда мерасонад. Ин мубаддалшавиҳо таассурҳои роҳи гликолитикиро ба хотир меоранд, вале самти равиши онҳо ба дигар тараф раवонаанд (ферменти Ф₂-Ф₅ ва Ф₇-и расми 31).



Расми 31. Даври Калвин

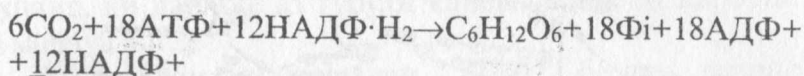
Φ_1 – рибулозодуфосфаткарбоксилаза; Φ_2 – фосфоглитсераткиназа; Φ_3 – глитсералдегид-3-фосфат-дегидрогеназа; Φ_4 – триозофосфат-изомераза; Φ_5 – фруктоза-1,6-дифосфаталдолаза; Φ_6 – 1,6-фосфофруктозофосфатаза; Φ_7 – глюкозофосфат-изомераза; Φ_8 – глюкозо-6-фосфатаза; Φ_9 – транскеталаза; Φ_{10} – алдолаза; Φ_{11} – дифосфатаза; Φ_{12} – фосфонентозо-изомераза; Φ_{13} – фосфонентозо-эпимераза; Φ_{14} – фосфорibuлокиназа.

Бояд қайд кард, ки таассури барқароршавии туршии-1,3 ФГ то 3-АФГ, ки бо ёрии глитсералдегид-3-фосфат-дегидрогеназа фаъл гардонид мешавад, дар бактерияҳои фотосинтетикӣ аз НАДФ·Н₂ вобастааст.

Барои он ки механизми даври Калвин кор кунад, лозим аст, доимо молекулаи-акцептори CO₂ аз нав ҳосил карда шавад. Тамоми таассурҳои ферментативии дигари давр барои азнавсозии акцептори CO₂-рибулозо-1,5-

дуфосфат хизмат мекунад. Субстратӣ аввала дар ин ҳолат фосфодиоксиатсетон, 3-АФГ ва фруктоза-6-фосфат мебошанд, ки мубаддалшавии онҳо бо ёрии ферментҳое ба амал меоянд, ки дар роҳи ГМФ-и фаъолият мекунад. Инҳо ферментҳои транскетолаза, фосфопентозоизомераза, фосфопентозоэпимераза, алдолаза ва фосфатаза (ферментҳои Φ_9 - Φ_{13} дар расми 31) мебошанд. Таассури охирини даври Калвин-фосфорнокшавии рибулозо-5-фосфат аз ҳисоби АТФ-е, ки бо ёрии ферменти фосфоррибулокиназа фаъл гардонида мешавад, ба ҳосилшавии аксептори CO_2 -молекулаи рибулозо-1,5-дуфосфат оварда мерасонад.

Баробарии умумии даври Калвинро ин тавр навиштан мумкин аст:



Барои ҳосил кардани як молекулаи гексоз аз CO_2 6-то гардиши давр лозим аст.

Ҳоло маълум аст, ки даври Калвин механизми асосӣ авфотрофии азхудкунии CO_2 ба ҳисоб меравад. CO_2 бошад бо ёрии таассурҳои фотокимиёвӣ қувваҳои асимиллятсионӣ (АСФ ва $\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$) барқарор карда мешавад. Лекин АСФ ва барқароркунанда $\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$ ё ки $\text{НАД} \cdot \text{H}_2$ маҳсулотҳои марказӣ буда дар мубодилаҳои гуногуни ҳучайра ҳосил мешаванд. Барои ҳамин механизми даври Калвинро фақат ба фотосинтез нисбат додан мумкин нест.

Барои гурӯҳи зиёди микроорганизмҳои хемоавтотрофӣ ин роҳи азхудкунии CO_2 бо ҷараёнҳои торикии оксидшавии азхудкунии энергия мувофиқат мекунад.

5.9. ГУРҶҲИ БАКТЕРИЯҲОИ ФОТОСИНТЕЗКУНАНДА

Бактерияҳои фотосинтезкунандаро ба ду гурӯҳи асосӣ чудо мекунамд: бактерияҳои фотосинтезкунада ва сианобактерияҳо ё ки обсабзҳои кабуду-сабз. Фарқияти физиолого-биокимиёвӣ ин гурӯҳҳо ҳамон қадар зиёд аст, ки дар рафти инкишофи биологӣ байни онҳо тафовути хеле калон дида мешавад. Ҳоло зиёда аз 50 намуди бактерияҳои фотосинтетикӣ маълуманд. Ба ин гурӯҳ бактерияҳои аз рӯи морфологи гуногун: кулӯла, чӯбча, илтиво, вибриён ва ғ. дохил мешаванд. Дар мобайни онҳо намудҳои серҳаракат ва беҳаракат воমেҳӯранд. Андозҳои бактерияҳои фотосинтезкунанда аз 1 то 20-50 мкм дарозӣ ва 0,3 то 6,0 мкм ба паҳноӣ мерасад. Ҳамаи бактерияҳои фотосинтезкунанда грамманфӣ мебошанд, спора ҳосил намекунамд, бо роҳи бинарӣ ва муғчабандӣ афзоиш меёбанд.

Дар байни бактерияҳои фотосинтезкунанда шаклҳои ҳастанд, ки қобилият доранд бо роҳи фотоавтотрофӣ ва хемогетеротрофӣ умр ба сар баранд. Бактерияҳои фотосинтезкунада дар шароити муайян метавонанд миқдори муайяни пайвастагиҳои узвиро ба сифати сарчашмаи карбон истифода кунанд.

Сарчашмаи нитроген барои ҳамаи бактерияҳои фотосинтезкунанда нитрогени аммоний ҳисоб мешавад. Лекин дар намудҳои алоҳида истифодабарии нитрогени нитратҳо мушоҳида мешавад. Баъзе намудҳои бактерияҳои пурпурӣ ва сабз метавонанд ба сифати сарчашмаи нитроген мочевина ва туршиҳои аминиро истифода кунанд, ин гурӯҳи бактерияҳо инчунин қобилияти фуру бурдани нитрогени хаворо доранд.

Мубодилаи энергетикӣ бисёр бактерияҳои фотосинтезкунанда аз рӯшноӣ вобаста аст. Лекин барои як қатор бактерияҳои бесулфур ва намояндагони бактерияҳои пурпурии сулфурдошта дар муҳити моддаҳои узвӣ дошта дар торикӣ расиш мушоҳида мешавад. Расиши торикӣ ин гуна бактерияҳо дар хузури оксиген

мегузарад, яъне ки дар ин шароит бактерияҳо энергияи лозимиро аз ҳисоби ҷараёнҳои оксидшавӣ мегиранд. Дар баъзе бактерияҳои пурпурӣ даврӣ туршиҳои секарбона (ДТС) ва ЗНЭ мушоҳида карда мешавад.

Ҳамин тавр, аз нуктаи назари, ба даст овардани имкониятҳои энергетикӣ ва конструктивӣ, бактерияҳои фотосинтезкунанда хеле гуногунанд.

Муҳити зисти бактерияҳои фотосинтезкунанда обҳои шӯр, обҳои чашмаҳои сулфурдор, ҳавзҳо ва кӯлҳо мебошанд.

Ҳамин тавр шароити хоси фаъолияти микроорганизмҳо имконият додаст, ки то замони мо шакли худро нигоҳ доранд. Барои ҳамин онҳо ҳамчун ибтидои инкишоф, роҳи ташаккулёбии аппарати биологӣ, қобилияти аз худ кардани нури рӯшноӣ ва механизми автотрофии аз худ кардани CO_2 -ро доранд.

Сианобактерияҳо. Гурӯҳи сианобактерияҳо зиёда аз 1,5 ҳазор намудро дар бар мегиранд, ки ҳамагӣ 70 намуди онҳо каму беш омӯхта шудааст. Мушкилии ин пеш аз ҳама бо он вобастааст, ки ҳосил кардани сианобактерияҳо дар киштӣ тозаии алоҳида хеле мураккаб аст, чунки риштаи сианобактерияҳо бо қабати ғафси луобӣ печонида шудааст, ки организми бактериявиро пинҳон мекунад. Гурӯҳи сианобактерияҳо ҳамагӣ 2% омӯхта шудааст, барои ҳамин ба ҳамаи гурӯҳ баҳо додан душвор аст.

Сианобактерияҳо гурӯҳи организмҳои мебошад, ки ҳам аз ҷиҳати физиологӣ ва ҳам аз морфологӣ хеле нодир мебошанд. Дар бораи *Normogoneae* мо пештар (сах. 99) шинос шуда будем. Қайд кардан лозим аст, ки маҳз дар сианобактерияҳо мо бо сохторҳои алоҳидае шинос шудем, ки онҳо инкишофи ояндаи худро дар шаклҳои олиии ҳаёти организмҳо такмил додаанд. Дар ин гурӯҳи прокариотҳо мо қадамҳои аввалинро ба самти бисёрхуҷайравӣ ва дифференсиатсияшавии байни хуҷайраҳои организмҳо мушоҳида мекунем.

Гурӯҳи сианобактерияҳо, пеш аз ҳама, аз нуқтаи назари гуногунии физиологии онҳо ба мо ҷолиби диққатанд. Дар ин гурӯҳи организмҳо он намуди энергетикӣ ба амал омадааст, ки дар оянда тарзи ҳосил кардани энергияи организмҳои олийгардид, ин фотосинтез мебошад, ки дар асоси он ду фотосистема кор карда ба ҷудокунии O_2 оварда мерасонад.

Мубодилаи конструктиви сианобактерияҳо назар ба бактерияҳои пурпурӣ ва бактерияҳои сабзи сулфурдор як қадаме ба пеш аст. Сианобактерияҳо барои сохтори ҳамаи моддаҳои хуҷайравӣ пайвастагиҳои соддаи ғайриузвӣ CO_2 -ро ба сифати сарчашмаи ягонаи карбон; шаклҳои соддаи нитрогени-аммонийгӣ, намаки нитрат, нитрогени молекулавӣ; намакҳои маъдани-сарчашмаи фосфорӣ, сулфурӣ, магний, оҳан, микроэлементҳо; обро истифода мебаранд. То имрӯз қариб 100 намуди сианобактерияҳо маълуманд, ки қобилияти аз худ кардани нитрогени молекулавиро доранд. Сианобактерияҳо дар пирахҳо, чашмаҳои гарми ҳарораташ $70-80^{\circ}C$ мушоҳида мешаванд. Аз рӯи тадқиқотҳои илмӣ сианобактерияҳо аввалин организмҳои мебошанд, ки дар рӯи Замин аз он вақте ҳаёт пайдо шуда буд, маскан гирифтаанд. Сианобактерияҳо аз моддаҳои мураккаби узвӣ муҳити берун вобастагӣ надоранд. Қобилияти аз моддаи содда CO_2 , N_2 ва намакҳои маъданӣ сохтани бадани худ онро нишон медиҳад, ки дараҷаи инкишофи биосинтетикӣ онҳо хеле баланд буда системаи ферментативӣ хуб доранд.

Вақтҳои охир омӯзиши сианобактерияҳо вобаста бо аҳамияти таҷрибавӣ доштани онҳо хеле пеш рафта истодааст. Фаъолияти сианобактерияҳо ба тағйирёбии муҳити зист оварда мерасонад, яъне бойшавии моддаҳои узвӣ ва нитроген. Мисол, шаклҳои нитрогеназхудкунандаро барои баланд бардоштани ҳосилхезии заминҳои шолӣ дар Ҳиндустон, Чапон ва Чин васеъ истифода мебаранд.

БОБИ VI ОКСИГЕНИ МОЛЕКУЛАВӢ, ҲАМЧУН ОМИЛИ ТАКОМУЛИ ОЛАМИ ЗИНДА

Дар замони ҳозира ба ҳама маълум аст, ки оксигени молекулавии ҳаво пайдоиши биологи дорад. Пайдоиши он бевосита бо ташаккулёбии намуди нави фотосинтезе, ки ба сифати донори электронҳо молекулаи H_2O истифода мебарад, вобаста аст.

Дар шароити аввалаи Замин, то ба вучуд омадани оксигени аз ҳисоби микроорганизмҳои фотосинтезкунанда ҷудошуда, сарчашмаи ягонаи оксигени озод таассури фотолизи бӯғи об дар зери таъсири нурҳои ултрабунафш ба ҳисоб мерафт. Лекин миқдори оксигене, ки дар натиҷаи вайроншавии об дар зери таъсири рӯшноӣ ба амал меомад, хеле кам буд. Оксигени ҳосилшуда барои оксидшавии газҳои ҳаво ва барқароркунӣ маъданҳое, ки дар таркиби қишри Замин дохил мешаванд, истифода мешуд.

Аз организмҳое, ки дар замони ҳозира ҷараёни фотосинтезро амалӣ мегардонанд, яке аз шаклҳои соддатарини он дар сианобактерияҳо мушоҳида мешавад. Сианобактерияҳо ягона гурӯҳи прокариотҳои фотосинтезкунандае мебошанд, ки ҷудошавии оксигенро аввалин бор ба онҳо, ё ки пешавлоди онҳо алоқаманд мекунанд.

То пайдо шудани эвқариотҳои фотосинтезкунанда, пеш аз ҳама растаниҳои олий, миқдори оксигени озод дар ҳаво хеле кам буд. Ҳозир бошад дар ҳаво миқдори оксиген 21%-ро ташкил медиҳад. Ҳисоб карда шудааст, ки барои гузаштани организмҳо аз ҷараёни туршавӣ ба ҷараёни нафаскашӣ ҳамагӣ 0,2% миқдори оксиген лозим аст. Пайдоиш ва захирашавии оксигени молекулавии

атмосфера ва аҳамияти онро дар инкишофи ҳаёти рӯи Замин баҳо додан мушкил аст.

Пайдоиши оксигени молекулавӣ тавсифи атмосфераро тағйир дода барои таассурҳои оксидкунӣ заминаи васеъ гузошт. Чараёни оксидшавӣ бошад ба муносибатҳои донору-акseptории инкишофи организмҳои зинда тағйиротҳои кулӣ даровард. Агар дар шароити атмосфераи беоксиген масъалаи акseptорҳои электрон баргарӣ дошта бошад, дар шароити атмосфераи оксигендор масъалаи асосӣ донори электронҳо шуд. Чунки бо пайдоиши O_2 дар атмосфераи Замин сарчашмаи акseptорҳои электрон, гидроген ҳосил шуд.

6.1. АЛОҚАМАНДИИ ОКСИГЕНИ МОЛЕКУЛАВӢ БО МИКРООРГАНИЗМҲОИ ПРОКАРИОТӢ

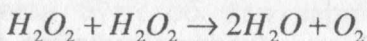
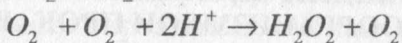
Аз аввал O_2 дар дохили ҳуҷайра пайдо шудааст, лекин онҳо ягон системаи ферментативие надоштанд, ки онро баргараф кунанд ё ки ҳамчун акseptор онро истифода кунанд. Барои ҳамин муносибати O_2 бо ҳуҷайра дар ибтидо хеле мураккаб буд. Мисоли ин таъсири манфии O_2 ба микроорганизмҳои анаэробии облигатӣ ҳазира шуда метавонад.

Бо зиёдшавии O_2 дар атмосфера ду тарзи муносибати ҳуҷайраҳои зинда бо O_2 ба амал омад. Шаклҳои анаэробӣ дар муҳити зисте маскан гирифтанд, ки O_2 мавҷуд нест, дигар намудҳо муҳитеро интиҳоб карданд, ки оксигендор буд, яъне онҳо таассурҳои нави мубодиларо пайдо карданд, ки таъсири манфии O_2 -ро баргараф кунанд.

Чӣ тавр ҳуҷайра механизмҳои муҳофизатии худро пайдо кардааст, дида мебароем. Таъсири оксиген ба ҳуҷайра манфӣ буд, чунки қобилияти оксидкунии маҳсулотҳои ҳуҷайраро маҳдуд карда, барои ҳуҷайра шароити номусоид фароҳам меовард. Ба ғайр аз шакли O_2 дар таассурҳои биологии гуногун бо таъсири як қатор

омилҳои физико-кیمیёвӣ, мисол ултрабунафш, дигар шаклҳои оксиген ҳосил мешаванд, ки онҳо барои ҳуҷайра захрноканд. Пеш аз ҳама ба онҳо маҳсулотҳои пурра барқароршудаи оксиген H_2O_2 ва O_2 ба ҳисоб мераванд. Ҳардуи ин моддаҳо дар натиҷаи таассурҳои оксидшавии биологии гуногун ҳосил мешаванд. Агар ба молекулаи O_2 ду электрон пайваст шавад, H_2O_2 ҳосил мешавад, агар ба молекулаи O_2 як электрон пайваст шавад O_2 ҳосил мешавад.

Микроорганизмҳои аэробӣ ва анаэробие, ки ба оксиген устуворанд дар рафти инкишоф, механизмҳои муҳофизатие пайдо кардаанд, ки шаклҳои зарарноки O_2 -ро баргараф мекунанд.



Якум таассуро ферменти супероксид-дисмутаза ва дуум таассуро каталазаҳо фаъол мекунанд. Ба туфайли ин ферментҳо ҳуҷайра аз шаклҳои зарарноки O_2 муҳофизат карда мешавад.

Дар ҳуҷайраҳои анаэробии облигатии бактерияҳои равғанӣ, на ферменти каталаза ҳасту на супероксид – дисмутаза, барои ҳамин онҳо худро аз таъсири захрнокӣ O_2 ҳифз карда наметавонанд. Ягона роҳи безарар кардани оксиген ин аз муҳит бо ёрии маҳсулотҳои газмонанд (CO_2 ва H_2) ҷудо кардан мебошад. Ин бо туршшавии равғанӣ муурофиқат мешавад. Дар як вақт ҳуҷайраҳои алоҳида оксигени муҳитро фурӯ мебаранд, ки ба нобудшавии қисме аз ҳуҷайраҳо мегардад ва бо ҳамин роҳ имконият медиҳад, ки ҳуҷайраҳои дигар дар шароити микдоран ками оксигенӣ афзоиш кунанд.

Бактерияҳои туршии ширӣ дар ин самт як қадам пеш гузоштаанд, чунки дар онҳо механизми

баргарафкунии O_2 , ферментҳои супероксид-дисмутаза ва ферменти ба каталаза монанд фаъолият мекунад.

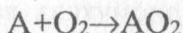
Дар баъзе намояндагони алоҳидаи бактерияҳои туршшии ширӣ (БТШ) дараҷаи мутобиқшавӣ ба O_2 мушоҳида мешавад. Дар баъзе БТШ таъзияи гликолитикии глюкоза хеле тез мегузарад, ин ба он алоқаманд аст, ки дар шароити аэробӣ гидроген аз НАД· H_2 бо ёрии гузаронандаҳои мобайни нею, новобаста ба O_2 гузаронида мешавад. Бо ҳамин як қисми ТП-ро аз вазифаи акseptори худ озод мекунад. ТП аз вазифаи акseptори озодшуда, то атсетил КоА оксид мешавад, ки мубодилаи ояндаи вай ба ҳосилшавии АСФ оварда мерасонад. Новобаста аз он ки иштироки O_2 бевосита бо ҳосилшавии энергия алоқаманд нест (дар рафти интиқоли гидроген аз НАД· H_2 ба O_2 АСФ ҳосил намешавад), яъне ҳамаи энергия аз ҳисоби фосфорнокшавии субстратӣ ба амал меояд. Лекин O_2 вазифаи акseptориро гирифта, як қисми энергияи ТП-ро озод мекунад. Хучайра метавонад онро бо роҳи энергетикӣ истифода кунад, ки ин ба баланд шудани баромади энергияи чараёни туршшавӣ сабаб мешавад.

Бактерияҳои пропионовӣ ва фотосинтезкунандае, ки пеш аз ҳосилшавии оксиген зиндагӣ мекарданд, механизмҳои ферментативии муҳофизативе доранд, ки қобилияти безараркунии оксигенро дороанд.

Вобаста аз муносибат бо O_2 ҳамаи прокариотҳоро ба чор гурӯҳ ҷудо мекунад: анаэробҳо ва аэробҳои облигатӣ, анаэробӣ ва аэробии факултативӣ.

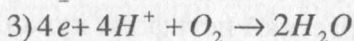
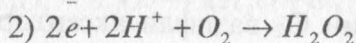
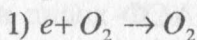
Агар таассурҳои баҳамтаъсиркунии хучайраҳоро бо O_2 аз нуқтаи назари аҳамияти энергетикӣ он барои хучайра баҳо диҳем, он гоҳ онҳоро мумкин аст ба се гурӯҳ ҷудо кунем:

1. Ба гурӯҳи якум таассурҳое дохил мешаванд, ки онҳо бо ёрии трансферазаҳо оксиген ё ки оксигеназаҳо фаъол карда мешаванд, ки онҳо новобаста O_2 -ро бо молекулаҳои дигар моддаҳо пайваस्त мекунад.

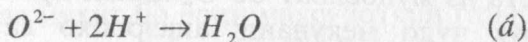


Чунин таассурҳо оксидшавии озод буда, дар хучайра энергия ҳосил намекунад.

2. Ба гурӯҳи дуоми таассурҳо дохил мешаванд, ки электронҳо бо оксигене пайваст мешаванд, ки вай вазифаи акseptори охиронро иҷро мекунад. Дар ин ҳолат вобаста аз он, ки як ду ё ки чор электрон вобаста аз табиати гузаронанда ба молекулаи оксиген пайваст мешавад, маҳсулотҳои гуногуни нопурра O_2^- , H_2O_2 ё ки пурраи (H_2O) барқароршуда ҳосил мешаванд.



3. Ба гурӯҳи сеюми таассурҳо механизмҳои дохил мешаванд, ки тақдирӣ ҳар яке аз ду атоми молекулаҳои O_2 гуногунанд:



Дар ин ҳолат як атоме, ки молекулаи O_2 фуру бурдааст, барои оксидшавии моддаҳо бо роҳи бевосита пайвастшавӣ истифода мешавад (таассури а), атоми дигар бошад акseptори электронҳо мешавад (таассури б). Дар рафти ин таассурҳо ҳам об ва ҳам энергия ҳосил мешавад, ки ҳарду таассурҳоро ферменти оксидаза фаъол мегардонад.

Аз ҳамаи намудҳои таассурҳое, ки дида баромадем, танҳо намуди таассуре, ки бо иштироки O_2 мегузарад сарчашмаи энергияи ҳуҷайра шуда метавонад, яъне вақте ки O_2 ҳамчун аксептори охири барои электронҳо истифода мешавад.

6.2. ТАШАККУЛҲИИ ТАРКИБИ ОКСИДАЗАҲО. БАҲАМТАЌСИРКУНИИ ҲУҶАЙРА БО ОКСИГЕНИ МОЛЕКУЛАВӢ

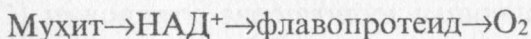
Ҳамин тавр, пайдошавии O_2 дар атмосфера барои ба оксиген кашондани электронҳо шароит фароҳам овард. Аз аввал дар ҳуҷайра байни донори электронҳо ва O_2 гузаронандаҳо мавҷуд набуданд. Танҳо дар рафти инкишоф байни донори электрон ва O_2 занҷири кашонандаҳои электронҳо ҳосил шуд.

Яке аз оддитарин гузаронандаҳо аз нуқтаи назари инкишоф, ин оксидазаҳои флавинӣ мебошанд, ки бо сохтори ҳуҷайравӣ алоқамандӣ надоранд. Бо ёрии оксидҳои флавинӣ алоқамандии байни муҳит ва оксигени молекулавӣ ба амал меояд.



Ин чараён номи нафаскашии флавиниро гирифтааст. Ҳуҷайраҳое, ки дар ин чараён O_2 -ро фуру мебаранд, нобуд мешаванд, агар онҳо механизми ферментативии вайрон кардани H_2O_2 -ро надошта бошанд.

Каме дарозшавии занҷир ҳамон вақте ба амал меояд, ки агар аксептори якӯми электронҳо аз субстрат молекулаи $НАД^+$ хизмат кунад. Баъди он электронҳо ба воситаи флавопротеидҳо ба оксигени молекулавӣ кашонда мешаванд.



Ҳамаи натиҷаҳои ба дастовардашуда нишон медиҳанд, ки кашондани электронҳо аз субстрат ба O_2 , ки бо ёрии оксидазаҳои флавинӣ фаъол гардонида мешавад, ба ҳосилшавии энергия дар ҳуҷайра оварда намерасонад. Вазифаи оксидазаҳои флавинӣ аз он иборат аст, ки дар вақти нарасидани аксептори электронҳо, электронҳо бо ёрии оксидазаҳои флавинӣ ба O_2 кашонида мешаванд. Ин чараён дар бактерияҳои пропионовӣ мушоҳида мешавад. Дар бактерияҳои пропионовӣ гузаронандаҳои электронҳо убихинон ва ситохромҳо мушоҳида мешаванд, ки ин дар роҳи мураккабшавӣ механизмҳои оксидазагӣ як қадам пеш аст.

Ҳосилшавии механизмҳои истифодабарии оксигени молекулавӣ ба сифати аксептори охирони электронҳо пеш аз ҳама барои пурра истифодабарии имкониятҳои энергетикӣ ҳуҷайра лозим буд. Чунки миқдори энергияе, ки дар рафти кашондани электронҳо ҳосил мешаванд, пеш аз ҳама аз табиати донор ва аксептор вобаста аст. Мисол, потенсиали оксиду-барқароршавӣ $НАД \cdot H_2$ ба $-0,32$ В ва O_2 ба $+0,81$ В баробар аст. Фарқи потенсиалҳо барои кашонидани электронҳо аз $НАД \cdot H_2$ ба O_2 $1,13$ В-ро ташкил медиҳад. Барои ҳосилшавии як молекула АСФ дар рафти интиқоли электронҳо муқобили градиенти электрокیمیёвӣ фарқи потенсиалҳо бояд ба $0,2$ В баробар бошад.

Кашондашавии электрон аз субстрат ба O_2 аз нуқтаи назари энергетикӣ ҳуҷайра ду хусусияти муҳим дорад:

1. Дарозшавии занҷири гузаронандаҳо аз ҳисоби ситохромҳо, дар қисми охирини занҷир ва алоқамандии вобастаи O_2 бо ситохромоксидаза;

2. Ташаккулёбии механизмҳои фосфорнокшавӣ, ки бо интиқоли электронҳо вобаста аст.

БОБИ VII НАМУДҶОИ ҲАЁТИЕ, КИ ҲОСИЛШАВИИ ЭНЕРГИЯИ ОНҶО ДАР АСОСИ ФОСФОРНОКШАВИИ ОКСИДШАВӢ АСОС ЁФТААСТ (НАФАСКАШӢ).

Барои пурратар истифода кардани энергияе, ки дар ҷараёни интиқоли гидроген (электронҳо) аз муҳити оксидшаванда ба оксигени молекулавӣ гузаронида мешавад, ба организмҳо лозим омад, ки се масъалаи асосиро амалӣ кунанд: 1) бояд механизме ҳосил кунанд, ки гидроген (электронҳо)-ро пурра аз субстрат гирифта тавонад; 2) бояд системае ҳосил карда тавонад, ки молекулаи гидроген (электрон)-и аз субстрат гирифташударо то оксигени молекулавӣ сарфакорона кашонда тавонад; 3) механизме ҳосил карда тавонад, ки бо ёрии он энергияи кашондашудаи электронҳо ба энергияи кимиёвӣ мубаддал карда шавад, то ки ин энергия барои истифодабарии ҳамаи ҷараёнҳои ба энергия эҳтиёҷдоштаи организм дастрас бошад.

Дар рафти баъдинаи ҷараёни инкишофи олами зинда ин вазифаҳо ҳалли худро чунин ёфтанд:

1) Пурра кандашавии гидроген аз муҳити узвӣ дар натиҷаи фаъолияти даврии туршиҳои секарбона (ДТС) ё ки даври оксидшавии гексозомонофосфатӣ (ДОГМФ) амалӣ мегардад. Агар муҳити энергетикӣ пайвастагии ғайриузвӣ бошад, барои оксидкунии онҳо таассурҳои ферментативие ҳосил шудаанд, ки онҳоро дегидрогеназаҳо фаъол мегардонанд.

2) кашондани гидроген (электронҳо) ба O_2 бо ёрии системаҳое амали мешаванд, ки аз ҷиҳати сохторӣ ва функционалӣ бо ҳам алоқаманд буда, дар маҷмӯъ занҷири нафаскаширо ҳосил мекунанд.

3) имконияти энергетикӣ кашондани электронҳо ба муқобили самти равиши электрокимиёвӣ натиҷаи

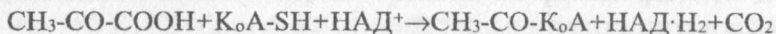
фаъолияти механизмҳои интиқоли электронҳо, ки ба фосфорнокшавӣ оварда мерасонад алоқаманд карда шудааст.

Акнун каме пурратар дида мебароем, ки табиат ҳар яки ин вазифаҳоро дар рафти инкишофи олами зинда чи тавр ҳал намудааст.

7.1. ДАВРИ ТУРШИҲОИ СЕКАРБОНА

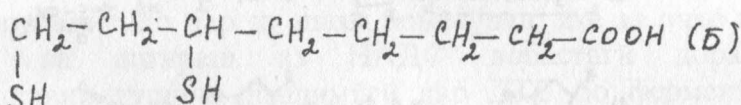
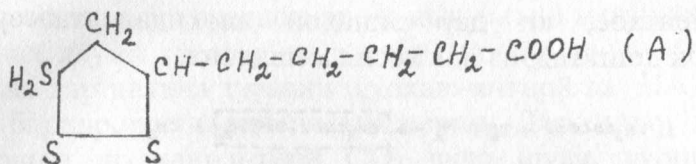
Даври туршиҳои секарбона (ДТС) дар ҳучайра ду вазифаро иҷро мекунад. Вазифаи асоси ДТС аз он иборат аст, ки муҳити узвӣ ба он дохилшуда, пурра оксид шуда, гидроген қанда мешавад. Вазифаи дигари ин давр аз он иборат аст, ки ҳучайраро бо як қатор моддаҳои барои ҷараёниҳои биосинтетикӣ лозим таъмин мекунад.

Алоқаи асосии байни механизми энергетикӣ анаэробӣ ва ДТС таассуре мебошад, ки дар он ТП (моддаи асосии ҷараёни энергетикӣ анаэробӣ) то ацетил-КоА (туршии сиркоӣ фаъол) оксид шуда муҳити аввала барои ДТС хизмат мекунад:



Ин таассур бо ёрии маҷмӯи пируватдегидрогеназаҳо фаъол гардонида мешавад. Маҷмӯе, ки аз бактерияи *E.coli* ҷудо карда шудааст аз се фермент ва 5 кофермент (кофермент А, НАД⁺, ФАД, тиаминпирофосфат (ТПФ) ва туршии липоевӣ) ташкил ёфтааст. Бо ҳамаи коферментҳо ба гайр аз туршии липоевӣ пештар шинос шуда будем.

Туршии липоевӣ – туршии рағани сер буда, аз ҳашт атоми карбон сохта шудааст. Атомҳои шашум ва ҳаштуми он бо гурӯҳи дисулфидӣ пайваست шудаанд, ки дар натиҷа ҳалқаи панҷкунҷаи сарбаста ҳосил мешавад. Атомҳои сулфур бо осонӣ барқарор шуда ба вайроншавии ҳалқа оварда мерасонанд (расми 32).

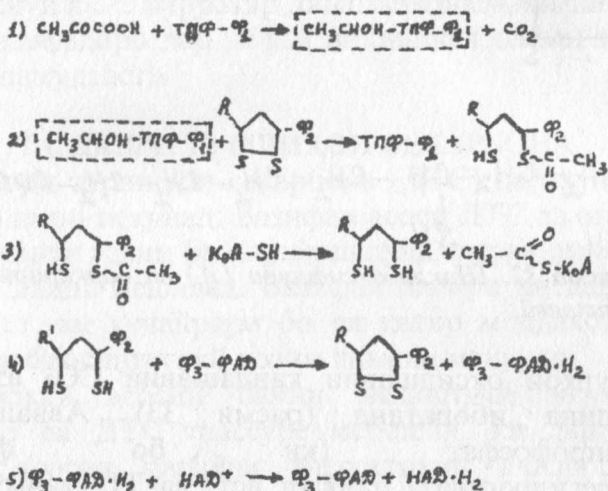


Расми 32. Шакли оксидшуда (А) ва барқароршудаи (Б) туршии липоевӣ.

Таассурҳои оксидшавии кандашавии CO_2 аз ТП аз якҷад зина иборатанд (расми 33). Аввал байни тиаминпирофосфат (ки бо ферменти пируватдегидрогеназа пайваст аст) ва ТП маҷмӯъ ҳосил мешавад, ки аз он молекулаи CO_2 ҷудо мешавад. Дар зинаи дуюм гурӯҳи оксиэтили маҷмӯъе, ки аз ТП баъди ҷудошавии CO_2 ҳосил мешавад ба гурӯҳи дусулфидии туршии липоевие, ки бо ферменти дигидролипоилтрансsetилаза бо банди ковалентӣ пайваст аст, таъсир карда туршии атсетиллипоевиро ҳосил мекунад ва ферменти пируватдегидрогеназа аз нав сохта мешавад. Дар зинаи сеюм гурӯҳи атсетилӣ аз туршии атсетиллипоевӣ ба коферменти А гузаронида мешавад, ки дар натиҷа атсетил-КоА ва шакли барқароршудаи туршии липоевӣ ҳосил мешавад. Оксидшавии туршии липоевӣ барқароршуда бо ферменти дигидролипоилдегидрогеназа фаъол гардонида мешавад., ки бо ФАД устувор пайваст аст.

Гидроген канда шуда ба ФАД пайваст мешавад (зинаи чорӯм). Аз ФАД H_2 бошад ба НАД гузаронида мешавад (зинаи панҷӯм). Дар рафти ин таассурҳои ферментативӣ атсетил-КоА ҳосил шуда ҳамаи

коферментҳое, ки дар зинаҳои алоҳидаи таассурҳои штирок доштанд, аз нав ҳосил мешаванд.



Расми 33. Нақшаи таассурҳои ҳосилшавии атсетил КоА аз ТП.

ТПФ-тиаминпирофосфат; Φ_1 -пируватдегидрогеназа; Φ_2 -дигидролипонтрансатсетилаза; R-боқимондаи панҷ карбонаи туршии дигевӣ; Φ_3 -дигидролипилдегидрогеназа; ФАД-флавинадениндунуклеотид; НАД⁺-никотинамидадениндунуклеотид (шакли оксидуида). Дар матн шарҳи ин нақша фаҳмонида шудааст.

Даври туршиҳои секарбона аз баҳамтаъсиркунии атсетил-КоА бо туршии шулхаю-сиркоӣ (ТШС) (расми 34) сар мешавад, ки ин таассуро ферменти ситратсинтаза фаъол мегардонад ки ба ферментҳои алоустерикӣ дохил шуда ҳосилшавии АСФ-ро нигоҳ дошта, НАД-ро барқарор мекунад. Маҳсулоти ин таассур туршии лимӯгӣ ва коферменти - А-и озод мебошанд. Туршии лимӯгӣ бо ёрии ферменти аконитаза ба туршии сис-аконит ва изолимуғӣ мубаддал мешавад. Туршии изолимуғӣ, ба туршии α -кетоглутарӣ мубаддал мешавад. Ин таассуро

ферменти изоситратдегидрогеназа фаъол мегардонад. Дар зинаи якӯми таассур гидрогени туршии изолимӯги канда шуда дар натиҷа туршии шулхаю-янтарӣ ва НАД (Ф)·Н₂-и барқароршуда ҳосил мешаванд. Дар зинаи дуюм аз туршии шулхаю-янтарӣ СО₂ чудо шуда, туршии α - кетоглотарӣ ҳосил мешавад.

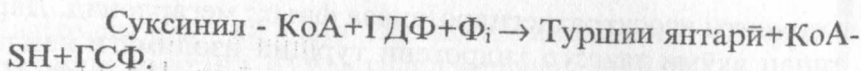
Ферменти изоситратдегидрогеназа дар бисъёр микроорганизмҳо дар ду шакл воমেҳӯрад, яке аз онҳо аз НАД⁺ ва дигараш аз НАДФ вобастагӣ дорад. Оксидшавии туршии изолимӯгӣ дар ДТС бо ферменти вобастаи - НАД фаъол гардонида мешавад. Ин фермент АДФ-ро фаъол гардонида фаъолнокии АСФ ва НАД·Н₂-ро суст мекунад. Фаъолнокии изоситратдегидрогеназа ба "ҳосилнокии" ин чараён таъсир мекунад, чунки танҳо аз ин таассур суръати гардиши давр вобастагӣ дорад.

Туршии α - кетоглотарӣ оксид шуда СО₂-аш чудо мешавад. Ин таассур бо маҷмӯи α - кетоглотаратдегидрогеназа фаъол гардонида мешавад, ки дар натиҷа суксинил - КоА ҳосил мешавад. Аз рӯи механизм ва иштироки коферментҳо (ТПФ, КоА, НАД, ФАД, туршии липоевӣ) ин таассур маҷмӯи мултиферментии пирувадидрогеназаро ба хотир меорад.

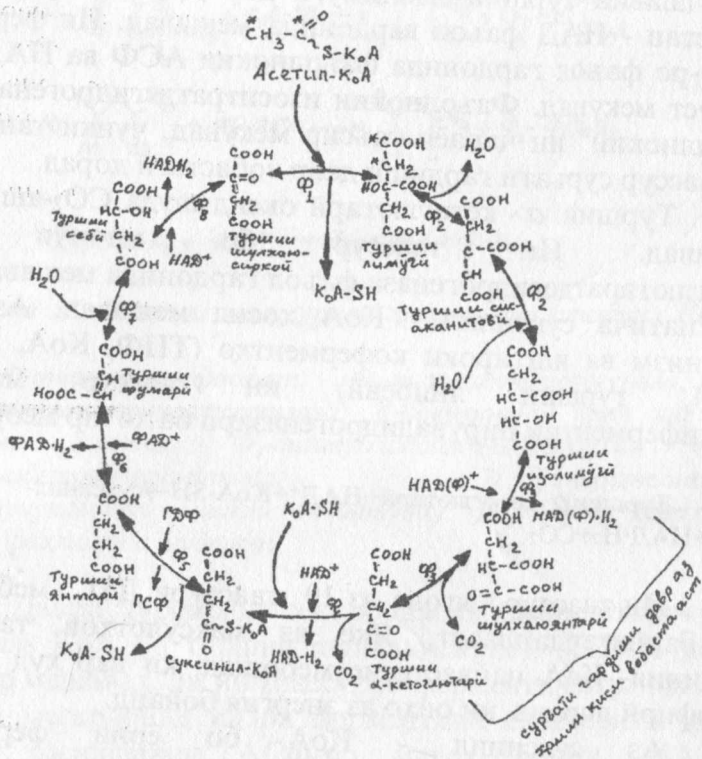
Туршии α - кетоглотарӣ + НАД⁺ + КоА-SH → суксинил-КоА + НАД·Н₂ + СО₂

Ин таассур - ягона аз 10 таассури ДТС мебошад, ки барнагардандааст. Яке аз маҳсулотҳои таассур-суксинил- КоА пайвастагӣ мебошад, ки дар худ банди тиоэфирӣ доранд, ки онҳо аз энергия бойанд.

Аз суксинил - КоА бо ёрии ферменти суксинилтиокиназа туршии янтарӣ ҳосил мешавад ва энергияи дар натиҷаи кандашавии банди тиоэфирӣ ҳосилшуда дар намуди банди фосфати ГСФ захира мешавад.



ГСФ гурӯҳи фосфории худро ба молекулаи АДФ дода АСФ ҳосил мешавад.

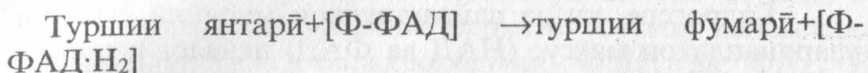


Расми 34. Даври туршиҳои секарбона.

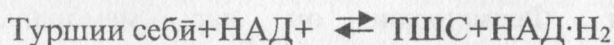
Ф₁-цитратсинтаза; Ф₂-аконитаза; Ф₃-изоситратдегидрогеназа; Ф₄-α-кетоглутаратдегидрогеназа; Ф₅-суксинилтиокиназа; Ф₆-суксинатдегидрогеназа; Ф₇-фумараза; Ф₈-малатдегидрогеназа.

Дар ин зинаи ДТС фосфорнокшавӣ ба амал меояд. Ин боз як намуди фосфорношавии субстратӣ мебошад, ки дар чараёни туршшавӣ ягона тарзи ҳосилшавии энергия мебошад.

Туршии янтарӣ то туршии фумарӣ бо ёрии ферменти суксинатдегидрогеназа оксид мешавад. Ин фермент флавопротеид буда, қисми сафедавии он бо ФАД устувор пайваст мебошад.



Бо туршии фумарлӣ як молекулаи $\text{Н}_2\text{О}$ пайваст шуда, туршии себиро ҳосил мекунад, ин таассуро ферменти фумараза фаъол мегардонад. Аз туршии себӣ гидроген канда шуда, ба ҳосилшавии ТШС оварда мерасонад. Таассуро НАД-вобастаи малатдегидрогеназа фаъол мегардонад.



Бо ин таассур ДТС ба охир мерасад, чунки молекулаи акцептор (ТШС) аз нав ҳосил мешавад ва гардиши давр аз нав оғоз меёбад. Муҳити энергетикӣ дар ДТС ба ғайр аз ангиштобҳо, туршиҳои рағнаӣ ва туршиҳои аминӣ ҳам шуда метавонанд. Дар рафти гардиши як давр ду СО_2 чудо шуда, чор Н_2 канда мешавад ва як фосфорнокшавӣ ба амал меояд. Дар рафти кандашавии 4 атоми гидроген се молекулаи $\text{НАД} \cdot \text{Н}_2$ ва як молекулаи $\text{ФАД} \cdot \text{Н}_2$ ҳосил мешавад. Ҳамин тавр тамоми атоми гидрогенҳо дар гузаронандаҳои муайян пайваст шудаанд ва акнун вазифаи асосӣ дар он аст, ки бо ёрии дигар гузаронандаҳо гидрогенро то О_2 кашонанд.

Акнун мо медонем, ки дар рафти инкишоф микроорганизмҳо масъалаи муносибати донору

аксептории худро гуногун ҳал кардаанд. Дар бактерияҳои пропиновӣ, фотосинтезкунанда, хемоавтотрофҳо ва баъзе хемогетеротрофҳо ДТС пурра ташаккул ёфта буд, барои ҳамин вай фақат вазифаи асосии биосинтетикиро иҷро мекарду халос. Эҳтимол ДТС пурра дар бактерияҳои гурӯҳи пурпурии бесулфур ташаккул ёфтааст.

7.2. ЗАНЧИРИ НАФАСКАШӢ ВА ҲОСИЛШАВИИ ЭНЕРГИЯ

Гидрогене, ки аз пайвастагиҳои мобайни ДТС ба гузаронандаҳои махсус (НАД ва ФАД) пайваст шудааст, як қатор зинаҳоро гузашта оҳиста-оҳиста ба дараҷаи пастари энергетикӣ мефарояд ва дар охир бо ёрии ситохромоксидазаҳо ба O_2 аксептори охири электронҳо пайваст мешавад.

Механизми оксидазагӣ дар эвқариотҳо хуб инкишоф ёфтааст ва дар мембранаи дарунии митохондрия ҷойгир мешавад.

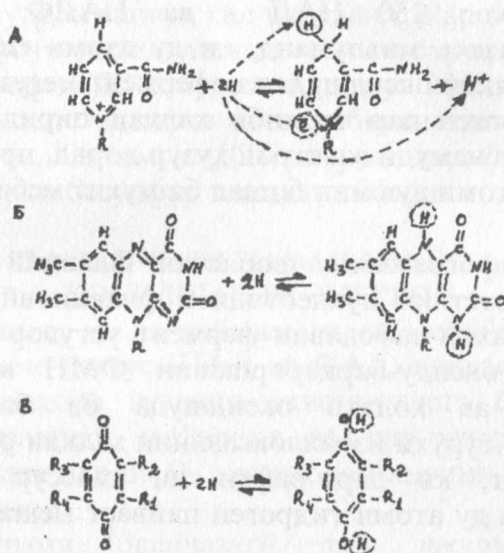
Микроорганизмҳо механизмҳои гуногунӣ оксид-азагӣ доранд. Ферментҳои он дар мембранаи ситоплазматикӣ ва сохторҳои мембранавии дохили ҳуҷайравӣ ҷойгиранд. Интиқоли гидроген (электронҳо) аз муҳит ба O_2 бо ёрии як қатор гузаронандаҳо амали мегардад, ки онҳо сохти мураккаби системаи мултиферментиро ҳосил мекунанд. Сохтори ферментҳои системаи оксиду-барқароршавӣ аҳамиятӣ муҳим доранд. Вайрон кардани ҷойгиршавии ферментҳо дар ин система ба вайроншавии фаъолнокии қори ҳамаи системаи онҳо оварда мерасонад. Гузаронандаҳое, ки интиқоли гидроген (электронҳо)-ро аз муҳит ба O_2 таъмин мекунанд, ба чор синфи ферментҳои оксиду-барқароршавӣ дохил мешаванд: 1) дегидрогеназаҳое, ки коферменти онҳо ҳосилаҳои пиридиновӣ (НАД ва НАДФ) мебошанд; 2) дегидрогеназаҳое, ки ба сифати гурӯҳҳои простетикӣ нуклеотидҳои флавиновӣ (ФМН, ФАД)-ро доранд; 3) хинонҳо; 4) ситохромҳо.

То ҳол 150 НАД - ва НАДФ - вобастаи дегидрогеназаҳо маълуманд, ки ду атоми гидрогенро аз муҳит ба шакли оксидшудаи кофермент мегузаронанд. Як атоми гидроген дар таркиби ҳалқаи пиридиновӣ буда, дуюмаш дар намуди электрон ҳузур дорад, протони (иони гидроген) атоми дуюмин бошад ба муҳит мебарояд (расми 35 а).

Дегидрогеназаҳои вобастаи флавинӣ ба сифати гурӯҳи простетикӣ нуклеотидҳои флавиновӣ доранд, ки бо молекулаҳои сафедавии фермент устувор пайвастанд. Хусусияти оксиду-барқароршавии ФМН ва ФАД ба қобилияти аз ҳолати оксидшуда ба барқароршуда баргаштани гурӯҳи изоаллоксазинии ҳалқаи рибофлавинӣ вобаста аст, ки дар рафти ин таассур ба ҳалқаи рибофлавин ду атоми гидроген пайваст мешаванд (расми 35 б).

Хинонҳо бошанд пайвастагиҳои дар равған ҳалшаванда буда "думчаи" дарози терпеноидӣ доранд, ки бо ядроии хиноидӣ пайваст мебошад ва қобилият доранд бо роҳи пайвастшавии ду атоми гидроген, аз нав оксиду-барқарор шаванд (расми 35 в). Яке аз паҳншударин хинон, убихинон (кофермент Q) буда дар занҷири нафаскашӣ байни флавопротеидҳо ва ситохромҳо фаъолият мекунад.

Ситохромҳо гурӯҳи сафедавие мебошанд, ки дар худ гурӯҳи простетикӣ порфирини оҳанӣ дошта дар зинаи охири занҷири интиқоли электронҳо иштирок доранд.



Расми 35. *Механизми оксиду-барқароршавии баъзе гузаронандаҳои гидроген дар занҷири нафаскашӣ.*

А-ҳалқаи пиридини НАД (Ф); Б-ҳалқаи изоаллоксазинови рибофлавин ФМН (ФАД); В-ҳалқаи хиноидӣ.

Бо ёрии ситохромҳо интиқоли электронҳо амалӣ мегардад, ки дар рафти чараёни он оҳанӣ дар таркиби ситохромҳо буда валентнокиашро тағйир медиҳад.



Дар ҳуҷайраи организмҳои эвкаротӣ 5 ситохром (ситохром в, с, с₁, а ва а₃) ёфта шудааст, ки онҳо бо фурубарии рӯшноӣ ва потенциали оксиду-барқароршавӣ аз ҳам фарқ мекунанд. Ин фарқиятҳо ба табиати сафедаҳое, ки дар ситохромҳо дохил шудаанд муайян карда мешавад.

Занҷири нақлиёти гидроген (электронҳо) аз миқдори зиёди гузаронандаҳои мобайнӣ иборат аст, ки интиқоли электронҳоро аз муҳит ба O₂ таъмин мекунанд. Пайдарҳам ҷойгиршавии гузаронандаҳои ЗНЭ, яқум аз

рӯи потенциали оксиду-барқароршавии онҳо вобаста аст, чунки электронҳо дар хатти рост аз рӯи паст шудани потенциали барқароршавии онҳо дар занҷири гузаронандаҳо ҳаракат мекунанд. Дуюм омӯзиши спектрофотометрӣ нишон дод, ки пайдарҳам ҷойгиршавии гузаронандаҳои электронҳо аз потенциали барқароршудаи онҳо вобаста аст (расми 36). Гузаронандаҳое, ки ба муҳити оксидшаванда (НАД, ФАД) наздик ҷойгиранд, назар ба гузаронандаҳои дуртар ҷойгиршуда барқароршуда вале гузаронандаҳое, ки ба O_2 наздик ҷойгир шудаанд (цитохромҳои $a+a_3$) назар ба онҳое, ки аз O_2 дуртар ҷойгиранд хеле оксидшуда мебошанд.

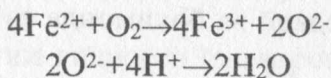
Омӯзиши пайдарҳам ҷойгиршавии гузаронандаҳои ЗНЭ бо таъсири нигоҳдорандаҳо (ингибиторҳо) натиҷаи дилхоҳ доданд. Нигоҳдорандаҳо барои ҳар як қисми ЗНЭ таъсири махсус мерасонанд. Мисол, амитал (ҳосилаи туршии барбитури) интиқоли электронҳоро дар қисми ЗНЭ дар вақти аз НАД ба ситохром кашондан нигоҳ медорад, яъне ба ферменти НАД· H_2 -дегидрогеназа таъсир мерасонад. Антиметсин А (антибиотике, ки аз *Streptomyces* ҳосил карда мешавад) интиқоли электронҳоро дар вақти аз ситохром в ба ситохром C_1 кашондан нигоҳ медорад. Сианид ва оксиди карбон бошанд ба фаъолнокии ферменти ситохромоксидаза таъсир расонида, интиқоли электронҳоро дар зинаи охирон, дар вақти гузаронидан аз ситохром $a+a_3$ ба оксигени молекулярӣ нигоҳ медоранд. Тамоми гузаронандаҳо ЗНЭ нафаскашӣ дар мембранаи дарунии митохондрия ҷойгиранд. Қисми сафедавӣ онҳо аз 25-30% ферментҳои сафедавӣ ва боқимонда аз сафедаҳои сохторӣ ташкил ёфтаанд.

Гидроген одатан аз муҳити зиёд оксидшуда ба молекулаи НАД⁺, ки ба сифати кофермент дар таркиби дегидрогеназаҳои зиёд мавҷуд аст, кашонда мешавад. Молекулаи НАД⁺ метавонад озод ё ки бо ягон пайвастаги

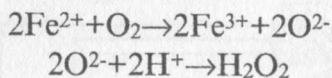
дигар пайваст шуда маҷмӯъ ҳосил кунад. Молекулаи озодии НАД⁺ гидрогенро ёфта ба молекулаи пайвасти НАД⁺ мегузаронад. Аз молекулаи пайвасти НАД⁺ гидроген ба ферменти НАД⁺·Н₂-дегидрогеназа гузаронида мешавад, ки ба сифати гурӯҳи простетикӣ ФМН дорад. Ферменти НАД·Н₂-дегидрогеназа интиқоли гидрогенро аз НАД⁺·Н₂ ба убихинон (кофермент Q) таъмин мекунад.

Як қатор гидрогеназаҳое, ки кандашавии гидрогенро аз субстрат фаъол мегардонанд, ба сифати кофакторҳои нуклеотидҳои флавинӣ (ФМН ва ФАД) дохил мешаванд. Ба онҳо гидрогеназаҳое дохил шудаанд, ки оксидшавии глисерофосфат, ҳосилаҳои туршиҳои рағании КоА, туршии янтарӣ (суксинатдегидрогеназа) ва ғ. фаъол мегардонанд. Барои ҳамин зинаи аввали интиқоли гидроген аз ин муҳитҳо каме дигар хел мегузарад, яъне аз флавопротеид якбора ба кофермент Q мегузарад (ба НАД⁺ дохил мешавад). Чуноне, ки мебинем гидроген (электронҳо) метавонад ба нуктаҳои гуногуни ЗНЭ дохил шавад ва танҳо метавонанд дар гузаронандаҳои табиати хинонӣ дошта якҷоя шаванд.

То коферменти Q интиқоли электронҳо бо атоми гидроген якҷоя кашонда мешаванд. Баъди ин гидроген ба электронҳо (e⁻) ва протонҳо (H⁺) таҷзия мешавад. Электронҳо ба воситаи як қатор гузаронандаҳо (ситохромҳо) кашонда мешаванд, протонҳо бошанд дар интиқоли оянда иштирок намеkunанд. Интиқоли электронҳоро ба O₂ ситохромоксидаза фаъол мегардонад. Агар ба молекулаи O₂ 4 электрон кашонда шавад молекулаи об ҳосил мешавад.

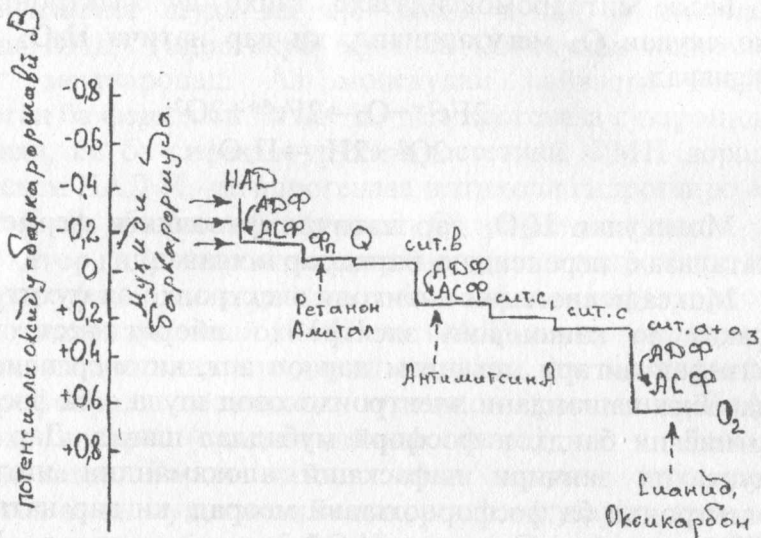


Баъзе ситохромоксидазаҳо танҳо ду электронро бо молекулаи O_2 мегузаронанд, ки дар натиҷа H_2O_2 ҳосил мешавад.



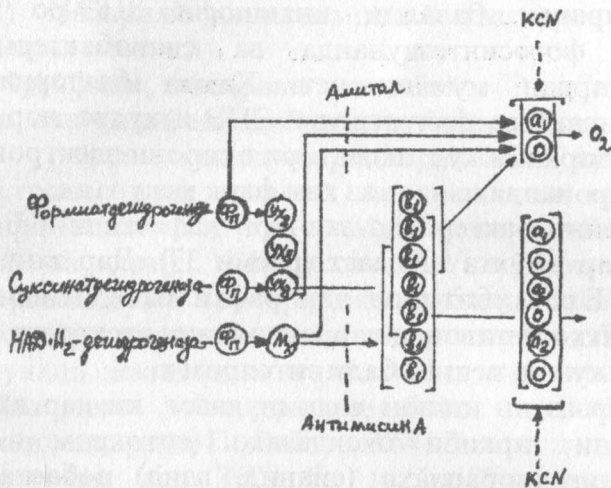
Молекулаи H_2O_2 дар натиҷаи фаъолияти ферментҳои каталаза ё пероксидаза барқарор мешавад.

Мақсади системаи интиқоли электронҳо аз муҳит ба O_2 фақат аз кашондани электронҳо иборат нест, чунки вазифаи дигари механизм дар он аст, ки энергия, дар ҷараёни кашондани электронҳо озод шуда, ба энергияи кимиёвии бандҳои фосфорӣ мубаддал шавад. Дар баъзе нуқтаҳои занҷири нафаскашӣ алоқамандии интиқоли электронҳо ба фосфорнокшавӣ меорад, ки дар натиҷа аз АДФ ва F_1 молекулаи АСФ ҳосил мешавад. Барои ҳосилшавии як молекулаи АСФ бояд, ки фарқи потенциали оксиду-барқароршавии моддаҳо дар рафти кашондани ҷуфти электронҳо аз 0,2 В кам набояд. Танҳо дар се нуқтаи ЗНЭ фарқи потенциалҳо ба ин талабот ҷавоб дода метавонад, дар қисмати байни НАД \rightarrow ФП, ситохром \rightarrow ситохром c_1 ва ситохром $a-a_3 \rightarrow O_2$ (расми 36). Вобаста аз ҳамроҳшавии гидроген ба ЗНЭ аз субстратҳои гуногун ва интиқоли баъдинаи он миқдори фосфорнокшавӣ (ҳосилшавии АСФ) тағйир меёбад.



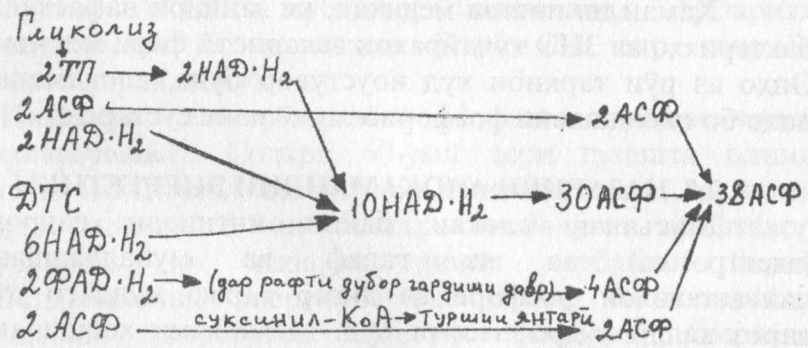
Расми 36. Нақшаи интиқоли электронҳо дар занҷири нафаскашӣ

Акнун ҳисоб мекунем, ки дар рафти таҷзияи як молекулаи глюкоза чӣ қадар энергия захира мешавад. Дар зинаи якӯми ҷараёни нафаскашӣ, гликолиз аз як молекулаи глюкоза 2 молекулагӣ ТП, АСФ ва НАД·Н₂ ҳосил мешавад. Дар рафти оксидшавӣ 2 молекулаи ТП ба ҳосилшавии молекулаи атсетил-КоА ва ду молекулаи НАД·Н₂ оварда мерасонад. Оксидшавии 2 молекулаи атсетил КоА дар ДТС бошад ба ҳосилшавии 6 молекулаи НАД·Н₂ ва ду молекулагӣ ФАД·Н₂ ва АСФ оварда мерасонад, ки дар нақша чунин ифода кардан мумкин аст (расми 38).



Расми 37. Занҷири нафаскашии *E. coli*.
 Фа-флавопротеид; Мх-менахинон; Ук-убихинон

Чи тавре, ки аз расм мебинем дар рафти пурра таҷзияшавии 1 молекулаи глюкоза 38 молекулаи АСФ ҳосил мешавад.



Расми 38. Нақшаи ҳосилишавии энергия дар зинаҳои гуногуни нафаскашӣ

ЗНЭ дар гурӯҳи анаэробҳои прокариоти (бактерияҳои туршшавии ширӣ, рағғанӣ) сӯст инкишоф

ёфтаанд. Дарачаи баланди инкишофи ЗНЭ-ро дар бактерияҳои фотосинтезкунанда ва сианобактерияҳои мушоҳида кардан мумкин аст. Ҳамаи бактерияҳои аэробии облигатӣ ва факултативӣ ЗНЭ-и худро доранд, лекин аз рӯи таркиби худ, акцептори охири электронҳо, миқдори гузаронандаҳо ва ғ. аз ҳам фарқ мекунанд.

Дар байни бактерияҳои занҷири нафаскашии *E.coli* аз ҳама хубтар омӯхта шудааст (расми 37). Дар занҷири нафаскашии *E.coli* убихинон дар рафти оксидшавии як қатор субстратҳо метавонад дар кашондани электронҳо ду бор иштирок кунад, пеш ва бади ситохром v_1 .

Ба ғайр аз ин нишон дода шудааст, ки дар вақти якхела будани таркиби оксидазаҳо (ситохром a_2+o) охири ба нигоҳдорандаҳо (сианид, азид) вобаста аз муҳити оксидшаванда хассосии гуногун зоҳир мекунанд.

Натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки намудҳои гуногуни бактерияҳои дар рафти кашондани электронҳо дар ЗНЭ миқдори гуногуни молекулаи АСФ-ро ҳосил мекунад. Бактерияҳои *E.coli* ва *Azotobacter vinelandi* 2-то, *Corynebacterium diphtheriae* 1-то ва *Mycobacterium phlei* дар ЗНЭ 3-то молекулаи АСФ-ро ҳосил мекунанд.

Ҳамаи ин нишон медиҳад, ки занҷири нафаскашии бактерияҳои аз ЗНЭ хучайраҳои эвқариотӣ фарқ мекунанд. Онҳо аз рӯи таркиби худ ноустувор буда, алоқамандии онҳо бо оксидшавии фосфорноккуни каме сустар аст.

7.3. НАЗАРИЯИ АЛОҚАМАНДИИ ЭНЕРГЕТИКӢ

Масъалаи алоқаи байни интиқоли гидроген (электронҳо) аз як тараф ва мубаддалшавии пайвастагиҳои фосфорӣ аз дигар тараф муддати дуру дароз ҳалли худро наёфта буд. Механизми ҳосилшавии энергия дар назарияҳои зиёде акс ёфтаанд, ки се тои онҳо лоқи тавачҷӯх мебошанд.

- 1) Назарияи пайвастшавии кимиёвӣ
- 2) Назарияи механоқимиёвӣ (шаклдигаркуни)

3) Назарияи хемиоосмотикӣ (электрокимиёвӣ ё ки электроосмотикӣ)

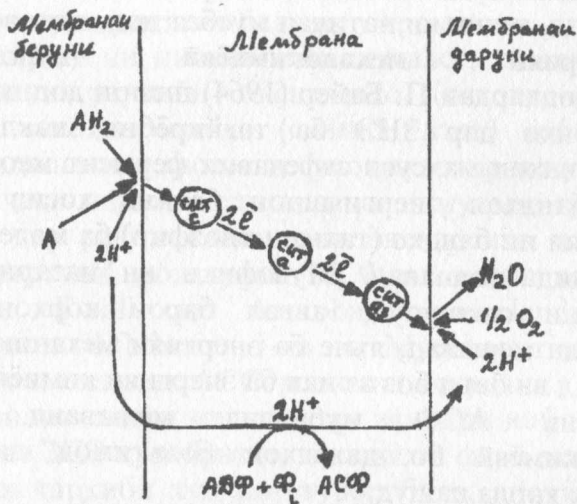
Мувофиқи назарияи кимиёвӣ (Э. Слейтер, 1953) энергияи кимиёвии оксидшуда ба энергияи кимиёвие, ки дар рафти оксиду-барқароршавии гузаронандаҳои электронҳо озод мешавад, дар моддаҳои мобайнии Х-У захира мешаванд, ки онҳоро пешгузаштаи молекулаи АСФ меноманд. Моддаҳои Х-У мумкин аст, яке аз гузаронандаҳои занҷири оксиду-барқароршавӣ буда, бо F_i пайваस्तшуда бандҳои энергияшон баланд ҳосил мекунад, лекин ин натиҷаи мусбат дода натавонист.

Назарияи механокимиёвӣ (шаклдигаркунӣ) пешниҳодкардаи П. Байер (1964) нишон дод, ки интиқоли электронҳо дар ЗНЭ ба тағйирёбии шаклдигаркунии мембранаҳои махсуси сафедавии фермент меорад, ки дар онҳо бандҳои энергияшон баланд ҳосил мешаванд. Энергияи ин бандҳо (тахмин-тиоэфир) ба молекулаи АДФ гузаронида мешавад. Мувофиқи ин назария энергияи кимиёвии оксидшуда аввал барои корҳои механикӣ истифода мешавад, яъне ба энергияи механикӣ мубаддал мешавад ва баъд боз аз нав ба энергияи кимиёвии бандҳои фосфатии АСФ мубаддал мешаванд. Назарияи механокимиёвӣ бо далелҳои бозътимод дар таҷриба асоснок карда нашуд.

Назарияи электрокимиёвӣ ё ки хемиоосмотикӣ (барқароршавӣ). Солҳои 60-уми асри гузашта олими англис П.Митчелл назарияро пешниҳод кард, ки номи хемиоосмотикӣ ё ки электрокимиёвиро гирифтааст. Мувофиқи ин назария зинаи мобайни барои мубаддалшавии энергияи оксидшуда ба энергияи кимиёвии макроэргии бандҳои фосфорӣ, энергияи электрикӣ мебошад. Мувофиқи назарияи Митчелл нафаскашӣ ва фосфорнокшавӣ байни ҳам ба воситаи потенциали электрокимиёвӣ ионҳои гидрогени мембрана алоқаманд мебошанд. Нақшаи интиқоли электронҳо дар ЗНЭ ва ҳосилшавии АСФ, ки аз рӯи назарияи

хемиоосмотикии П. Митчелл фаҳмонида мешавад, дар расми 39 нишон дода шудааст.

Электрон аз муҳити мобайни (моддаи АН_2), ки дар тарафи берунии мембрана ба ягон гузаронандаи мувофиқ (ситохром С) мегузарад, ду протон (2H^+) бошад дар дохили мембранаи митохондрия мемонанд. Электрон ба воситаи 3Н ба тарафи дарунии 3НЭ гузаронида мешавад. Электрон бо ёрии гузаронандаи дар охири 3НЭ



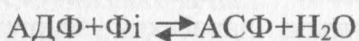
Расми 39. Нақшаи хемиоосмотикии ҳосилишавии энергия аз рӯи назарияи П. Митчелл

ҷойгиршуда ситохромоксидаза аз O_2 гузаронида мешавад. Баъдтар аз фазои дарунии митохондрия протонҳо пайваस्त мешаванд, ки ба ҳосил шудани молекулаи H_2O оварда мерасонад.

Дар рафти кашондани ду электрон ба воситаи мембрана ба фазои берунии назди митохондриявӣ ду протон ҷудо шуда, аз фазои даруни бошад ду протон фуру

бурда мешавад. Аз сабаби он ки мембрана барои протонҳо ва ионҳо гузаронандагии нисбатан паст дорад, дар чараёни интиқоли электронҳо дар ҳарду тарафи мембрана градиенти концентратсияи протонҳо ба амал меояд: дар тарафи беруни нерӯи (заряди) мусбат, дар тарафи дарунии мембрана бошад нерӯи манфӣ ҳам мешавад. Дар ин лаҳза бояд, ки интиқоли электронҳо қатъ мегардид (аз рӯи поляризиатсияи мембрана), лекин дар мембрана механизми деполяризиатсия кор мекунад, ки чараёни интиқоли электронҳоро дар ЗНЭ давом медихад.

Таассуре, ки ба деполяризиатсияи мембрана оварда мерасонад, ин таассури фосфорнокшавӣ мебошад, ки дар рафти он азнавҷойгиршавии протонҳо дар ЗНЭ ба амал меояд. Дар мембрана ферменти АСФ-синтетаза (АСФ-аза) мавҷуд аст, ки ҳосилшавии АСФ-ро аз АДФ ва Φ_i фаъол мегардонад.



Ин фермент дар ҳамвории мембрана ҷойгир шуда, H^+ ва OH^- -ро аз АДФ ва Φ_i дар тарафҳои гуногуни мембрана ҷудо мекунад, H^+ дар фазои дохилии митохондрия ва OH^- дар фазои берунии назди митохондрия ҷойгир мешаванд. Азбаски дар натиҷаи фаъолияти ЗНЭ дар фазои дохилии митохондрия миқдори OH^- ва дар беруни он $-\text{H}^+$ -и зиёд ҳосил мешаванд, дар ҳарду ҳолат пайваستшавии H^+ бо OH^- -ба амал меояд, ки ба баргараф кардани нерӯҳои ҳарду тарафи мембрана оварда мерасонад, яъне нерӯҳое, ки дар натиҷаи интиқоли электронҳо ҳосил шуда буданд. Бинобар ин барои фосфорнокшавӣ энергияи электрикӣ (потенсиали мембранавӣ) истифода мешавад, ки дар чараёни кори занҷири нафаскашӣ ҳосил шуда буд.

7.4. ГУРҶҲИ МИКРООРГАНИЗМҲОЕ, КИ БА СИФАТИ САРЧАШМАИ ЭНЕРГИЯ ПАЙВАСТАГИҲОИ ҒАЙРИУЗВИИ ГИДРОГЕНРО ИСТИФОДА МЕБАРАНД.

Прокариотҳое, ки сарчашмаи энергияи онҳо ҷараёнҳои оксидшавии пайвастагиҳои ғайриузвӣ хизмат мекунанд дар охири асри XIX мушоҳида шуданд, ки ин кашфиёт бо номи олими барҷастаи рус С.Н. Виноградский алоқаманд аст.

Барои тавсифи ин гурӯҳи микроорганизмҳо истилоҳи "хемолитотрофия", ки ба ҷойи истилоҳи пешгара "хемосинтез" гирифта шудааст бисёртар истифода бурда мешавад. Истилоҳи "хемолитотрофия" танҳо тарафи энергетикӣ тарзи ҳаётгузаронии ин микроорганизмҳоро нишон медиҳад, яъне қобилияти аз ҳисоби оксидшавии пайвастагиҳои ғайриузвӣ соҳиб шудани энергияро. Истилоҳи хемосинтез бошад барои пурра тавсиф намудани тарзи ҳаётгузаронии микроорганизмҳо, аз он ҷумла ҷараёнҳои энергетикӣ ва сохториро ҳам дар бар мегирад.

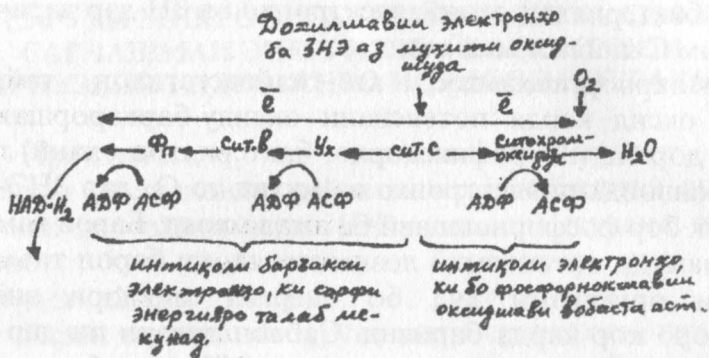
Пайвастагиҳои ғайриузвие, ки микроорганизмҳои хемолитотрофӣ истифода мебаранд, хеле гуногунанд. Онҳо асосан пайвастагиҳои барқароршудаи 5 элементи маъданиро дар бар мегиранд: нитроген, сулфур, оҳан, сурма, гидроген. Ҷар яке аз онҳо барои як организм хос аст. Барои ҳамин организмҳои хемолитотрофиро ба гурӯҳҳои бактерияҳои гидрогенӣ, бактерияҳои оҳан, нитрогеназхудкунанда ва бактерияҳое, ки пайвастагиҳои сулфурро оксид мекунанд ҷудо мекунанд.

Моддаҳои ғайриузвие, ки ба сифати донори гидроген истифода бурда мешаванд, потенциали оксиду-барқароршавии гуногун доранд. Ин ҷойи пайвастшавии электронҳои муҳити оксидшударо дар ЗНЭ муайян мекунад. Мисол, агар моддаи оксидшуда гидроген бошад, он гоҳ электронҳо аз муҳит ба ЗН дар дараҷаи НАД⁺ пайваст мешаванд, лекин дар вақти оксидшавии оҳан аз

тарафи бактерияҳои оҳанӣ, электронҳо ба ЗН дар дараҷаи ситохром С пайваст мешаванд.

Микроорганизмҳои, ки пайвастагии гайри-узвиро оксид карда потенциали оксиду-барқароршавии мусбат доранд (нитрофикаторҳо, бактерияҳои оҳанӣ) дар рафти кашондани электронҳо аз муҳит то O_2 дар ЗНЭ-он фақат як бор фосфорнокшавӣ ба амал меояд. Барои ҳамин ба ин намуди организмҳо лозим меояд, ки барои таъмин кардани организми худ бо энергия миқдори зиёди моддаҳои кор карда бароянд. Сабаби дигари ин дар он аст, ки пайвастшавии электронҳо дар ЗН новобаста дар дараҷаи ситохромҳо (аз паҳлӯи $НАД^+$ гузашта) ба он оварда мерасонад, ки барқароркунанда $НАД \cdot H_2$, ки барои ҷараёнҳои биосинтетикӣ хеле зарур аст, ҳосил намешавад. Талабот ба $НАД \cdot H_2$, дар ҷараёнҳои биокимиёвӣ хеле баланд аст, агар сарчашмаи карбон барои ҷараёнҳои сохторӣ CO_2 хизмат кунад.

Табиат инро бо истифодаи энергияи иловагӣ ҳал намуд. Агар ҷойи пайвастшавии электронҳо дар субстрати оксидшуда аз дараҷаи энергетикӣ, ки $НАД \cdot H_2$ ҳосил мешавад пастар бошанд, он гоҳ системаи гузаронандаи баръакси электронҳо кор мекунад, яъне механизме кор мекунад, ки электронҳоро дар ЗН ба тарафи потенциали манфии баланд мебардорад, то ки молекулаи $НАД^+$ -ро барқарор кунанд. Барои ҷараёни баръакси интиқоли электронҳо энергия лозим аст ва қисми молекулаи АСФ-е, ки аз ҳисоби оксидшавии фосфорнокшавӣ дар зинаи охири ЗН ҳосил мешавад, барои шакли барқароршудаи $НАД \cdot H_2$ истифода бурда мешавад. Бинобар ин ЗН-и ин гуна микроорганизмҳо дар ду самт кор мекунад. Интиқоли электронҳо мувофиқи потенциали термодинамики ва интиқоли электронҳо муқобили потенциали термодинамикӣ бо истифодаи энергия барои ҳосил кардани барқароркунанда сарф мешавад, амалӣ мегардад (расми 40).



Расми 40. Интиқоли электронҳо дар микроорганизмҳои хемолитотрофӣ

Микроорганизмҳое, ки пайвастагиҳои сулфурро оксид мекунад. Микроорганизмҳои беранге пайвастагиҳои сулфурро оксид мекунад ба ду гурӯҳ ҷудо мекунад: 1) бактерияҳои сулфурӣ 2) бактерияҳои тионовӣ. Бактерияҳои сулфурӣ ба сианобактерияҳо хеле монандӣ доранд. Ба бактерияҳои сулфурӣ шаклҳои риштагӣ (*Beggiatoe*), хучайраҳои алоҳидаи калони беҳаракат (*Achromatum*), серҳаракатӣ камчинақдор (*Tiouvulum*), хучайраҳои хурди серҳаракатӣ илтивомонанд (*Thiospira*) ё ки хучайраҳои беҳаракати ҷубчамонанд (*Tiobacterium*) дохил мешаванд.

Аломати умумие, ки ин гурӯҳро ба ҳам наздик мекунад ин қобилияти дар дохили хучайра захира кардани сулфур мебошад.

Ба сифати энергия бактерияҳои сулфурӣ энергияи оксидшудаи пайвастагиҳои барқароршудаи сулфурро (H_2S , S , SO_3 , тиосульфатро) то сулфат, ки бо ёрии O_2 амали мешаванд, истифода мебаранд. Мубодилаи конструктиви онҳо пурра омӯхта нашудааст. Тарзи ҳаётии автотрофии бактерияҳои сулфурдор то ҳол маълум

нест, чунки онҳоро дар намуди кишти тоза ҳосил кардан муяссар нашудааст.

Фарқи бактерияҳои тионовӣ аз сулфурӣ дар он аст, ки онҳо дар дохили ҳуҷайраи худ сулфур захира намекунанд. Ҳамаи онҳо дар як авлод *Tiobacillus* муттаҳид карда шудаанд. Онҳо спора ҳосил намекунанд, грамманфӣ буда, қамчинаки онҳо дар қутбҳо ҷойгир мешаванд. Онҳо пайвастагиҳои барқароршудаи гуногуни сулфурро (сулфидҳо, S, тиофосфат, сулфат, политионатҳо) оксид карда, энергияи ҷудошударо барои мубодилаи конструктивӣ ва дигар корҳои ҳуҷайра истифода мебаранд.

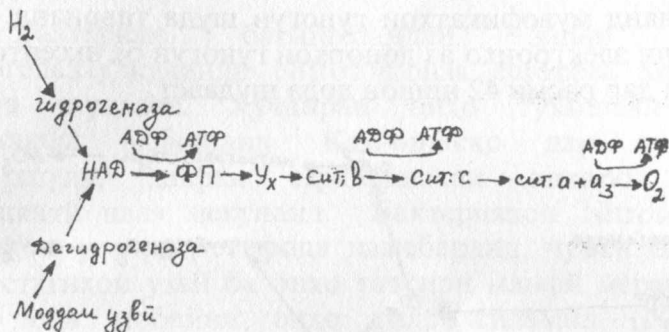
Оксидшавии ферментативии пайвастагиҳои барқароршуда S-и бактерияҳои тионовӣ бо ёрии ЗНЭ амалӣ мегардад, ки аксептори охири он дар бисёр ҳолатҳо оксигени молекулавӣ хизмат мекунад. Дар ЗНЭ-и тиобатсиллҳо ФП, Q, цитохромҳои в, с, о, d, а-аз мушоҳида карда шудаанд. Ҷойи пайвастшавии электронҳо аз субстрат ба ЗНЭ аз потенциали оксиду-барқароршавии донори электронҳо вобастагӣ доранд: дар вақти оксидшавии сулфид пайвастшавии электрон дар дараҷаи ФП ва дар рафти оксидшавии тиосулфат бошад дар дараҷаи ситохром с ба амал меоянд. Одатан аксептори охири тиобасилаҳо O₂ мебошад, лекин дар баъзе ҳолатҳо ба сифати аксептори охири метавонанд (*T.denitrificans*) нитратҳо истифода бурда онҳоро то нитрогени молекулавӣ барқарор кунанд. Баъзе бактерияҳои тионовӣ тарзи ҳаётгузарониашон автотрофӣ мебошад ва сарчашмаи ягонаи карбони онҳо CO₂ хизмат мекунад (хемолитотрофҳои облигатӣ: *T.tiioxidans*, *T.thiiparus*, *T.denitrificans*), дигарҳо ба сифати сарчашмаи карбон пайвастагиҳои узвирӯ (факултативии автотрофӣ: *T.notellus*, *T.intermedius*) истифода мебаранд. Механизми азхудкунии CO₂ даври Калвин мебошад.

Бактерияҳои гидрогенӣ. Дар ин гурӯҳ бактерияҳое муттаҳид мешаванд, ки ба сифати донори электронҳо

барои ба даст овардани энергия гидрогени молекуляриро истифода мебаранд. Бактерияҳои зиёди ин гурӯҳ барои расиши худ пайвастагиҳои узвиро истифода меkunанд, яъне онҳо гетеротроф ҳастанд. Лекин як қисми на он қадар зиёди онҳо энергияро аз ҳисоби оксидшавии гидрогени молекулярӣ бо истифодаи CO_2 ба сифати карбон мувофиқ шудаанд. Ин намуди бактерияҳоро гидрогенӣ меноманд. Қобилияти оксид кардани гидрогени молекулярӣ бо мавҷуд будани ферменти ҳалқунанда гидроген-гидрогеназа вобастааст, ки гидрогенӣ молекулавиро фаъол мегардонад. Бактерияҳои гидрогенӣ ЗНЭ инкишофёфта доранд ва ба ЗНЭ митохондрия хеле монанд аст. Онҳо гузаронандаҳои НАД⁺, ФП, Q, цитохром в, s, а, о доранд. Дар зинаи якум бо ёрии ферменти гидроген-гидрогеназа гидрогени молекулавиро фаъол гардонидани ба НАД⁺ мегузаронад



Аз байни ҳамаи хемолитотрофҳо танҳо бактерияҳои гидрогенӣ қобилияти новобаста барқароркунии НАД-ро доранд, ки аз тарафи муҳит оксид карда мешавад. Баъди ин гидроген (электрон) ба ёрии занҷири гузаронандаҳо ба O_2 гузаронида мешавад (расми 41). Дар рафти интиқоли электронҳо дар ЗНЭ се молекулаи АСФ ҳосил мешавад.

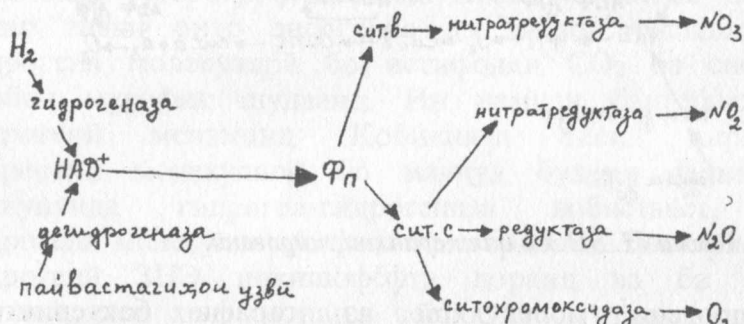


Расми 41. ЗНЭ-и бактерияҳои гидрогенӣ.

Гидрогени молекулярӣ аз тарафи бактерияҳои гидрогенӣ дар ду самт истифода бурда мешавад: якӯм барои гирифтани энергия ва дуюм барои барқароркунии CO_2 дар чараёнҳои сохторӣ. Азхудкунии CO_2 ба воситаи даври Калвин мегузарад. Ба ғайр аз ин бактерияҳои гидрогенӣ ба сифати сарчашмаи энергия ва карбон метавонанд пайвастагиҳои гуногуни узвӣ (туршиҳои узвӣ, туршиҳои аминӣ, қандҳо)-ро истифода баранд.

Ба гурӯҳи бактерияҳое, ки гидрогенро оксид мекунанд *Paracoccus denitrificans* ҳам дохил мешавад, ки онҳо ба сифати сарчашмаи карбон CO_2 ва пайвастагиҳои узвӣ (туршиҳои узвӣ, қандҳо, спиртҳо)-ро истифода мебаранд. Роҳи азхудкунии CO_2 -и ин бактерияҳо аз рӯи даври Калвин мегузарад. Лекин фаъолнокии давр барои таъмин кардани расиши организмҳо басанда нест, барои ҳамин иштироки пайвастанҳои узвӣи экзогенӣ дар чараёни сохторӣ ҳатмӣ аст. Ҳамин тавр *P. denitrificans* метавонад тарзи ҳаётии хемолитогетеротрофӣ ё ки хемоорганогетеротрофӣ гузаронад. Қобилияти начиби дигари ин бактерияҳо дар он аст, ки ғайр аз O_2 , нитратҳо, нитритҳо ва зақиси нитрогенро метавонанд ба сифати акцептори охирони худ истифода баранд. Барои ҳамин сарчашмаи энергия барои кашондани электронҳо аз донор (H_2 , пайвастагиҳои узвӣ) ба акцептор (O_2 , NO_3 , NO_2 , N_2O)

метавонанд мувофиқатҳои гуногун шуда тавонанд. Роҳи интиқоли электронҳо аз донорҳои гуногун ба акцепторҳои гуногун дар расми 42 нишон дода шудааст.

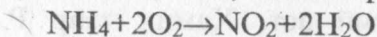


Расми 42. Занҷири нафаскашии бактерияи *P.denitrificans*.

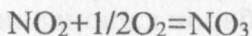
Агар акцептори электронҳо O_2 бошад се молекулаи АСФ ва агар нитратҳо бошанд танҳо ду молекулаи АСФ ҳосил мешавад.

Бактерияҳои нитрогеназхудкунанда. Бактерияҳои нитрогеназхудкунанда пайвастагиҳои барқароршудаи нитрогенро оксид карда (аммиак, туршии нитритӣ) туршии нитрат ҳосил мекунанд. Дар табиат ин чараён аз ду зина иборат буда, ҳар кадоми онҳо барангезандаҳои хурро доранд.

Дар зинаи якум оксидшавии намакҳои аммоний ба ҳосилшавии нитрат оварда мерасонад. Барангезандагони зинаи якуми ин чараён бактерияҳои авлоди *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus*, *Nitrosococcus*, *Nitrosospira* мебошад.

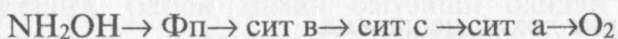


Дар зинаи дуюм оксидшавии нитритҳо ва нитратҳои ин чараён бактерияҳои авлоди *Nitrobacter*, *Nitrospina*, *Nitrosococcus* иштирок мекунанд.



Бактерияи барангезандаи зинаи якуми нитрогеназхудкунанда *Nitrosomonas europea* хеле хуб омӯхта шудааст. Ҳуҷайраи онҳо тухмшакл буда, грамманфӣ мебошанд. Қамчинакҳо дар ду кутб ҷойгиршуда, давраи серҳаракатии онҳоро давраи беҳаракатӣ иваз мекунанд. Бактерияҳои *Nitrosomonas* моддаҳои узви истифода намебаранд, чунки баъзе аз пайвастагиҳои узвӣ ба онҳо таъсири манфӣ мерасонанд. Маҳсулоти мобайни онҳо гидроксиламин (NH_2OH), гипонитрат (NOH) ва окиси нитроген (NO) мебошанд.

Занҷири нақлиёти электронҳои *Nitrosomonas* тамоми намудҳои моддаҳои гузаронандаро дар бар мегирад. Аввал аммоний бо ёрии ферменти дар таркиабаш Cu^+ дошта фаъол гардонида шуда, гидроксиламин ҳосил мешавад, ки муҳити энергетикӣ ба ҳисоб рафта, дар ЗНЭ оксид мешавад. Электронҳо аз гидросиламин ба занҷир гузашта дар дараҷаи Фп пайваस्त мешаванд.



ё ки убихинон

Дар рафти кашондани электронҳо дар ЗНЭ *Nitrosomonas* ду молекулаи АСФ мумкин аст ҳосил шавад. Барқароршавии НАД^+ барои азхудкунии CO_2 бо ёрии интиқоли баракси электронҳо ба амал меояд. Азхудкунии CO_2 бо ёрии даври Калвин амали мегардад.

Барангезандаи асосии зинаи дуҷуми нитрогеназхудкунанда *Nitrobacter* танҳо энергияро аз ҳисоби оксидшавии нитритҳо мегирад. Онҳо бактерияҳои хурди, серҳаракати, грамманфӣ буда, шакли тухмро доранд. афзоиши онҳо бо роҳи муғҷабандӣ ба амал меояд. Онҳо аз ситохромҳои с ва а бойанд. Пайвастшавии

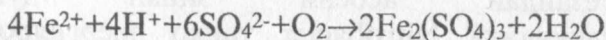
электронҳо дар ЗН, аз субстрати оксидшуда (нитрит) дар дараҷаи ситохромҳои с ё ки аз ба амал меояд. Барои ҳамин онҳо 1 молекулаи АСФ ҳосил мекунанд. Барои ҳосил кардани барқароркунанда бошад системаи баръакси кашондани электронҳо амал мекунанд.

Бактерияҳои нитрогеназхудкунанда дар табиат вазифаи муҳимро иҷро мекунанд, чунки онҳо дар яке аз зинаҳои гирдгардиши пайвастагиҳои нитрогенӣ иштирок мекунанд.

Бактерияҳои оҳанӣ. Қобилияти бевосита ё ки бавосита иштирок кардан дар оксидшавии оҳан байни бактерияҳо васеъ паҳн шудааст. Бактерияҳои оҳанӣ-ин мафҳуми физиологӣ ва экологӣ дошта, аз нуқтаи назари таҷрибавӣ бамаврид аст. Танҳо дар таҷриба ба ин истилоҳ байни бактерияҳои оҳанӣ на танҳо фарқияти морфологӣ балки гуногунии физиологӣ онҳоро ҳам нишон медиҳад. Микроорганизмҳое, ки қобилияти оксид кардани пайвастагиҳои оҳан ва дар болои худ захира кардани оксиди оҳанро доранд ба гурӯҳҳои бактерияҳои риштамонанд, микоплазма, флексибактерия, сианобактерия дохил мешаванд.

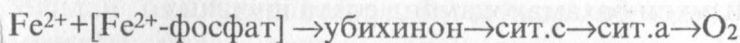
Бактерияҳои оҳанӣ асосан ба ду гурӯҳ чудо карда мешаванд. Ба гурӯҳи якум бактерияҳое дохил мешаванд, ки ҳаёти хемолитоавтотрофӣ мебаранд. Сарчашмаи энергия барои онҳо ҷараёни оксидшавии оҳани дувалента буда, сарчашмаи ягонаи карбон-карбони CO_2 мебошад.

Намояндаи ин гурӯҳ пеш аз ҳама *Thiobacillus ferrooxidans* мебошад. Оксидшавии оҳан ин тавр мегузарад.



Аз сабаби он ки дар рафти ин таассур энергияи кам чудо мешавад, ба бактерияҳо лозим меояд, ки миқдори зиёди оҳанро аз худ кунанд. Муайян карда шудааст, ки дар *T.ferrooxidans* оҳани дувалента аввал бо фосфат

мачмӯъ ҳосил карда, баъд аз ин мачмӯъ дар дараҷаи убихинон ва ситохром ба ЗНЭ пайваст мешаванд.



Молекулаи барқароркунанда ($\text{НАД}\cdot\text{H}_2$) дар натиҷаи интиқоли баръакси (муқобили) электронҳо ҳосил мешавад.

Ба гурӯҳи дуҷуми бактерияҳои оҳанӣ микроорганизмҳое дохил мешаванд, ки дар муҳити мобайни ё ки ишқории сусти расиш ёфта, қобилияти оксид кардани пайвастагиҳои оҳанӣ дар шакли барқароршуда бударо доранд. Аз сабаби он ки ЗНЭ-и ин бактерияҳо хеле кӯтоҳ аст (электрон ба O_2 аз Φ_{II} гузаронида мешавад) барои ҳамин дар рафти оксидшавии пайвастагиҳои узвӣ ва кашондани электронҳо дар занҷири нафаскашӣ H_2O_2 ҳосил мешавад. Вазифаи асосии физиологии ин гурӯҳи бактерияҳо дар он аст, ки H_2O_2 дар ҷараёни нафаскашӣ ҳосилшударо безарар гардонанд.

Бактерияҳои оксидкунандаи оҳан то охир хуб омӯхта нашудаанд, барои ҳамин омӯзиши ояндаи онҳо бояд бактерияҳои оҳани ҳақиқиро аз дигар микроорганизмҳое, ки мубодилаи энергетикӣ онҳо ба ҷараёни оксидкунии оҳан ҳеч муносибате надоранд, ҷудо кунанд.

7.5. ГУРҶҲИ МИКРООРГАНИЗМҲОИ ПРОКАРИОТИЕ, КИ БА СИФАТИ САРЧАШМАИ ЭНЕРГИЯИ ДОНОРИ ГИДРОГЕН МОДДАҲОИ УЗВИРО ИСТИФОДА МЕБРАНД

Микроорганизмҳои аэробии зиёде қобилият доранд, ки ба сифати сарчашмаи энергия пайвастагиҳои узвиро истифода бурда онҳоро пурра бо CO_2 ва H_2O таҷзия кунанд. Дар микроорганизмҳои нафаскашанда

системае фаъолият мекунад, ки барои энергияро аз субстратҳои узвӣ чудо карда гирифтад, аз як чанд механизмҳои баҳамалоқаманд сохта шудаанд.

Таҷзияшавии муҳити узвӣ дар шароити анаэробӣ (гликолиз, роҳи ГМФ, роҳи Энтнер-Дудоров)	пурра таҷзияшавии муҳит (ДТС), → даври оксидшавӣ → $3H \rightarrow O_2$
--	---

Новобаста аз он, ки фаъолияти системаи ин гурӯҳи бактерияҳо ба эвқариотҳо хеле наздик бошад, ҳам онҳо дар ҳар зина роҳҳои зиёди иловагӣ доранд. Бо баъзе гурӯҳҳои прокариотҳои, ки ба сифати донори гидроген моддаҳои узвиро истифода мебаранд шинос мешавем.

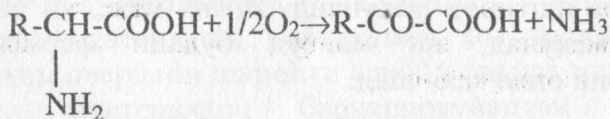
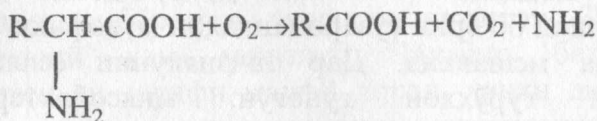
Бактерияҳои туршии сиркоӣ. Бактерияҳои туршии сиркоӣ энергияро аз ҳисоби ҷараёни нопурра оксидшавии як қатор пайвастагиҳои узвӣ соҳиб мешаванд. Ба пайвастагиҳои, ки аз тарафи ин бактерияҳо оксид карда мешаванд, спиртҳои якатома ва бисёратома дохил мешаванд. Оксидшавии спиртҳои якатома ба ҳосилшавии туршиҳо ва спиртҳои бисёратома бошад ба алдоза ва каталазаҳо оварда мерасонанд. Мисол, сорбит ба сорбоза, глицерин ба диоксиатсетон ва ғ. Хусусияти ҳосил оксидкунии ин гурӯҳ дар он аст, ки ҳамаи таассурҳои он аз ду зина иборатанд. Дар рафти оксидшавии спирти этил аввал алдегиди сиркоӣ ҳосил шуда баъд ба туршии сиркоӣ мубаддал мешавад. Гидроген аз муҳите, ки ин бактерияҳо оксид мекунанд, ба дараҷаи НАД гузашта, баъд бо системаи гузаронандаҳо (Фп, хинонҳо, ситохромҳо) ба O_2 дода мешавад.

Гурӯҳи дуҷуми бактерияҳои сиркоӣ қобилият доранд, ки муҳити узвиро пурра то CO_2 ва H_2O таҷзия кунанд. Дар ин ҳолат туршии сиркоӣ маҳсулоти мобайни ба ҳисоб меравад ва баъди пурра аз муҳит ҷудо кардани он, бактерияҳо туршии сиркоиро оксид карда ба

механизми оксидкунии охирони ДТС дохил мекунад. Ин гурӯҳ дар авлоди *Acetobacter* муттаҳид шудаанд, ки намояндаи он *A. peroxydans* ба шумор меравад. Онҳо грамманфӣ буда, спора ҳосил намекунад. Шакли чӯбчаро дошта, камҳаракатанд, қамчинакҳо дар кутбҳо ҷойгиранд. Ба туршиҳо хеле устуворанд. Облигатҳои аэробӣ мебошанд. Бактерияҳои сиркоӣ дар саноати микробиологӣ барои истехсол кардани туршии сиркоӣ ва дар саноати ҳосил кардани туршии аскарбинӣ истифода бурда мешаванд.

Бактерияҳои аммонийазхудкунанда. Туршиҳои аминӣ ва сафедаҳо ҳам метавонанд ҳамчун манбаи энергетикӣ барои микроорганизмҳо хизмат кунанд. Одатан сафедаҳо берун аз ҳуҷайра бо ёрии ферментҳои протеолитикӣ ба пептидҳои алоҳида ҷудо шуда баъд аз тарафи ҳуҷайра фурӯ бурда мешаванд ва бо таъсири ферментҳои дохилиҳуҷайравӣ (пептидазаҳо) ба туршиҳои аминии алоҳида таҷзия мешаванд.

Мубаддалшавии ояндаи туршиҳои аминӣ бо ду самт амалӣ мешавад: 1) туршиҳои аминӣ новобаста дар мубодилаи конструктивӣ барои сохтани молекулаҳои сафеда истифода мешаванд; 2) туршиҳои аминӣ метавонанд ҳамчун маҳсулот барои ҷараёни энергетикӣ хизмат кунанд. Ҷараёни кандашавии гурӯҳи аминии туршиҳои аминӣ бо якчанд роҳ амалӣ мегардад. Дар рафти оксидшавии таассури кандашавии гурӯҳи аминӣ O_2 иштирок мекунад.



Бо роҳи гидролитикӣ кандашавии NH_2 -ро дар мисоли гидролизи мочевина (карбомид) дида мебароем.



Дар рафти кандашавии NH_2 -и баъзе туршиҳои аминӣ (аланин, аспаргин, туршии глутамин) α -кетотуршиҳо (ТП, α -кетоглутарӣ, ТШС) ҳосил мешаванд, ки ба қатори маҳсулотҳои мобайнии мубодилаи хучайравӣ дохил мешаванд.

Ба ин гурӯҳ асосан бактерияҳои грамманфии, чӯбчашакли спораҳосилкунандаи авлоди *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. megaterium*) дохил мешаванд. Ба шаклҳои беспоравӣ бошад, гурӯҳи бактерияҳои аммонийазхудкунанда, псевдомонадаҳо, *Proteus vulgaris* ва баъзе дигар бактерияҳо дохил мешаванд.

Бактерияҳои селлюлозӣ. Бактерияҳои таҷзиякунандаи селлюлозӣ ҳам ба сифати ҷараёни энергетикӣ интиқоли электронҳо дар 3H O_2 -и истифода мебаранд.

Селлюлоза моддаи калонмолекулаи полисахариди буда, асоси девори хучайраи растаниро ташкил мекунад. Боқимондаи растаниро аз нисфашон зиёд селлюлоза ташкил медиҳад. Аввал селлюлоза то моносахариди глюкоза бо ёрии ферменти селлюлаза таҷзия шуда, ба хучайра дохил мешавад. Дар хучайра глюкоза ба мубодилаи моддаҳо (Гликолиз \rightarrow ДТС) дохил шуда, гидроген бошад бо ёрии гузаронандаҳои мувофиқи 3H ба O_2 кашонда мешаванд. Дар таҷзиякунии селлюлоза бактерияҳои гурӯҳҳои гуногун: миксобактерияҳо, ситофагҳо, баъзе актиномитсетҳо, бактерияҳои авлоди *Cellulomonas* иштирок мекунанд. Ягона чизе, ки онҳоро муттаҳид мекунад, ин мавҷуд будани ферментҳои гидролитикӣ онҳо мебошад.

Вазифаи асосии бактерияҳои селлюлозӣ таҷзия кардани пайвастагиҳои дар табиат ҳосилшудаи селлюлоза мебошад.

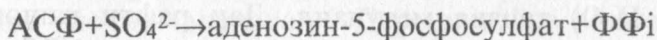
Бактерияҳои барқароркунандаи нитроген. Баъзе бактерияҳои гидрогенӣ ва тионовӣ (*Thiobacillus denitrificans*, *Paracoccus denitrificans*) метавонанд ба сифати акseptори охирини электронҳо ба ғайр аз оксигени молекулави, нитратҳоро ҳам истифода баранд. Ин ҳодиса номи барқароршавии нитрогениро гирифтааст, чунки дар бисёр ҳолатҳо нитрат то нитрогени молекулавӣ ва закиси нитроген барқарор мешавад. Тағйирёбиҳои биокимёивие, ки дар ин бактерияҳо ба амал омадааст, ба онҳо имконият медиҳад, ки ба сифати акseptори охирон нитратҳоро истифода баранд. Барои ҳамин ин ҳодисаро ҳамчун мутобиқшавии бактерияҳои аэробӣ ба шароити анаэробӣ, яъне анаэробiosi дуюмин мебошад. Ҳақиқатан ҳам анаэробҳои дуюмин ЗН инкишофёфта доранд, ки назар ба намудҳои анаэробии облигатӣ ферментҳое дар худ доранд, ки дар зинаи охирон метавонанд электронро бо O_2 нею, ба акseptорҳои дигар диҳанд (расми 42).

Қобилияти барқароркунии нитрат дар системаи таассурҳои мубодилаи энергетикӣ бисёр бактерияҳои авлоди *Escherchia*, *Corynebacterium*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Proteus*, *Pseudomonas* ва ғ. паҳн шудааст. Бактерияҳои барқароркунандаи нитроген пайвастагиҳои узвие, ки ба сифати муҳит истифода мебаранд пурра (то CO_2 ва H_2O) таҷзия мекунанд. Дар рафти кашондани электронҳо дар ЗН ин бактерияҳо танҳо ду АСФ ҳосил мешавад, ки баромади энергетикӣ онҳоро 30% назар ба нафаскашӣ кам мекунад. Чараёни барқароркунии нитроген як тарафи манфӣ дорад, чунки дар рафти ин чараён нитратҳо то нитрогени молекулярии газмонанд барқарор мешаванд. Тадбири мубориза бо денитрификатсия ин ковоқунии хок мебошад, ки ба фароҳам овардани шароити аэробӣ оварда мерасонад. Ин бошад бактерияҳои барқароркунандаи нитрогенро

мачбур месозад ба чараёни энергетикии дигар гузаранд, дар натиҷа интиқоли электронҳо ба тарафи O_2 -молекулавӣ амали мешавад, на ба нитратҳо.

Бактерияҳои барқароркунандаи сулфур. Гурӯҳи дигари бактерияҳои анаэробӣ дуҷумин бактерияҳои барқароркунандаи сулфур мебошанд. Ин бактерияҳо ба сифати аксептори охирони электронҳо сулфатро истифода мебаранд. Барқароршавии сулфат то сулфид дар мубодилаи моддаҳои бисёр микроорганизмҳо мушоҳида карда шудааст. Қобилияти барқароркунии сулфатро дар мубодилаи энергетикӣ танҳо як гурӯҳи начандон калони бактерияҳои барқароркунандаи сулфурӣ, ки ба авлоди *Desulfovibrio* ва *Desulfotomaculum* дохил мешаванд доранд. Фарқи бактерияҳои барқароркунандаи сулфур ва бактерияҳои сулфуразхудкунанда дар он аст, ки онҳо анаэробии облигатӣ мебошанд. ЗНЭ онҳо хуб инкишофёфта буда аз Фп, ферредоксин, рубредоксин, ситохромҳо аз он ҷумла ситохроми C_3 , ки потенциали оксиду-барқароршавии хеле паст дорад ($E_0=0,2$ В) ташкил ёфтааст. Пайдарҳам ҷойгиршавии гузаронандаҳои ЗНЭ то ҳол муайян карда нашудааст.

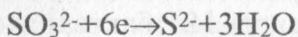
Чараёни барқароршавии сулфат то сулфид аз якҷанд зина иборат буда, истифодаи энергияро талаб мекунад. Дар зинаи якум сулфат бо ёрии АСФ фаъол гардонида мешавад.



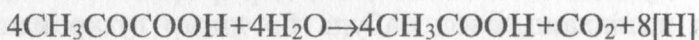
Таассуро ферменти АСФ-вобастаи сулфурилаза фаъол мегардонад. Аденозин-5-фосфосулфат (АФС) баъд барқарор мешавад. Ин таассур бо ёрии ферменти АСФ-редуктаза фаъол гардонида мешавад.



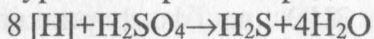
Маҳсулоти таассур аденозинмоносулфат ва сулфат мебошанд, ки сулфат баъдтар то сулфид барқарор мешавад.



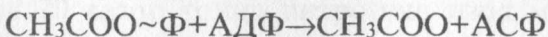
Электронҳое, ки барои барқароркунӣ лозиманд аз ЗНЭ гирифта мешаванд. То ҳоло маълум нест, ки баромади энергетикӣ ин чараён, яъне дар рафти кашондани ду чуфти электрон аз муҳит ба сулфат чанд АСФ ҳосил мешавад. Ин бактерияҳо ба сифати донори гидроген туршиҳои узвӣ ва спиртҳоро ҳам истифода мебаранд. Пайвастагиҳои узвиро бактерияҳои барқароршавандаи сулфур то охир оксид намекунанд, барои ҳамин маҳлулоти охири туршии сиркоӣ ҳосил мешавад.



туршии пировиноградӣ туршии сиркоӣ



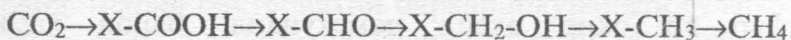
Бактерияҳои барқароркунандаи сулфат дар муҳити бесулфати ҳам расиш меёбанд. Дар ин шароит ТП ба туршии сиркоӣ, CO_2 ва H_2O мубаддал мешавад. Дар ин ҳолат бактерияҳои барқароркунандаи сулфат энергияро аз ҳисоби таҷзияшавии фосфорокластикӣ пируват мегиранд.



Ҳамин тавр, бактерияҳои сулфурӣ энергияро аз ҳисоби мубаддалшавиҳои гуногуни анаэробӣ, яъне аз ҳисоби туршшавиҳо ва занҷири нақлиёти электронҳо соҳиб мешаванд. Авлоди *Desulfovibrio* спора ҳосил намекунад, онҳо грамманфӣ буда серҳаракатанд. Намояндагони

авлоди *Desulfatomaaculum* грамманфӣ буда, спора ҳосил мекунад, чӯбчашакли қач ва рост мебошанд. Дар бактерияҳои барқароркуандаи сулфур даври Калвин ва Арнон мушоҳида нашудааст, лекин ДТС ба шакли нопурра мушоҳида шудааст. Ин бактерияҳо дар табиат васеъ паҳн шуда, дар ҷараёнҳои геологӣ иштирок мекунад. Вазифаи асосиро дар ҳосилшавии H_2S дар муҳит иҷро мекунад.

Бактерияҳои ҳосилкуандаи метан. Ба сифати акцептори охирони электронҳо бо ҷойи O_2 мумкин аст CO_2 -ро истифода баранд. CO_2 дар як пайдарҳамии муайян то металлҳо барқарор мешавад.



Маҳсулотҳои мобайни, ки дар рафти ин таассурҳо ҳосил мешаванд, озод набуда бо дигар гузаронандаҳои табиаташон номаълум (x) пайвастагӣ ҳосил мекунад. Ин бактерияҳо механизмҳои ЗНЭ ва фосфорнокшавиро дороанд. Дар онҳо гузаронандаҳои НАД ва ферредоксин мушоҳида шудаанд. Ба гурӯҳи бактерияҳои метанҳосилкуанда авлоди *Metanobacterium*, *Metanococcus* ва *Metanosarsina* дохил мешаванд. Ба сифати донори гидроген онҳо гидрогени молекулавиро истифода мебаранд. Ҳамаи онҳо анаэробҳои облигатӣ мебошанд. Бактерияҳои метанҳосилкуанда дар табиат васеъ паҳн шудаанд. Онҳо дар ҷараёни маъданкунонии моддаҳои узвӣ фаъолона иштирок мекунад.

БОБИ VIII

АЗХУДКУНИИ НИТРОГЕНӢ МОЛЕКУЛАВӢ

Норасоии пайвастагиҳои нитроген ва фосфатӣ дар биосфера ба назар мерасанд, ки ин ба расиш ва ҳосилшавии вазни биологии организмҳоро таъсир мерасонад. Дар табиат гардиши пайвастагиҳои нитрогенӣ ба амал меояд, ки мавқеи марказиро аммиак ишғол мекунад.

Танҳо микроорганизмҳои нитрогеназхудкунанда қобилияти нитрогенӣ дар атмосфера бударо (дар атмосфера миқдори нитрогени молекулавӣ 78%-ро ташкил медиҳад) аз худ кардан доранд. Як қисми микроорганизмҳо дар ҳок озод умр ба сар бурда, нитрогени атмосфераро аз худ мекунанд, қисми дигари микроорганизмҳо бошад дар ҳамзистӣ бо растаниҳои олии нитрогени молекуляриро аз худ карда ба моддаҳои узвӣ мубаддал мекунанд ва дар охир ба ҳок (новобаста ё ки бо растани) меафтад. Дар рафти пайвастшавии N_2 бо ёрии бактерияи лӯндагӣ дар ҳамзистӣ бо растаниҳои оилаи лӯбиғиҳо ҳар сол ҳок қариб аз 200 то 300 кг/га аз нитроген бой мегардад. Микроорганизмҳои нитрогеназхудкунандае, ки озод зиндагӣ мекунанд ба ҳок ҳар сол қариб 15-20 кг/га нитроген илова мекунанд. Ба гайр аз ин миқдори муайяни нитрогени пайваст аз атмосфера ба ҳок бо боришот илова мегардад. Вобаста аз олудагии атмосфера ҳар сол қариб аз 3 то 30 кг/га нитроген ба ҳок илова мешавад. Дар атмосфера дар болои 1 га ҳок 70 ҳазор тонна нитрогени озод мавҷуд аст, ки танҳо дар рафти азхудкунии нитроген қисме аз ин нитроген барои растаниҳо ҳамчун ғизо дастрас мешавад.

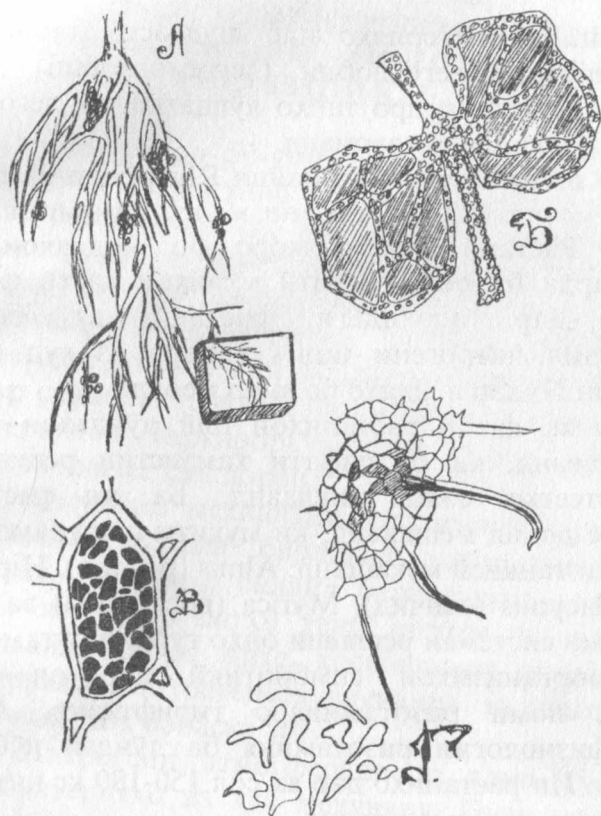
8.1. АЗХУДКУНИИ НИТРОГЕНИ МОЛЕКУЛЯРӢ БО ӢРИИ БАКТЕРИЯҲОИ СИМБИОТИКӢ

Якумин шуда Буссенго (1838) нишон дод, ки юнучқа ва оилаи лӯбиёғиҳо хокро аз нитрогени ҳаво бой мегардонанд. Баъдтар ба Г.Гелригел ва Г.Вилфарт (1886-1888) муяссар шуд, ки алоқамандии байни нитрогени бақайдгирифта ва бактерияҳои лӯндаи решаи лӯбиёғиҳоро муқаррар кунанд. Лӯбиёғиҳо ҳамон вақт бе иштироки нитрогенӣ пайваст расиш меёбанд, ки агар дар решаи онҳо бактерияҳои лӯндагӣ дар натиҷаи зарар ёфтани мӯякҷҳои реша аз хок инкишоф ёбанд (расми 43).

Бактерияҳое, ки сабаби ҳосилшавии бактерияҳои лӯндагӣ дар решаи лӯбиёғиҳо мегарданд ба авлоди *Rhizobium* дохил мешаванд.

Онҳо дар хок озод умр ба сар бурда, чӯбчашакли грамманфӣ буда, азобии облигатӣ мебошанд. Ҳамчун сапрофитҳо аз ҳисоби пайвастагиҳои узвӣ расиш меёбанд. Нитрогени молекуляриро танҳо дар ҳамзистӣ бо растаниҳои олий аз худ карда метавонанд. Аз рӯи хусусият ва муносибаташон ба ҳӯчаини худ як қатор намудҳои ин бактерияҳоро фарқ кардан мумкин аст (*Rhizobium leguminosarum*, *Rh.meliloti*, *Rh.trifolii*, *Rh.phaseoli*, *Rh.lupini*, *Rh.japonicum* ва ғ.).

Зарарёбии система решавии растаниҳо фақат дар мӯякҷаҳои решаи ҷавон ба амал меояд. Бактерияҳои ба нуги мӯякҷа дохил шуда ба шакли ришта расиш меёбанд. Баъд чунин риштаҳое, ки бо чилди селлюлозӣ пӯшонида шудаанд, ба воситаи чилди ҳучайраи эпидермис ба пӯстлоки реша дохил мешаванд. Дар ин ҷо онҳо бо ҳучайраҳои тетраплоидии бофтаи пӯстлоқ якҷо шуда, тақсимшавии ҳучайраҳои тетраплоидӣ ва ҳучайраҳои диплоидии ҳамсояро фаъол мегардонанд. Риштаҳои сирояткунанда шохронӣ карда, ба ҳучайраҳои тетроплоидӣ тақсим мешаванд.



Расми 43. Бактерияҳои лӯндагӣ ё ки симбиотикӣ нитрогеназхудкунанда дар решаи лубғиҳо. А-решаи нахӯд бо бактерияҳои лӯндагӣ. Б-буриши кундалангии бактерияҳои лӯндагӣ. В- хучайраи растанигии бо бактерияҳо пуришуда. Г- бактерияҳои дар хучайраи растани афзоишёфта шакли гайриоддиро мегиранд. Д-дохилишавии бактерияҳо ба воситаи мӯйякчаҳои решаи.

Дар рафти варамкунии бофтаҳое, ки бактерияҳои *Rhizobium* ба амал меоранд, бактерияҳои лӯндагӣ ҳосил мешаванд. Бактерияҳо дар лӯнда тез инкишоф ёфта, андозаи худ ба бактерияҳо 10-12 маротиба зиёд мешавад.

Бофтае, ки бо бактерияҳо пур шудааст, тобиши сурх дошта пигменти леоглобин (леггемоглобин) доранд. Нитрогени молекуляриро танҳо лӯндаҳое, ки леоглобин доранд аз худ карда метавонанд.

Дар ин ҳамзистие, ки байни *Rhizobium* ва растанӣ ба амал меояд, ҳарду организм аз ҳамдигар фоида мегиранд. Растанӣ бактерияҳоро бо моддаҳои гизоӣ таъмин карда ба онҳо муҳити муайяни ҳаёти фароҳам меоранд. Дар алоҳидаги растанӣ ва бактерия наметавонанд нитрогени молекуляриро аз худ кунанд. Азхудкунии N_2 дар лӯндаҳо ба амал меояд.

Дар як қатор растаниҳои олий лӯндаҳои решаӣ дида мешаванд, ки ба сифати ҳамзистии решаи онҳо стрептомитсетҳо сокин шудаанд. Ба ин растаниҳо, растаниҳое дохил мешаванд, ки муҳити нашунамои онҳо аз нитроген танқисӣ мекашанд: *Alnus* (роздор), *Hippophae* (ангат), *Elaeagnus* (санчид), *Myrica* (восковица) ва ғ. Дар болои қисми системаи решаии онҳо ғуррии бутамонанде, ки микроорганизмҳои симбиотикӣ дар он ҷойгир мешаванд, номи ризотамниро гирифтаанд. Аз рӯи вазифаи физиологии ризотамния ба лӯндаи лӯбиёғиҳо наздик аст. Ин растаниҳо дар як сол 150-180 кг нитрогени молекуляриро аз худ мекунанд.

Қобилияти аз худ кардани нитрогени молекулярӣ дар лучтухмон ҳам мушоҳида карда шудааст. Баъзе растаниҳои тропикӣ дар реша нею балки дар барги худ тепачаҳо ҳосил мекунанд, ки дар онҳо бактерияҳо ҷойгир шудаанд.

Ба ин растаниҳо *Psychotria*, *Pavetti* ва *Ardisia* дохил мешаванд. Яке аз ин намудҳо *Psychotria* бо бактерияи *Klebsiella* симбиоз ҳосил мекунанд.

8.2. АЗХУДКУНИИ НИТРОГЕНИ МОЛЕКУЛЯРӢ БО ЁРИИ БАКТЕРИЯҶО ОЗОД СУКУНАТ ДОШТА ВА ОБСАБЗҶОИ КАБУДУ-САБЗ.

То солҳои 50-ӯми асри ХХ ҳисоб мекарданд, ки қобиляти азхудкунии нитрогени молекулярӣ танҳо ба баъзе бактерияҳо хос аст, хусусан намояндагон авлоди *Colostridium* ва *Azotobacter*. Баъдтар бо ёрии усулҳои изотопӣ муайян карда шуд, ки қобиляти азхудкунии нитрогени молекуляро (АНМ) бисёр микроорганизмҳои дигар, аз он ҷумла бактерияҳои фототрофӣ, як қатор сианобактерияҳо, бактерияҳои метанҳосилкунанда, бактерияҳои барқароркунандаи сулфат, *Aerobacter* ва *Achromobacter* ҳам доранд.

Омӯзиши механизми азхудкунии нитроген яке аз вазифаҳои муҳими биология ҳозиразамон ба ҳисоб меравад, ки барои баланд бардоштани ҳосилхезии хок лозим аст. Дар сатҳи генӣ корҳои ба анҷом расида истодаанд, ки аз онҳо ҳосилшавии нитрогеназаҳо аз бактерияҳои нитрогеназхудкунанда ва дигар микроорганизмҳои хок вобаста аст.

Нитрогени атмосфераро аз ҳама хуб намудҳои азотобактерияҳо аз худ мекунанд. Онҳо метавонанд то 20 мг нитрогенро дар 1 г қанди истифодашуда пайваस्त кунанд. Онҳо грамманфӣ, серҳаракат ва беҳаракат буда, кулӯлашакл мебошанд. Спора ҳосил намекунанд. Аз ҳама бисёртар *A. chroococcum* дар хок вомерӯранд. Азотобактерияҳо продуцентӣ як қатор витаминҳо, моддаҳои расиши ба монанди ауксин ва баъзе антибиотикҳо мебошанд. Барои ҳамин онҳо ба зироатҳои хоҷагии қишлоқ таъсири мусбат мерасонанд.

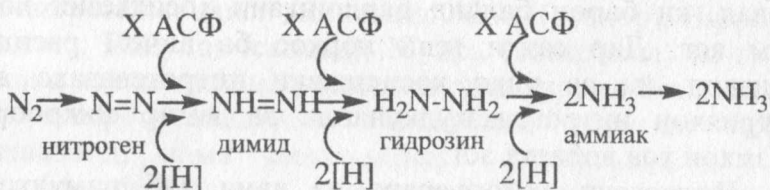
Барои азхудкунии нитрогени молекулярӣ аз тарафи бактерияҳо молибден лозим аст. Бактерияи *A. vinelandii* дар муҳити ғизоие, ки нитрогени пайваस्त надорад суст расиш меёбад, агар муҳит аз молибден танқиси кашад

барои ҳамин ба ҷойи молибден ванадийро истифода мебаранд.

Сианобактерияҳо ҳам қобилияти азхудкунии нитрогени молекулавиро доранд. Ҳисоб карда шудааст, ки дар майдонҳои кишти шолӣ сианобактерияҳо дар як сол аз 30 то 50 кг нитрогенро дар 1 га аз худ мекунад. Қариб 40 намуди сианобактерияҳо маълуманд, ки қобилияти азхудкардани нитрогенро доранд.

8.3. Тарғиби азхудкунии нитроген

Азхудкунии нитрогени молекулавӣ чараёни барқароршавӣ буда маҳсулоти якӯми он аммиак мебошад. Дар рафти ин чараён ду ҷуфти электрон кашонда мешавад, ки ба сифати маҳсулотҳои мобайни димид ва гидразин ҳосил мешаванд.



Талабот ба АСФ барои барқарор кардани чунин элементи суст ба монанди нитроген хеле баланд аст (4 молекулаи АСФ барои як ҷуфти электронҳо). Таассури барқароркунии нитроген аз тарафи ферменти нитрогеназа идора карда мешавад. Ферменти нитрогеназа ба ғайр аз барқароркунии нитроген, инчунин атсетилен ($\text{HC}=\text{CH}$), сианид, азид, нитрилро ҳам барқарор мекунад. Омӯзиши барқароркунии таассурҳои ин моддаҳо имконият медиҳад, ки тадқиқотҳои оид ба азхудкунии нитрогени молекулавиро васеъ кунем ва онҳоро дар ҷойи зисташон омӯзем.

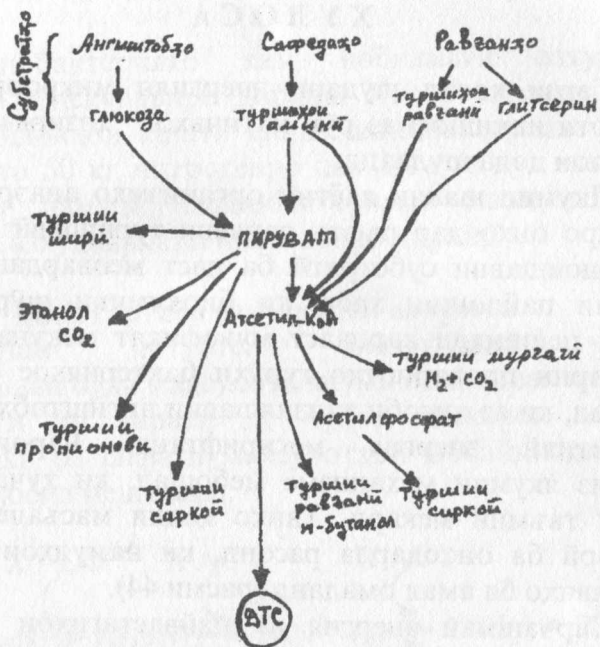
ХУЛОСА

Гарзи ҳосил шудани энергияи микроорганизмҳо дар рафти инкишоф аз рӯи натиҷаҳои ҳозиразамон хеле хуб нишон дода шудаанд.

Якумин шакли ҳаётии организмҳо анаэробӣ буда, энергияро онҳо дар рафти чараёни туршшавӣ аз ҳисоби фосфорнокшавии субстратӣ ба даст меоварданд. Ин бо назарияи пайдоиши ҳаёт, ки биохимики шӯравӣ А.И. Опарин пешниҳод кардааст мувофиқат мекунад. Яке аз қадимтарин прокариотҳо гурӯҳи бактерияҳое ба шумор мераванд, ки аз ҳисоби таҷзияшавии ангиштобҳо бо роҳи гликолитикӣ энергия мегирифтанд. Барои ҳамин, гликолиз якумин механизме мебошад, ки ҳучайраро бо энергия таъмин мекард. Танҳо ҳалли масъалаи донору аксепторӣ ба он оварда расонд, ки намудҳои гуногуни туршшавиҳо ба амал омаданд (расми 44).

Сарчашмаи энергия ва пайвастагиҳои узвие, ки барои сохторҳои ҳучайравӣ лозиманд, пайдоиши абиогенӣ доранд. Аз сабаби он ки аввал энергия аз ҳисоби муҳити ангиштобҳо гирифта мешуд, миқдори онҳо дар муҳити атроф кам шудан гирифт.

Ин маҷбур мекард, ки микроорганизмҳо сарчашмаи нави энергия ва карбонро чустиӯ кунанд, ки ин ба ҳосилшавии системаи мубодилавие, ки рӯшноӣ ва CO_2 -ро истифода мебарад, оварда расонад. Механизми истифодабарии рӯшноӣ ба сифати энергия хеле муҳим буд, чунки: 1) Қабулқунандаҳои рӯшноӣ ҳосил шуданд; 2) ЗНЭ фотосинтез ташаккул ёфт; 3) Механизми нави фосфорнокшавии фотосинтетикӣ ташаккул ёфт. Истифодабарии CO_2 ба сифати сарчашмаи ягона механизмиҳои даврии азхудкунии CO_2 -даврии Калвинро ҳосил кард.



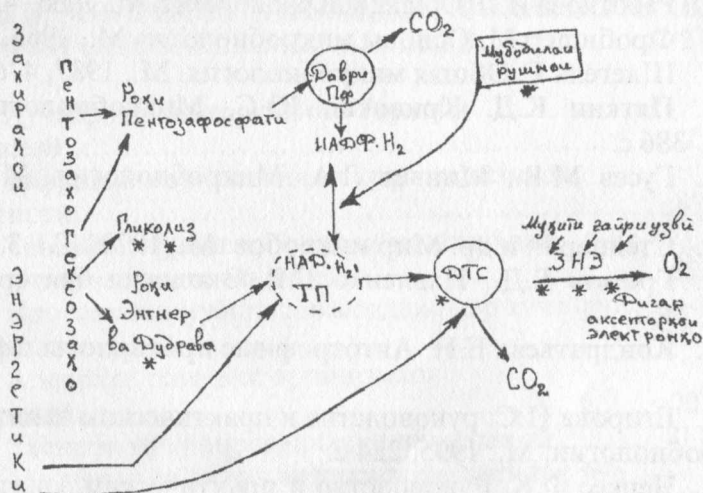
Расми 44. Туриши пировиноградӣ ҳамчун «калид»-и асосии ҷараёнҳои туришиавиҳои прокариотҳои анаэробӣ.

Дар ин зинаи инкишоф организмҳои пайдо шуданд, ки системаи энергетикӣ ва сохтори онҳо имконият меод, дигар аз муҳити берун камтар вобаста бошанд. Қуллаи инкишоф дар ин самт сианобактерияҳо ба ҳисоб мераванд. Бо сианобактерияҳо ду лаҳзаи асоси инкишоф алоқаманд аст, яқӯм пайдошавии оксигени молекулавӣ ва дуҷум онҳо яқӯмин шуда дар рӯи Замин моддаҳои узвиро ҳосил мекарданд.

Пайдошавии O₂ бо прокариотҳо имконият дод, ки системаи аз худ қардани энергияи ҳуҷайраи зиндари аз пайвастагиҳои кимиёвӣ сайқал диҳанд. Ин ба он оварда расонд, ки дар онҳо системаи ЗНЭ нава, ки ба системаи интиқоли электронҳои фотосинтетикӣ монанд, вале

якхела набуда яъне ба ташакулёбии механизми фосфорнокшавӣ, ки он оксидшавии фосфорнокшавӣ ном дорад оварда расонд. Дар олами прокариотҳо тарзи ҳаётии гуногун мушоҳида шудааст, ки сарчашмаи энергияи фосфорнокшавии оксидшавӣ хизмат мекунад. Фарқият танҳо дар табиати донор ва аксептори электронҳо мушоҳида мешавад.

Ҳамин тавр чи хеле ки мебинем тамоми усулҳои ҳосил кардани энергияи организмҳои зинда дар дараҷаи сохтори ҳуҷайраҳои прокариотӣ ташаккул ёфтаанд. Нақшаи тамоми имкониятҳои чараёнҳои энергетикӣ микроборганизмҳои прокариотӣ дар расми 45 нишон дода шудааст.



Расми 45. Нақшаи умумии чараёнҳои энергетикӣ дар прокариотҳо

А Д А Б И Ё Т

1. Гусев М.В. Биология сине-зеленых водорослей. М., 1968, 268с.
2. Гусев М.В., Минаев П.А. Микробиология. М., 1978, 383с.
3. Заварзин Г.А. Микотрофные микроорганизмы. М., 1972. 320 с.
4. Забиров Р.Ф., Нарзуллоев М.С. Раҳнамои дарсҳои амалӣ аз микробиология. Душанбе, 2001, 70с.
5. Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. 1970, 385 с.
6. Опарин А.И. Проблема происхождения жизни. М., 1976, 546 с.
7. Работнова И.Л. Общая микробиология. М., 1966, 423 с.
8. Фробишер М. Основы микробиология М., 1965, 363с.
9. Шлегель Г. Общая микробиология. М., 1987, 476 с.
10. Пяткин К.Д. Кривокин Ю.С. Микробиология. М., 1981, 386 с.
11. Гусев М.В., Минаев Л.А. Микробиология. М., 1992, 468 с.
12. Стейнер Р. и др. Мир микробов. М., 1979, Т.1-3.
13. Громов Б.Д., Павленко Г.В. Экология бактерии. Л., 1989, 246 с.
14. Кондратьева Е.Н. Автотрофные прокариоты. М., 1996, 302 с.
15. Егорова Н.С. руководства и практическим занятиям по микробиологии. М.: 1995, 224 с.
16. Черкес Ф.К. Руководство и практическим занятиям по микробиологическим исследованиям. М.: 1974, 220 с.
17. Перт С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. М.: 1978, 331с.
18. Егорова Н.С. Метоболизм микроорганизмов. М.: 1986, 256 с.
19. Рубин Б.А., Гавриленко В.Ф. Биохимия и физиология фотосинтеза. М.: 1977, с.
20. Воробьева Л.И. Промышленная микробиология. М.; 1989, 293 с.

МУНДАРИЧА

ПЕШГУФТОР.....	3
Боби I. ҚИСМИ МУҚАДДИМАВӢ. МАВҚЕЪИ	
МИКРООРГАНИЗМҶО ДАР ТАБИАТ.....	5
1.1. Таърихи инкишофи микробиология ҳамчун илм.....	5
1.2. Мавқеъи микроорганзиҷҷо дар байни организҷҷои зинда.....	12
1.3. Усулҷҷои тадқиқоти микробиологӢ.....	16
1.4. Иштироки микроорганзиҷҷо дар гирдгардиши моддаҷҷои табиат.....	22
Боби II. МИКРООРГАНИЗМҶОИ ПРОКАРИОТӢ ВА	
ТАСНИФИ ОНҶО.....	27
2.1. Хуҷҷайра ва сохторҷҷои он. Таркиби кимиёвӢ.....	27
2.2. Тафрикаи морфологӢи микроорганзиҷҷои прокариотӢ.....	47
2.3. Тавсифи умумии мубодилаи моддаҷҷо дар микроорганзиҷҷои прокариотӢ.....	55
2.4. Идоракунии мубодилаи моддаҷҷо дар хуҷҷайраи прокариотҷҷо.....	60
2.5. Аппарати генетики организҷҷои прокариотӢ.....	70
2.6. Таснифи микроорганзиҷҷои прокариотӢ.....	81
2.7. Масъалаи пайдоиш ва инкишофи ҳаёт дар рӯи Замин. Пайдоиши хуҷҷайраҷҷои прокариотӢ.....	102
2.8. Тақомули организҷҷои зинда	108
Боби III. АФЗОИШИ МИКРООРГАНИЗМҶО.....	112
3.1. Муҳити гизоӢ ва шароити расиш.....	112
3.2. Намудҷҷои гизо барои микроорганзиҷҷо.....	113
3.3. Усулҷҷои ҳосил кардани кишти тоза ё рӯёнҷҷо тозапарварди микроорганзиҷҷо.....	114

3.4. Афзоиши бактерияҳо. Хати качи расиши микроорганизмҳо.....	115
---	-----

**Боби IV. ИНКИШОФИ ҶАРАЁНҲОИ
ЭНЕРГЕТИКИИ ОРГАНИЗМҲОИ ПРОКАРИОТӢ.
НАМУДҲОИ ТУРШШАВИҲО119**

4.1. Туршшавии ширии гомоферментативӣ.....	120
4.2. Бактерияҳои барангезандаи туршшавиҳои ширӣ...127	
4.3. Туршшавии спиртӣ ва бактерияҳои баамалорандаи туршии спиртӣ.....	128
4.4. Туршшавии пропионовӣ ва бактерияҳои пропионовӣ	132
4.5. Туршшавии равғанӣ ва бактерияҳои авлоди Clastidium.....	137
4.6. Роҳҳои иловагии туршшавии ангиштбҳо	142

**Боби V. БАКТЕРИЯҲОИ ФОТОСИНТЕЗКУНАНДА ВА
ФОТОСИНТЕЗ.....148**

5.1. Масъалаи таъсирқабулкунандаҳои аввалини рӯшноӣ.....	148
5.2. Пигментҳои микроорганизмҳои фотосинтезкунанда.....	151
5.3. Ҷараёни фотофизикии микроорганизмҳои фотосинтезкунанда.....	157
5.4. Ҷараёни фотохимиии фотосинтези бактерияҳои фотосинтезкунанда.....	159
5.5. Ҳосилшавии барқароркунанда дар бактерияҳои фотосинтезкунанда.....	163
5.6. Табиати дохилии донорҳои электронҳо дар фотосинтези бактерияҳо.....	164
5.7. Сианобактерияҳо ва ташаккулии фотосистемаи дуюм.....	165
5.8. Роҳҳои ситифодабарии CO ₂ дар микроорганизмҳои фотосинтезкунанда.....	170
5.9. Гурӯҳи бактерияҳои фотосинтезкунанда.....	177

**Боби VI. ОКСИГЕНИ МОЛЕКУЛАВӢ, ҲАМЧУН
ОМИЛИ ТАКОМУЛИ ОЛАМИ ЗИНДА 180**

- 6.1. Алоқамандии оксигени молекулавӣ бо микроорга-
низмҳои прокариотӣ.....181
- 6.2. Ташаккулёбии таркиби оксидазаҳо. Баҳамтаъсиркунии
хуҷайра бо оксигени молекулавӣ.....185

**Боби VII. НАМУДҲОИ ҲАЁТИЕ, КИ ҲОСИЛШАВИИ
ЭНЕРГИЯИ ОНҲО ДАР АСОСИ ФОСФОРНОКШАВИИ
ОКСИДШАВӢ АСОС ЁФТААСТ
(НАФАСКАШӢ).....187**

- 7.1. Даври туршиҳои секарбона..... 188
- 7.2. Занҷири нафаскашӣ ва ҳосилшавии
энергия..... 194
- 7.3. Назарияи алоқамандии энергетикӣ..... 202
- 7.4. Гурӯҳи микроорганизмҳои, ки ба сифати сарчашмаи
энергия пайвастагҳои гайриузвӣи гидрогенро истифода
мебаранд..... 206
- 7.5. Гурӯҳи микроорганизмҳои прокариотие, ки ба сифати
сарчашмаи энергияи донори гидроген моддаҳои узвиро
истифода мебаранд..... 215

**Боби VIII. АЗҲУДКУНИИ НИТРОГЕНИ МОЛЕКУ-
ЛАВӢ..... 223**

- 8.1. Азҳудкунии нитрогени молекулярӣ бо ёрии
бактерияҳои симбиотикӣ..... 224
- 8.2. Азҳудкунии нитрогени молекулярӣ бо ёрии бактерияҳои
озод сукунат дошта ва обсабзҳои кабуду-сабз227
- 8.3. Тартиби азҳудкунии нитроген.....228

ХУЛОСА.....	229
АДАБИЁТ.....	232
МУНДАРИЧА	233

Исрофил
Иброҳимов

Р.Ғ. ЗАБИРОВ, М. ҒАЙРАТОВ

МИКРОБИОЛОГИЯ
(курси лексияҳо)

Муҳаррири техникӣ: Комрон Икромов
Тарроҳи компютерӣ: Бунафша Ҷабборова

Ба матбаа 16.03.2008 супорида шуд. Ба чопаш 29.05. 2008 имзо шуд.
Коғазӣ офсетӣ. Чопи офсетӣ. Ҳуруфи адабӣ. Андозаи 60x84 ¹/₁₆
Ҷузъи чопии шартӣ 14,7. Адади нашр 600 нусха.
Супориши №241. Нарҳаш шартномавӣ.

ҶДММ «Анҷумани Деваштич», ш. Душанбе, хиёбони «Дӯстии халқҳо»- 4
Тел: 223-56-66; 227-61-47. E-mail: devashtich@tojikiston.com

