ББК 28.4
Д – 71

Рецензенти: Биология илимдеринин доктору, Ж. Баласагын атындагы Кыргыз Улуттук Университетинин экология бөлүмүнүн башчысы, Улуттук Илимдер Академиясынын Мүчө-корреспонденти, проф. *Токтосунов А.Т.*

Т. Д. Дөөлөткелдиева
Д – 71 Жалпы микробиология. – Бишкек: «Билим куту» басма борбору, 2005.,- 236 б.

ISBN 5-85580-022-9

Профессор Т.Д.Дөөлөткелдиеванын микробиология илими боюнча окуу китеби жогорку окуу жайлардын биология, экология, тамак аш технологиясы, биотехнология, агрономия, адистиктер боюнча билим алган студенттерге окуу куралы катары арналат . Ошондой эле микробиология, биотехнология, экология багыттарында иштеген илимий кызматкерлер, аспиранттар үчүн дагы керектүү илимий маалыматтар камтылган.

Китепте микроорганизмдердин түзүлүшү, физиологиясы, зат алмашуусу, генетикалык өзгөчөлүктөрү, жашоо чөйрөсү, жаратылышта таралышы, микроорганизмдер тарабынан жүргүзүлгөн заттардын табиятта айланышы, микроорганизмдердин эл чарбасында колдонулушу жөнүндөгү маалыматтар камтылып, биринчи жолу кыргыз тилинде жазылды.

ББК 28.4

ISBN 5-85580-022-9
© Дөөлөткелдиева Т. Д., 2005
© "«Билим куту» " басма борбору, 2005.

МАЗМУНУ

Сөз башы 4

Кириш сөз 5

I бөлүк. Бактерия клеткасынын сырткы жана ички түзүлүштөрү 11

II бөлүк. Бактериялардын систематикасы 29

III бөлүк. Башка топтогу микроорганизмдердин түзүлүшү жана систематикасы 52

IV бөлүк. Микроорганизмдердин генетикасы 70

V бөлүк. Микроорганизмдер жана айлана чөйрө 85

VI бөлүк. Микроорганизмдердин азыктануусу 98

VII бөлүк. Микроорганизмдердин метаболизми-зат алмашуусу 109

VIII бөлүк. Микроорганизмдердин өсүшү жана көбөйүшү 137

IX бөлүк. Микроорганизмдердин көмүртек кошулмаларын айлантышы.Кычкылтектин жана көмүртектин жаратылышта айланышы 142

X бөлүк. Микроорганизмдердин азот кошулмаларын жаратылышта айлантышы 158

XI бөлүк. Молекулалык азоттун биологиялык топтолушу... 169

XII бөлүк. Күкүрт, фосфор,темир кошулмаларынын микробиологиялык жол менен айланышы 183

XIII бөлүк. Топурак микроорганизмдери 194

XIV бөлүк. Микроорганизмдер менен өсүмдүктөрдүн ортосундагы өз ара катнаштар 205

XV бөлүк. Атмосферанын микрофлорасы 210

XVI бөлүк. Суунун микрофлорасы 215

XVII бөлүк. Микроорганизм бөлүп чыгарган метаболиттерди пайдалануу 219

Колдонулган адабияттар 233

СӨЗ БАШЫ

Микробиология илиминин өнүгүшү акыркы жылдары өтө жогорку темпте жүрүп жатат. Микроорганизмдерди жаңы заттарды, көбүнчө ферменттерди, антибиотиктерди, витаминдерди, аминокислоталарды жана башка биологиялык препараттарды алууда пайдалануу күндөн күнгө кеңейип отурат. Микробиология илиминде пайда болгон көп ачылыштар жаңы илимдерди- молекулалык биологияны жана биотехнологияны жаратты. Ошондой эле бүгүнкү күндө микроорганизмдер азыркы замандын илимдеринин, мисалы биохимиянын, генетиканын, физиологиянын, молекулалык биологиянын, биотехнологиянын, генетикалык инженериянын эң ыңгайлуу модели болуп калды. Ушул илимдерде пайда болгон жаңы илимий ачылыштар, жетишкендиктер өз кезегинде микробиология илимин байытты жана кеңейтти. Азыркы күндө микробиология жалаң гана биология илимдери менен тыгыз байланышта болбостон, башка илимдер менен дагы байланышка ээ болгон көп тармактуу, өз алдынча илимге айланды.

Микроорганизмдердин жашоо тиричилигин ,алар жүргүзгөн процесстерди көзөмөлдөө, азыркы заманда адам баласынын ден соолугун жакшыртуунун негизги бөлүгү болуп калды. Айлана чөйрөнүн сапаттуулугу, анын зыянсыз болушу негизинен микроорганизмдерге көз каранды. Көп технологиялар үчүн микроорганизмдер бирден бир керектүү продуктуну берүүчүлөр болуп эсептелет. Ошентип микробиология илиминдеги жетишкендиктерди студенттердин аң сезимине жеткирүү, алардын билим деңгээлин байытуу ушул тартууланып жаткан китептин максаты катары каралат.

Бул китептин бетинде микроорганизмдердин түзүлүшү, зат алмашуусу, көбөйүү жана тукум куучулук өзгөчөлүктөрү, айлана чөйрөдө таралышы, ээлеген орду, табиятта химиялык элементтердин айланышындагы мааниси, адамдын турмушун жакшыртууда микроорганизм колдонулган тармактар жөнүндө маалыматтар терең, ошону менен бирге жөнөкөй жана жеткиликтүү тилде баяндалат.

Автордун микробиология илиминде көп жылдар бою жүргүзүлгөн илимий иштеринин маанилүү жыйынтыктары дага китептин кээ бир бөлүктөрүндө киргизилип, Кыргызстандын аймагында жүрүп жаткан микробиологиялык процесстер жөнүндө окурмандарга кабардар берет.

КИРИШ СӨЗ

Микробиология – (грек тилинен алганда микрос – майда, биос – тиричилик, логос – окуу) – көзгө көрүнбөгөн өтө майда жандыктар – микробдор жөнүндөгү илим жана ошондой эле ушул организмдердин түзүлүшүн, биологиялык касиеттерин, алардан таралышын жана жаратылыштагы ролун изилдеп, окуп үйрөтөт.

Микроскоптук түзүлүштөгү жандыктардын дүйнөсү өтө эле бай жана көп түрдүү. Мекроорганизмдерге бактериялар, микроскоптук козу карындар, балырлар, актиномицеттер, вирустар жана риккетсиялар кирет. Ушундай ар түркүн систематикалык абалды ээлеген организмдерди бир топко бириктирип турган жалпы, окшоштук жактары – алардын формаларынын, дене түзүлүштөрүнүн жакындыгы, микроскоптун жардамы менен гана көрүнүшү, аларды өстүрүп алуу жана касиеттерин изилдөө ыкмаларынын жалпылыгы же бирдейлиги.

Жер бетинде жүрүп жаткан жашоо тиричиликте микробдордун мааниси өтө чоң. Микробдордун жашоо аракетинин негизинде топуракта тынымсыз өсүмдүк жана жаныбар калдыктарынын ажырап бузулушу, алардын органикалык заттарга өтүшү жүрөт.Жаратылыштагы казылып алынуучу кен байлыктардын,таш көмүрдүн,газдын,нефтинин запастары микроорганизмдердин жашоо тиричилиги менен байланыштуу.

Адам баласы микроорганизмдердин бар экендигин билбесе дагы, алар менен күнүмдүк турмушунда тааныш болгон. Илгерки замандан бери эле камырдын ачышын, сүттүн ирип, уюшун байкашкан, спирттик ичимдиктерди даярдашкан, сыр жасашкан. Ачып-кычуу процесстерин адам баласы өзгөчө бир кудайдын жашыруун сыры катары эсептеп келишкен. XV кылымга чейин, оорулар абада пайда болгон "оору чакыруучу бууланууулардын" эсебинен пайда болот деп божомолдошкон. Мындай көз караш IV эрага чейин жашаган улуу дарыгер Гиппократ тарабынан айтылган. Көрүнүктүү италия врачы Д. Фракстро (1478-1553) "контагиялар" жөнүндө окууну өрчүткөн. Ал мындай деп жазган – контагиялар бир индивидуумдан экинчисине өткөн жугушуу болуп эсептелет. Ошентип Д. Фракстро өзүнүн өтө акылман тапкыч оюу менен микробдук дүйнөнүн ачылышына кандайдыр бир түрткү берген.

Бирок өткөн кылымдын орто чендерине чейин жаратылышта жүргөн ачуу-кычуу процесстерин, ар түркүн ооруларды чакырган микроорганизмдер экендигин эч ким ойлогон да, шек санаган да эмес. XVII кылымдын башында италия окумуштуусу Г. Галилей жөнөкөй микроскопту жасаган.

XVII кылымдын 40-жылдарында рим профессору иузует – окумуштуу А. Кирхер (1601-1680) чоңойтуп көрсөтүүчү системалардын жардамы менен ар кандай объектилерди карап өтө майда "курттарды" көргөн. Булар микробдор болушу керек эле, бирок бул окумуштуунун жүргүзгөн

тажрыйба иштери башаламан мүнөздө болуп, бир жыйынтыкка келген эмес.

Микроорганизмдер дүйнөсү жөнүндөгү биринчи маалымат голландия окумуштуусу Антони Левенгук (1632-1723) тарабынан алынган, ал кишини микрографиянын б.а. жазып сүрөттөчү микробиологиянын атасы деп аташат. Кездеме сатуучу соодагер Левенгук өзүнүн бош убактысын линза айнектерин сүрүп, иштетүүгө арнаган. Левенгук жасаган оптикалык прибор 270-300 эсе чоңойтуп көрсөтүү күчүнө ээ болуп, ошол мезгилдеги оптикалык системалардан ашып түшкөн. Ал өзү жасап алган жөнөкөй микроскоптун жардамы менен жаандын суусун, ачыган шорпону, өлгөн курт-кумурскалардын денесин, тиштин кирин ж.б. субстраттарды көрүп изилдеген. Өтө майда кыймылдап жүргөн тирүү жандыктарды көрүп таң калган, аларды "анималькулалар" деп атаган. Өзүнүн байкоолорун жазып, Голландиянын академиясына жөнөтүп турган. Өзгөчө адамдын ооз көңдөйүндөгү ар кандай бактериялардын сүрөтүн тартып, толугу менен жазып көрсөткөнү кызыгууну туудурган.

Азыркы мезгилде Левенгуктун кол жазмалары 20 томдон турат. Илимге киргизген чоң салымы үчүн соодачылык иш жүргүзгөн бул адамга окумуштуу-академик деген наам берилген.

Левенгуктун ишине кызыгып, берилген адамдардын ичинен падыша Петр I болгон. Ал 1698-ж. Голландияга барганда Левенгук менен жолугуп таанышкан.

Падыша микроскопту жасоо жана анын сапатын андан ары жакшыртуу жолдорун сурап билип, Россияга чоңойтуп көрсөтүүчү приборлордун керек экендигин, сатып алууга даярдыгын айткан. Ошентип микроорганизмдердин дүйнөсүнө болгон кызыгуу күчөгөн, ар бир өлкөдө окумуштуулар ар түрдүү жаратылыш субстраттарындагы микроскоптук түзүлүшкө ээ болгон организмдерди сүрөттөп жазып, байкоо жүргүзүшкөн.

Микроорганизмдердин формалары, көп түрдүүлүгү жөнүндөгү материалдын топтолушу көп мезгилди камтыган.

Швед окумуштуусу К. Линней (1707-1778) бүт микроскоптук түзүлүштөгү жандыктарды бир урууга бириктирип, ага "баш аламан" (хаос) деген наам берген. Ал эми бактерияларды өзгөчө бир "сыйкырдуу тирүү бөлүкчөлөр" тобуна киргизген.

Микроорганизмдерди системага салууга биринчилерден болуп аракет жасаган ?ания ікумуштуусу О. Мюллер (1786) болгон, ал топуракта жана сууда жашаган тирүү микроскоптук түзүлүштөгү организмдерди (анималькульдарды) көрүп байкап жазган.

Жаңыдан өсүп келе жаткан илимге орус окумуштуусу Мартан Матвеевич Тереховский (1770-1796) чоң салым киргизген. Бул адам Россияда биринчилерден болуп микроорганизмдерди изилдеген. Ал өзүнүн ишинде биринчи болуп изилдөөнүн эксперименттик ыкмасын пайдаланган. Мисалы, ар түркүн органикалык кайнатмаларда тирүү организмдер бар

экендигин далилдөө үчүн, аларга химиялык заттар, температура, электр заряды менен таасир көрсөткөн. тажрыйбанын негизинде кайнатмаларда чындыгында эле тирүү жандыктар бар экендигин, алар өсүп көбөйө тургандыгын далилдеген. Ошентип, М.М. Тереховский 1775-ж. ар түрдүү кайнатмалардагы микроскоптук түзүлүштөгү организмдердин пайда болушу жана келип чыгышы жөнүндөгү диссертация жактаган.

Ошентип жогоруда каралып өткөн мезгил микробиология илиминин өнүгүшүндөгү **морфологиялык доор** деп аталат, себеби изилдөөчүлөр жалаң гана микроорганизмдердин сырткы түзүлүшүн, формасын жазуу менен чектелген, алардын физиологиялык касиеттерине көңүл бурушкан эмес. Бул доор 150 жылга созулган, ушул мезгилдин ичинде микроорганизмдердин ар түрдүү топтору жөнүндө көп материал топтолгон.

Француз окумуштуусу Луи Пастердин (1822-1895) илимий иштери микробиология илиминдеги жаңы – **физиологиялык доордун ачылышына** негиз салды. Биринчи жолу ушул адам жаратылышта жүрүп турган ачуу-кычуу, чирүү процесстеринин негизин микроорганизмдердин кыймыл аракети түзө тургандыгын көрсөткөн. Ошондой эле адамдын, жаныбарлардын ооруларын чакыруучулар микробдор экендигин далилдеген. Ошентип, Л, Пастер микробдор менен чакырылган бир катар биохимиялык айлануулардын изилдеп, көп илимий жаңылыктарды ачкан. Ал ар бир ачуу-кычуу процессин (сүт-кычкыл, спирттик, уксустук ачуу) өзүнчө бир түрдөгү микроб чакыра тургандыгын көрсөткөн. Жүзүмдөн алынган винонун жана пивонун бузулуп кетишинин себептерин ачып, кантип узак убакыт бою ушул ичимдиктерди сактап калуу жолдорун киргизген.

Ошондой эле була берүүчү курттардын илдеттери дагы микробдун кесепетинен келип чыга тургандыгын көрсөтүп, ал илдеттер менен күрөшүү жолдорун сунуш кылган.

Кычкылтексиз чөйрөдө жашаган микробдорду – анаэробдорду биринчи жолу Л. Пастер ачкан.

Л. Пастердин илимий изилдөөлөрү медицина жана ветеринардык микробиологиянын тез өркүндөп өсүшүнө түрткү берди.

1881-ж. Л. Пастер сибирь жарасы жана 1885-ж. кутурма ооруларына каршы эмдөө ыкмасын киргизген. Тооктун холера оорусун, чочконун жара дартын чакырган микробдорду ачкан. Пастер биринчи жолу практикага бактерияларды жок кылуу, алардан арылтуу ыкмаларын – стерилдөөнү жана пастердөөнү киргизген.

Немец окумуштуусу Роберт Кохтун дагы (1843-1910) микробиология илимине кошкон салымы чоң. Ал микробдордун таза культурасын бөлүп алуу ыкмасын иштеп чыккан, ал үчүн катуу азык чөйрөлөрүн пайдаланып, ар бир түргө кирген микроорганизмдин колониясын өзүнчө өстүрүп алууга мүмкүн экендигин көрсөткөн. Мындай ыкма бир катар оору козгогуч микробдорду бат изилдеп, табууга шарт түздү. Кох адамдын жана

малдын учук оорусун, холераны чакыруучу микробдорду таза түрүндө бөлүп алган. Жугуштуу ооруларды чакыруучу микробдорду жок кылып, кыруу жолу – дезинфекция ыкмаларын иштеп чыккан жана сунуш кылган.

Микробдорду анилин боектору менен боеп, микроскоптун астынан изилдеп көрүү ыкмаларын иштеп чыккан. Микроорганизмдерди изилдөө үчүн микроскоптун иммерсиялык системасын практикага сунуш кылган.

Микробиология илиминин андан ары өнүгүшүндө орус окумуштуусу Илья Ильич Мечниковдун (1845-1916) илимий иштери чоң мааниге ээ. Бул адам биринчилерден болуп жугуштуу ооруларга карата организмдин каршылык көрсөтүү себептерине илимий негиз берип, иммунитеттин фагоциттик окуусун иштеп чыккан. Организмдин жугуштуу оорулардан коргонуп күрөшүүсүндө фагоцитоздун ролу жөнүндөгү окуусун бүт дүйнөдөгү окумуштуулар кабыл алып, баалаган. Ал биринчи жолу чиритүүчү жана сүт кычкыл бактерияларынын ортосунда антагонизм (карама-каршылык, атаандаштык) бар экендигин көрсөтүп, айранды ичегиде өтө көп санда өрчүгөн чиритүүчү бактерияларды өлтүрүү, басаңдатуу каражаты катары пайдаланууну сунуш кылган. Анын ыкмасы боюнча азыркы мезгилде ичеги-карын ооруларын айыктыруучу каражат катары ацидофилин кеңири колдонулат.

Микробиология илими үчүн Лев Семенович Ценковский (1822-1887) көп эмгектерди жасаган. Ал жөнөкөйлөрдүн 43 жаңы түрүн ачып жазган. Көк жашыл балырлар менен бактериялардын ортосундагы окшоштук белгилерин тапкан. Россияда биринчи жолу сибирь жарасына каршы вакцинаны даярдаган.

Дагы бир орус окумуштуусу Дмитрий Иосифович Ивановский (1864-1926) биринчилерден болуп 1892-ж. тамекинин темгил илдетин чакырган вирустарды бөлүп алган. Ошентип вирусология илиминин өз алдынча өрчүшүнө жол ачкан.

Экологиялык мекробиологиянын өз алдынча бутак катары өнүгүшүнө бир катар орус окумуштуулары – С.Н. Виноградский, В.Л. Омельянский, С.П. Костычев, Н.Н. Худяков, В.С. Буткевич, В.Н. Шапошников чоң салым киргизишти.

Сергей Николаевич Виноградский (1856-1953) өзүнүн бүт өмүрүн топурак микробдорун изилдөөгө арнаган, аны топурак микробиологиясынын негиздөөчүсү деп атоого татыктуу. Ал нитриттештирүү процессин жүргүзгөн бактерияларды изилдеп ачкан. Ошондой эле азот топтоочу топурак микроорганизмдерин изилдеген, бир нече жаңы түрлөрүн ачкан.

Бул окумуштуунун ишин уланткан окуучусу Василий Леонидович Омельянский (1867-1928) андан ары топурак микробиологиясынын өнүгүшүнө көп салым киргизген. Ал клетчатканы ажыратып бузуучу микроорганизмдерди ачкан.

С.П. Костычев азот топтоочу бактериялардын атмосферадан азотту топтоо, сиңирүү механизмин ачкан. Ал В.Л. Омельянский менен бирдикте азот бактериялары тарабынан атмосфералык азоттун топтолушунун механизмин түшүндүрүүчү теорияга негиз салган.

Өткөн кылымдын 90-жылдарында айыл чарба микробиологиясынын суроолорун иштеп чыгуу боюнча иш жүргүзгөн мекемелер түзүлө баштайт. Петербургда дыйканчылык башкармасында айыл чарба микробиологиясы боюнча лабороториия ачылган. Москвада бактерия-агрономиялык станция түзүлгөн, аны С.А. Северин башкарган.

Москвада, Харьковдо, Одессада медициналык микробиологиялык институттар ачылган. Алардын кээ биринде жалпы жана айыл чарба микробиологиясы боюнча жумуштар өткөрүлгөн. Бир катар жогорку окуу жайларында микробиология боюнча лекциялар окулган. 1894-ж. Петров айыл чарба академиясында (азыркы К.А. Тимирязев атындагы Москва айыл чарба академиясында) микробиология курсу киргизилген. Бул курсту Н.Н. Худяков окуган. Айыл чарба микробиологиясы боюнча биринчи окуу китебин жазып, 1926-ж. жарыкка чыгарган.

Ошентип XX кылымдын биринчи он жылдыгында Россияда көпчүлүк жогорку окуу жайларында микробиология илими сөзсүз түрдөгү предмет катары окуу процессине киргизилген.

Бара-бара бир катар жаңы биологиялык илимий изилдөө мекемелери жана жогорку окуу жайлары түзүлгөн. Аларда микробиология лабороториялары жана кафедралары ачылып, иштей баштаган.

Кыргызстанда микробиология илими XX кылымдын 30-жылдарынан баштап өнүгө баштайт. Кыргыз Илимдер Академиясында бир катар микробиологиялык мекемелер түзүлгөн. Фрунзе, Ош, Пржевальск шаарларында чумага каршы күрөшүү бөлүмдөрү түзүлгөн. 1953-ж. мындай бөлүм Ат-Башыда ачылат. Бул ишти жүргүзүүдө И.Г. Иофе, М.П. Покровская чоң салымдарын кошкон.

1933-ж. Фрунзеде зооветеринриялык институт ачылат, ал 1977-ж. айыл-чарба институту болуп кайрадан түзүлөт. Институттун биринчи директору В. П. Тульчинская болгон.

Медицина институтунда Б. Я. Эльберт жетектеген микробиология кафедрасы түзүлөт. Бул жерде жугуштуу оорулар – учук, туляремия ж.б. боюнча маанилүү илимий иштер жүргүзүлгөн.

1940-ж. А.А. Волкованын жетекчилиги астында республикалык ветеринариялык бактериология лабороториясы түзүлгөн жана ушул жерде биринчи жолу козунун ич өткөк ылаңын чакырган микроорганизмдер изилденген, бул ылаң менен күрөшүү чаралары иштелип чыккан.

Малдын жугуштуу ылаңдарын изилдөө боюнча маанилүү иштер мал чарбачылык илимий изилдөө институтунда, айыл чарба институтунун ветеринариялык факультетинде, Кыргыз Илимдер Академиясынын мик-

робиология институтунда жүргүзүлгөн. Көпчүлүк ооруларга каршы вакциналар даярдала баштаган.

1970-85 -жылдарда Кыргыз Илимдер Академиясынын Биология Институтунда айыл чарба зыянкечтерине каршы күрөш жүргүзүү үчүн Bacillus thuringiensis тобундагы микроорганизмдерди пайдалануу боюнча илимий изилдөөлөрдү жүргүзүү башталган.

Бийик тоо физиологиясы институтунда органикалык заттарды бат ажыратып бузуучу микробдор изилденип, аларды өнөр жайлардан чыккан кир, булганыч сууларды тазалоо үчүн пайдалануу боюнча изилдөөлөр жүргүзүлөт.

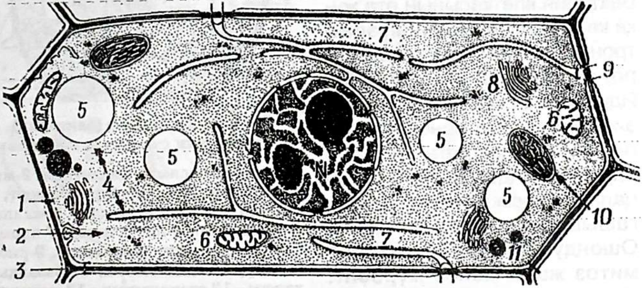
1957-жылдан баштап Кыргыз Илимдер Академиясынын топурак таануу бөлүмүндө (азыркы топурак таануу институту) топурак микробиологиясы өнүгө баштайт. Фосфаттарды эритүүчү бактериялардын, витаминдердин жүгөрүнүн жана кызылчанын түшүмдүүлүгүнө тийгизген таасири, жер семирткичтердин жерди котороштуруп айдоодо жана бир өсүмдүктүн көп жылдар бою бир жерде эгилишинде топурактагы микроорганизмдердин биогендик элементтердин жаратылышта айлануусундагы ролу изилденген.

БАКТЕРИЯ КЛЕТКАСЫНЫН СЫРТКЫ ЖАНА ИЧКИ ТҮЗҮЛҮШТӨРҮ

Бактериянын морфологиялык типтери

Көпчүлүк микроорганизмдер бир клеткалуу жандыктар.Негизинен эки типтеги клеткалык түзүлүш бар, алар бири-биринен бир катар маанилүү белгилери боюнча айырмаланат. Булар эукариоттук жана прокариоттук клеткалар.

Эукариоттук клетка. (грек эу – чыныгы, карио – ядро). Прокариоттук клеткадан айырмалап туруучу негизги жана эң мүнөздүү белгилери – ядронун структурасы жана анын бөлүнүү жолдору. Эукариоттук клетканын ядросу (интерфазада) эки катмар мембрана менен капталган.Тукум куучулук белгилерди алып жүрүүчү дезоксирибонуклеаза кислотасы (ДНК) өз алдынча субьединицаларда – хромосамаларда жайгашкан. Алар ядронун бөлүнүүсүндө б.а.митоз процессинде гана көрүнө турган абалга келет (1-сүрөт).

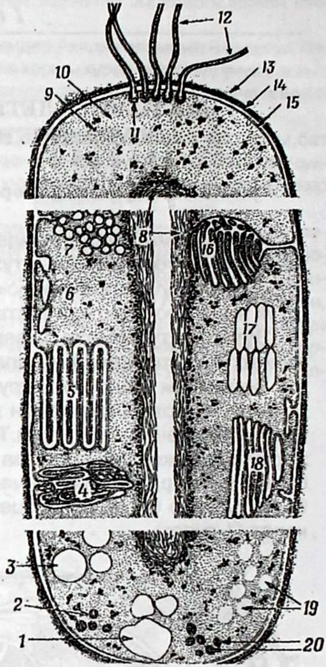


1-сүрөт. Эукариот клеткасынын (өсүмдүк) жара кесилишинен алынган схемалык көрүнүшү (Г. Шлегель боюнча):
1-цитоплазмалык мембрана, 2-цитоплазма, 3-клеткалык кабык, 4-рибосомалар, 5-вакуоль, 6-митохондриялар, 7-эндоплазмалык торчо, 8-диктиосомдор, 9-плазмодесмамалары бар тешикчелер, 10-хлоропласт, 11-май тамчылары.

Эукариоттук клеткаларда эки негизги типтеги пластиддер – митохондриялар жана хлопластар кездешет. Бардык аэробдук эукариот клеткаларында кездешкен митохондриялар дем алуу жана энергияны бөлүп чыгаруу процесстеринде катышат. Хлоропласттар балырлардын бардык түрүндө, ал эми жогорку түзүлүштөгү өсүмдүктөрдө фотосинтезди ишке ашыруучу бардык ткандарда кездешет. Алардын кызматы – күндүн энергиясын химиялык энергияга айландырат. Ошентип чыныгы ядросу бар микроорганизмдерге козу карындар, балырлар жана жөнөкөйлөр кирет.

<u>**Прокариот клеткасы**</u> (грек про – чейинки, карио – ядро) өтө жөнөкөй түзүлүштө болот. Бактерия клеткасынын өтө жука кесилишинен алынган электрондук микросүрөттөрдө ядролук мембрана көрүнбөйт. Ядро жайгашкан жер түздөн түз эле цитоплазма менен чектелген. ДНК-ны кармаган материалдын өз алдынча субьединицаларда-хромосомаларда жайгашышы далилденген эмес. Ошондуктан прокариоттордо митоз жана мейоз жүрбөйт. Митохондриялар жана хлоропласттар прокариот клеткасында жок (2-сүрөт.).

Прокариотторго же ядрого чейинки организмдерге бак-



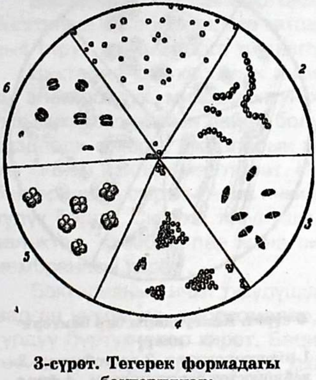
2-сүрөт. Прокариот (бактерия) клеткасынын схемалык көрүнүшү:

1-поли – β-оксимай кислотасы, 2-май тамчылары, 3-Күкүрт бүртүкчөлөрү, 4-түтүкчө сымал тилакоиддер, 5-жалпак тилакоиддер, 6-көбүкчөлөр, 7-хроматофорлор, 8-ядро (нуклеоид), 9-рибосомдор, 10-цитоплазма, 11-базалдык денече, 12-шапалактар, 13-капсула, 14-клеткалык кабык, 15-цитоплазмалык мембрана, 16-мезосома, 17-газ вакуолдору, 18-ламеллярдык структуралар, 19-полисахарид бүртүкчөлөрү, 20-полифосфат гранулдары. *(Г. Шлегель боюнча).*

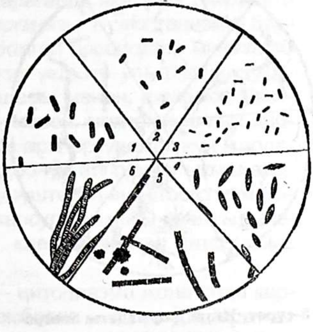
териялар жана көк жашыл балырлар же цианобактериялар кирет.

Бактериялардын формалары. Бактерия клеткасы тоголок, таякча жана ийри-буйру, бутактанган, жип сыяктуу формада болушу мүмкүн.

Тоголок формадагы бактериялар кокктор (латын тилинен coccus – дан) деп аталат. Бөлүнгөндөн кийин бири-бирине карата жайгашуусуна жараша кокктор бир нече топторго бөлүнөт. Бөлүнгөндөн кийин клеткалар бири-биринен алыстап, ажырап, жалгыздан жайгашса,анда мындай формалар **монококктор** деп аталат. Кээде кокктор бөлүүнү убагында жүзүм шиңгилине окшоп чогулуп калат. Мындай формалар **стафилококктор** деп аталат. Бир тегиздикте бөлүнгөндөн кийин кокктор жуп-жуп болуп биригип жайгашса **диплококктор** деп аталат, эгерде ар түрдүү узундуктагы чынжырды пайда кылса – **стрептококктор** деп аталат. Бири-бирине перпендикуляр эки тегиздикте жүргөн бөлүнүүдөн кийин төрт кокктон турган жыйынды **тетракокторду** пайда кылат. Кээ бир кокктор болсо бири-бирине перпендикуляр үч тегиздикте бөлүнөт, аягында куб формасындагы чогулууну – **сарциндерди** пайда кылат (3-сүрөт.).



3-сүрөт. Тегерек формадагы бактериялар:
1-монококктор, 2-стрептококктор, 3-диплококктор (пневмококктор), 4-стафилококктор, 5-сарциндер, 6-менингококктор.

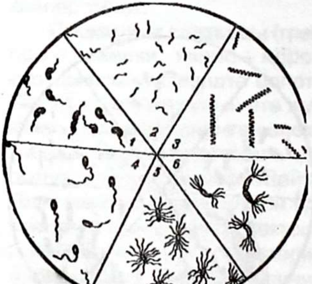


4-сүрөт. Таякча сымал бактериялар:
1-ичеги таякчасы, 2,3-түз таякчалар, 4-ийик сымал таякча, 5-сибирдик таякча, 6-жип сымал бактериялар.

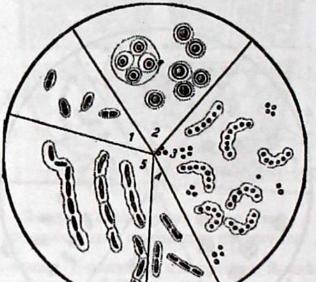
Көпчүлүк бактериялар цилиндр же таякча формасына ээ. Мурда бардык эле таякча формасындагыларды бациллдер деп аташкан (лат. тилинен bacillum -кичинекей таякча). 1875-жылы немец ботаниги Ф.Кох чөп таякчасы бактериясында споранын бар экендигин ачкандан кийин, спора пайда кылуучу таякча формасындагы бактериялар бациллдер, пайда кылбагандар бактериялар деп аталып калды.

Таякча формасындагы бактериялар чоңдугу (туурасы жана узундуктары), клетканын учунун формасы жана бири-бирине карата жайгашуусу боюнча айырмаланат. Алар цилиндр же жумуру формада болуп,аяккы учтары түз же сүйрүрөөк, же учтуу болот. Бактериялар ошондой эле азыраак ийрилип турган формада болушу мүмкүн, жип сымал жана бутактанган формада(мисалы, актиномицеттер) кездешет (4-сүрөт).

Ийри спирал түрүндө оролгон формада бактериялар дагы бар. Бул топторго **спирилллдер** (латын тил. – spira түрмөк, ором)- 4-6 оромдон турган узун ийри формада болот, ошондой эле **вибриондорго** (латынча vibrio-ийилген) – үтүр сымал ийрилген формадагы таякчалар кирет. 10–20 оромду пайда кылган бактериялар бар,алар **спирохеттер** деп аталат (5-сүрөт).



5-сүрөт. Ийри формадагы микроорганизмдер:
1-холера вибриону, 2-спирилллдер, 3-спирохеттер. Бактериялардын шапалактары: 4-монотрихтер – көк ириң таякчасы, 5-перитрихтер – ич келте таякчасы, 6-лофотрихтер.



6-сүрөт. Капсулдары бар бактериялар:
1-пневмококктор, 2-азотобактер, 3-лейконосток бактериялары, 4-фридлендеров таякчасы, 5-бациллдер.

Сууларда, көлчүктөрдө тиричилик өткөргөн жип сымал формадагы бактериялар белгилүү.Жогоруда көрсөтүлгөндөрдөн башка үч бурчтуу, жылдыз сымал, курт сымал формадагы бактериялар да кездешет.

Бактериялардын чоңдугу. Бактерия клеткалары өтө эле майда. Алардын сырткы түзүлүштөрү микрометр, ал эми ички түзүлүштөрү нанометр менен өлчөнөт. Кокктордун диаметри – 0,5-1,5 мкм. Көпчүлүк учурда таяк түрүндөгү бактериялардын туурасы – 0,5ден 1 мкмге,узундугу 2-10 мкмге жетет. Узундугу 10 жана 100 мкмге жеткен гиганттык бактериялар дагы кездешиши мүмкүн (мисалы, күкүрт бактериялары). Бактериялардын формасы жана чоңдугу культуранын жашына, азык чөйрөсүнүн составына жана анын осмостук касиеттерине, температура жана башка факторлордун таасирине жараша өзгөрүлүп турат.

Бактериялардын негизги үч формасынын ичинен кокктор чоңдугу боюнча туруктуу, ал эми таяк сымалдар болсо көбүнчө узундугу боюнча бат өзгөрүлүп турат.

БАКТЕРИЯ КЛЕТКАСЫНЫН УЛЬТРАСТРУКТУРАСЫ

Бактерия клеткасы сыртынан караганда жөнөкөй түзүлүштө болгонуна карабастан, өтө татаал организм. Бул организмге бардык тирүү жандыктарга тиешелүү болгон процесстер мүнөздүү.

Бактерия клеткасынын ички түзүлүшү же ультраструктурасы электрондук микроскоптун жардамы менен, фазо-контрасттык микроскопиянын пайда болушу менен, микрохимиялык анализдерди өткөрүү ыкмаларын андан ары өркүндөтүүнүн жардамы менен изилденип отурат. Изилдөөнүн ар түрдүү ыкмалары, бактериянын сырткы жана ички түзүлүштөрүн аныктоого мүмкүнчүлүк берди. Сырткы түзүлүшүнө капсула (тышкы кабыгы), шапалактар, фимбриялар жана пили, клетка кабыгы, цитоплазма мембранасы кирет .

Бактериянын ички түзүлүшүнө – цитоплазма жана анда кармалган нуклеоид, рибосомалар, мембрана – структуралары, ар түрдүү бүртүкчөлөр кирет. Бациллдер жана кээ бир башка бактериялар спораларды пайда кылат.

Капсула. Көпчүлүк бактериялар клетка кабыгын үстүнөн дагы катмар менен курчалып турат (6-сүрөт.).Бул шилекей сыяктуу былжыр катмар капсула болуп эсептелет. Туурасы 0,2 мкм

болгондор макрокапсула, ал эми 0,2 ичкелери микрокапсулалар болот.

Химиялык составы боюнча бактериялардын капсуласы эки типте. Бирөөлөрү полисахариддерден, экинчилери – полипептиддерден турат. Бирок липиддерден (учук оорусун чакырган бактерияларда), гетерополисахариддерден ж.б. заттардан турган капсулалар дагы кездешет. Капсулалардын составы 98% суудан турат. Ошондуктан алар кошумча түрдө осмостук тосколдукту түзүп, клетканы ар кандай кысылуудан, урунуудан, кургап кетүүдөн сактайт. Айлана чөйрөнүн башка жагымсыз таасирлеринен дагы коргойт.

Шапалактар (кыймыл жипчелери). Бактериялардын кыймылынын эки түрү белгилүү: сыйгаланып жана сүзүп кыймылдоо. Сыйгаланып кыймылдоо миксобактерияларда жана күкүрт бактерияларында байкалат. Бул организмдер толкун сымал жыйрылып-жазылуунун натыйжасында бир нерсенин беттеринде сыйгаланып, мезгил-мезгили менен клетканын формасы өзгөрүлүп туруусу менен кыймылга келет.

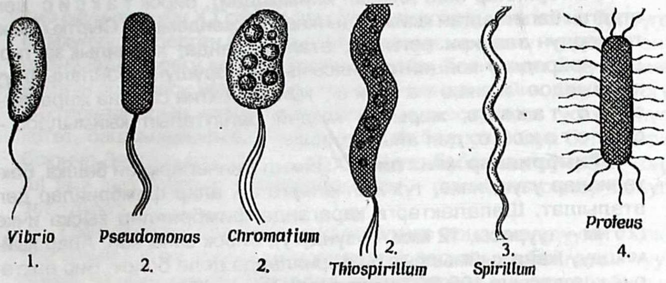
Сүзүп жүрүүчү бактериялар атайын бир жип сымал түзүлүштөр шапалактардын жардамы менен кыймылдашат. Спириллдердин көпчүлүгү жипчелердин жардамы менен кыймылдашат. Кокктордун көпчүлүгү кыймыл жипчелерине ээ эмес.

Клеткада шапалакчалардын жайгашышы боюнча бактериялар төмөндөгүдөй топторго бөлүнөт: клетканын бир учунда бир гана шапалагы бар бактериялар м о н о т р и х т е р деп аталат; клетканын бир учунда бир нече талча кыймыл жипчелери бар бактериялар – л о ф о т р и х т е р; эки учунда тең ушундай жипчелери болсо а м ф и т р и х т е р деп аталат (7-сүрөт).

Ар түрдүү бактерияларда кыймыл жипчелеринин саны ар кандай. Мисалы, спириллдерде 5ден 30га чейин, вибриондордо – 1-3, ал эми таякча бактерияларында 50дөн 100гө чейин жеткен кыймыл жипчелери табылган.

Шапалактардын туурасы – 10-20 нм, узундугу 3-15 мкм. Химиялык составы боюнча флагеллин белогунан турат. Алар цитоплазмалык мембрананын астында жайгашкан атайын бир структурадан – базалдык денечеден өсүп чыгат. Ар бир шапалакча бурама сыяктуу оролгон 3-11 жипчелерден (субфибриллдерден) турат.

Шапалактары бар бактериялар чоң ылдамдык менен кыймылдайт: Bac. megatherium – 27 мкм\с ылдамдыкта, Vibra comma

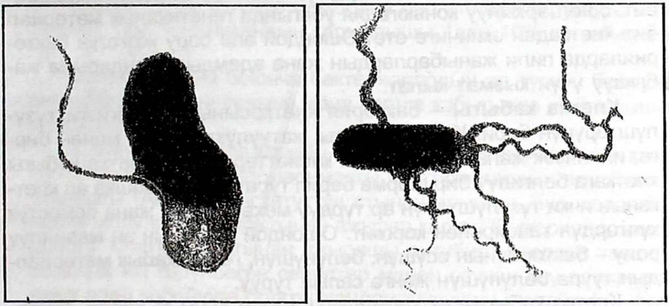


7-сүрөт. Шапалактардын саны жана клеткада жайгашы:

1-монотрих, 2-лофотрихтер, 3-амфитрих, 4-перитрих.

– 200 мкм/с. Бул бир секунданын ичинде өзүнүн узундугунан 50 эсе көп аралыкты өтөт дегенди билдирет.

Кыймыл жипчѐлери электрондук микроскоптон жакшы көрүнөт, кадимки жарык микроскобунан көрүш үчүн атайын ыкмаларды колдонуп көрсө болот (8-сүрөт).



А Б

8-сүрөт:

А – жалгыз шапалагы бар Vibrio бактериясынын клеткасы (21.000X) (Р.М.Атлас боюнча)

В – перитрих шапалактары бар Salmonella бактериясынын клеткасы (30.000X)

БИБЛИОТЕКА
Ошского государственного
университета
ИНВ № 897227

Бактериялар баш аламан кыймылдайт, бирок **т а к с и с** деп аталган багытталган кыймылды жасоого жөндөмдүү. Сырткы факторлордун таасири астында, атап айтканда, химиялык заттардын чөйрөдөгү концентрациясынын өзгөрүшүнө байланыштуу кыймылдоо **х е м о т а к с и с**; кычкылтектин санына жараша – **а э р о - т а к с и с**; жарыкты көздөй багытталып кыймылдоо – **ф о т о т а к с и с** деп айырмаланат.

Фимбриялар жана пили. Кыймыл жипчелеринен башка, бактериялар узун, ичке, түз жипчелерге ээ, алар фимбриялар деп аталышат. Шапалактарга караганда фимбриялар кыска ичке (25 нм – туурасы, 12 мкм – узундугу), бирок саны көп. Алар кыймылдуу жана кыймылсыз бактерияларда деле болот. Бир бактерия клеткасына 100-200 жана андан да көп (бир нече миң) сандагы фимбриялар туура келет. Пилин атуу белоктон турат.

Азыркы кезде бири-биринен аткарган кызматтары боюнча айырмаланган эки типтеги фимбриялар жакшы изилденген. Биринчи типтеги фимбриялар көпчүлүк бактерияларда кездешет, алар бактерия клеткасын башка инерттүү субстратка жабыштырууга жардам берет, ошондуктан биринчи типтегилери жабышуу органы болуп эсептелет.

Экинчи типтегилери **жыныстык фимбриялар же пилилер** деп аталат. Алардын ичинде узунунан кеткен көңдөй - канал болот, ошол аркылуу коньюгация убагында генетикалык материал бир клеткадан экинчиге өтөт.Ошондой эле оору козгогуч бактерияларда пили жаныбарлардын жана адамдын ткандарына жабышуу үчүн кызмат кылат.

Клетка кабыгы – бактерия клеткасынын эң негизги түзүлүштөрүнүн бири. Клетка кабыгы катуулукта болуу менен бирге, ийилчээк жана ийкемдүүлүк касиеттерине ээ. Клетка кабыгы клеткага белгилүү бир форма берип турат. Андан башка ал клетканын ички түзүлүштөрүн ар түрдүү механикалык жана осмостук күчтөрдүн таасиринен коргойт. Ошондой эле анын эң маанилүү ролу – бактериянын өсүшүн, бөлүнүшүн, генетикалык материалдын туура бөлүнүшүн жөнгө салып туруу.

Клетка кабыгынын калыңдыгы 10дон 80нм-ге жетет, бактерия клеткасынын кургак затынын 20%тин түзөт. Клетка кабыгы ири молекулалар үчүн салыштырмалуу өткөргүчтүүлүккө ээ. Ал цитоплазма мембранасы менен атайын бириктиргич – көпүрөчөлөр аркылуу байланышып турат. Клетка кабыгы бактериялардын Грам боюнча боёлушуна жооптуу деп эсептелинет. Да-

ния окумуштуусу Х.Грам жалпы бактерияларды эки топко бөлүүгө мүмкүнчүлүк берген боенун атайын ыкмасын иштеп чыккан. Генцианвиолет боегу менен бактерияларды боегондон кийин жана иоддун эритмеси менен дагы таасир эткенден кийин, бир топтогу бактериялардын клеткалары спирттин таасиринде түссүздөнүп кетет, башкаларыныкы – көк сыя түскө боелот. Ушул белгилери боюнча бактериялар эки топко бөлүнөт: боёлгондору грам – оң, ал эми түссүздөнүп кеткендери грам – терс боелгондор болуп эсептелет.

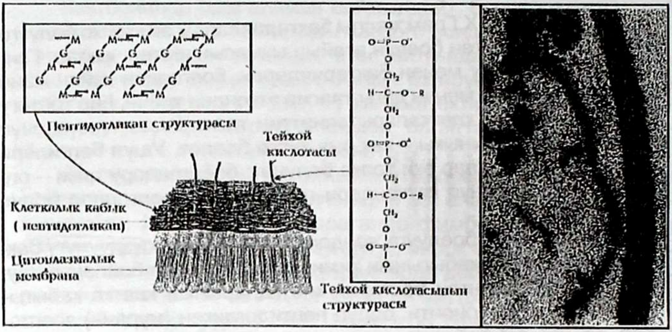
Грам боюнча боёлууга жөндөмдүү же жөндөмсүздүүлүгү бактериянын клетка кабыгынын химиялык составына байланыштуу. Көпчүлүк изилденген бактерия клеткаларынын клетка кабыгынын негизги компоненти болуп пептидогликан (муреин) эсептелет, ал β – 1,4-байланыштары менен биригишкен N – ацетилглюкозаамин жана N – ацетилмурам кислотасынын калдыктарынан турат. Пептидогликан клетка кабыгына катуулук касиетти берет, ошого байланыштуу бактерия клеткасы өзүнүн формасын сактайт.

Грам – оң боёлгон бактериялардын клетка кабыгы көп катмардуу пептидогликандан турат, анын кармалышы 50-90%ти түзөт. Грам – терс боёлгон бактерияларда пептидогликан бир катмардуу. Анын үстүндө мембрана деп аталган структура жайгашкан. Пептидогликандын кармалышы 1ден 10% ке чкйин жетет. (9,10-сүрөт).

Ошентип Грам боюнча бактериялардын ар түркүн боёлушу пептидогликандын санына жана клетка кабыгында жайгашышына жараша болот.

Микоплазмаларда жана L – формадагы бактериялардын клетка кабыгы жок. L – формасындагы бактериялардын аты Листер атындагы (Англия) институттун атынан алынган, бул жерде биринчи жолу клетка кабыгынан ажырап калган бактериялар изилденген. Клетка кабыгынан ажырашы антибиотиктердин таасири астында же көрүнбөгөн себептер менен өзүнөн өзү чакырылат жана алар көбөйүүгө болгон жөндөмдүүлүгүн сактайт. L – формалар оору чакыруучу жана сапрофит бактеряларда табылган.

Цитоплазма мембранасы (ЦПМ). Цитоплазманын тышкы катмары – цитоплазма мембранасы клетка кабыгына тыгыз жайгашкан. Цитоплазма мембранасы эки катмар липиддерден турат, алардын ар бири мономолекулалык белоктун катмары менен капталган. Мембрана клетканын кургак затынын 8-15% тин түзөт жана



А Б

9-сүрөт:

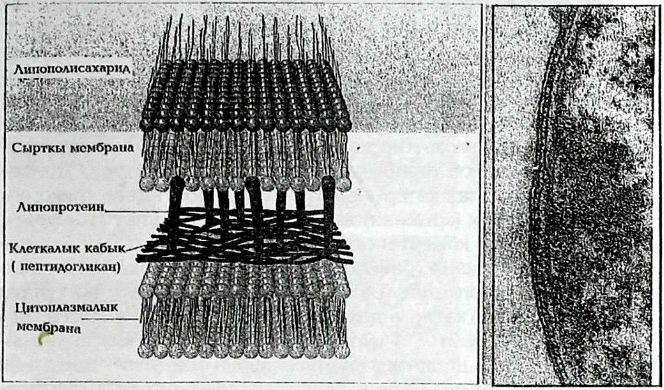
А – Грам оң клеткалык кабыктын схемалык түзүлүшү
Б – Электрондук микроскоптон көрүнүшү (110.000х) (Р.М.Атлас боюнча).

70-90% липиддерди кармап турат. Жалпы калыңдыгы 9 нм-ге жакын.

Цитоплазма мембранасы бактерия клеткасына кирип жана чыгып туруучу заттардын катнашын көзөмөлдөөчүү осмостук тосколдукту түзөт. Мембрана көпчүлүк учурларда ички цитоплазма торсоюларды (инвагинация) берет, алар өзгөчө денечелер – мезосомалардын пайда болушуна алып келет.

Цитоплазма мембранасы жана мезосомалар жогорку түзүлүштөгү организмдердин мембраналарына жана митохондрияларына мүнөздүү кызматтарды аткарат, Митохондриялардан айырмаланып, бактериялардын мезосомасында жана цитоплазма мембранасында дем алуу системасынын ферменттери жана азотту топтоо, хемосинтез процестерине катышуучу атайын ферменттер жайгашкан. Ошондой эле ушул структуралар менен клетка кабыгынын жана капсуланын биосинтези, экзоферменттердин бөлүнүп чыгышы, бөлүнүү жана спора пайда кылуу процестери да байланыштуу.

Цитоплазма. Бактерияларда цитоплазма мембранасынын астында цитоплазма орун алган. Бул суудан, белоктордон, майлардан, углеводдородон, минералдык кошулмалардан ж.б. заттардан турган илээшкек коллоиддик система, ошол заттардын катнашы бактериялардын түрүнө жана жашына жараша өзгөрүлүп



10-сүрөт:

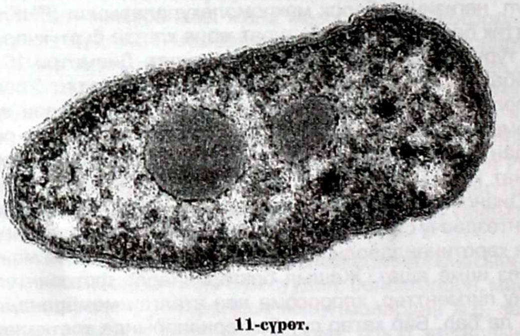
А – Грам терс кабыктын схемалык түзүлүшү
Б – Электрондук микроскоптон көрүнүшү (110.000х) (Р.М.Атлас боюнча).

турат. Цитоплазма ар кандай структуралык элементтерден – ички цитоплазмалык мембраналардан, генетикалык аппараттан, рибосомалардан, бүртүкчөлөрдөн, калган бөлүгү цитозолдон турат.

Цитозоль – цитоплазманын бир бөлүгү, гомогендик абалда болуп, негизинен белок макромолекулаларынан (РНКдан, ферменттик белоктордон ж.б) турат жана клетка бүртүкчөлөрүн кармап туруучу чөйрө катары кызмат кылат. Диаметри 10-20 нм-ге барабар болгон цитоплазма бүртүкчөлөрүнөн турат. Ушул бүртүкчөлөрдүн көбү – 60%ти РНКдан, 40%ти белоктордон турган рибосомалар. Ар бир бактерия 5000ден 50000ге чейин рибосомалардан турат, алар белокторду синтездөөчү борборлор катары кызмат кылат.

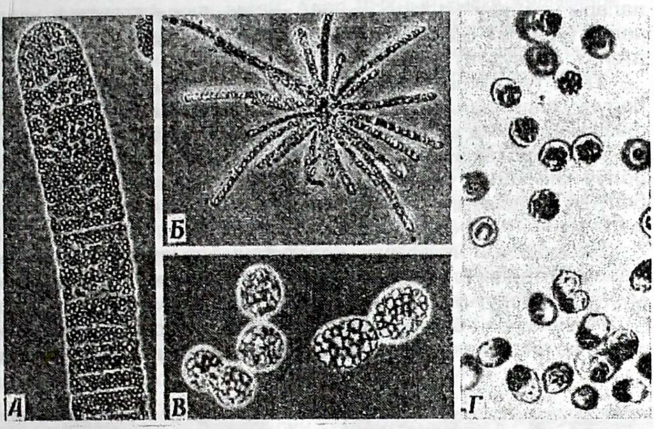
Цианобактериялардын цитоплазмасында – мембраналык фотосинтездөөчү структуралар – тилакоиддер бар, алар хлорофилди жана каротиноиддерди кармайт, алардын жардамы менен фотосинтез ишке ашат. Жашыл бактерияларда фотосинтезге катышуучу пигменттер, хлоросома деп аталган мембраналык структура да бар. Бир катар суу бактерияларында клеткалар газ менен толгон түзүлүштөрдү – газ вакуолдорун же аэросомаларды кармап жүрүшөт.

Цитоплазмада кездешүүчүү заттар. Бактерия клеткасынын цитоплазмасы ар кандай формадагы жана өлчөмдөгү бөлүкчөлөрдү кармайт. Мындай бөлүкчөлөрдүн көпчүлүгү микроорганизмдер үчүн энергиянын жана көмүртектин булагы катары кызмат кылат. Мындай кошулмалар качан микроорганизмдер жетишерлик сандагы азык заттары менен камсыз болгондо пайда болот жана азык заттар жетишпей калган жагымсыз шарттарда кайрадан микроб тарабынан пайдаланылат. Бактерия клеткасында запастык зат катарында углеводдордон турган гликогендин бүртүкчөлөрү (крахмал) же гранулездор чогулат (10-сүрөт). Азык чөйрөсүндө көмүртеги бар заттар жетишсиз санда болгондо, гликогендер жана гранулездор бара-бара клетканын ичинде жоголот, б.а. сарпталат. Бактериялардын көпчүлүгү ар түрдүү запас азык заттар катарында оксимай кислоталарынан турган полимерди синтездейт. (11-сүрөт). Кээ бир түрлөрү клеткаларында майдын жана волютина бүртүкчөлөрүн топтошот. Валютина бүртүкчөлөрү негизинен полифосфаттардан турат жана фосфордун булагы катары кызмат кылат. Күкүрт бактерияларында бүртүкчөлөр катарында күкүрт кездешет, ал болсо күкүрттүү суутектин кычкылдануусунун натыйжасында пайда болуп, цитоплазмада жылтырак көп суюк эмес тамчы түрүндө жайгашат. Күкүрт бүртүкчөлөрү тион бактериялары үчүн энергиянын булагы катары кызмат кылат (11, 12-сүрөттөр).



11-сүрөт.

Pseudomonas aeruginosa бактериясынын клеткасында полифосфат заттарынын топтолушу (44,000х) (Р.М.Атлас боюнча).



12-сүрөт. Күкүрттүү суутекти кычкылдандыруучу түссүз бактериялар:

А – күкүрт бүртүкчөлөрү бар Beggiatoa gigantea. Б – Thiothrix клеткалары, В – кальций жана күкүрт бүртүкчөлөрү бар Achromatium oxaliferum, Г – күкүрт бүртүкчөлөрү бар Thiovolum. *(Г.Шлегель боюнча).*

Цитоплазмалык матрикске эритилген белоктор ар кандай ферменттер, РНК, пигменттер жана төмөнкү молекулалык кошулмалар – углеводдор, аминокислоталары жана нуклеотиддер кармалып жүрөт. Ушундай төмөнкү молекулалуу кошулмалар клетканын ичиндеги жана тышкы чөйрөдөгү осмостук басымдын айырмачылыгын пайда кылып турат.

Нуклеоид. Бактерия клеткасынын цитоплазмасында нуклеоид деп аталган ядрого барабар болгон түзүлүш бар. Ал клетканын борбордук бөлүгүндө жайланышкан.Клетканын өсүү стадияларына жараша, нуклеоид же үзгүлтүктүү (бөлөк-бөлөк фрагменттерден турат) хроматин торчосу түрүндө (ядролук заттын цитоплазмада дисперсиялык таралышы) болушу мүмкүн. Бактерия цитоплазмасында үзгүлтүктүү абалында жайгашкан ядролук структуралар таякча формасында болот. Нуклеоиддерде молекулалык массасы 2-3 х 109 га барабар ДНК болот. ДНК молеку-

лалары узундугу 1-1,4 мм жеткен, тегерек болуп бүктөлгөн жипчеден турат, ал болсо бактерия хромосомасы же генофора деп аталат. (13-сүрөт.)

Тынч турган бактерия клеткасында көбүнчө бир нуклеоид, бөлүнүү алдындагы фазада эки нуклеоид, логарифмалык өзгөрүү фазасында 4 же андан көп нуклеоиддер болот. Бактериянын өсүшүнө терс таасирин тийгизген шарттарда, жип сыяктуу көп ядролуу клеткалар пайда болот. Бул өсүү ылдамдыгы менен бөлүнүү ылдамдыгынын ортосундагы айкалышуунун бузулгандыгы менен түшүндүрүлөт.

Бактериянын нуклеоиди – клетканын касиеттери жөнүндөгү маалыматтарды алып жүрүүчү жана ушул касиеттерди кийинки муундарга берүүчү негизги фактор.

Нуклеоидден башка дагы, бактерия клеткасынын цитоплазмасында плазмиддер деп аталган хромосомадан тышкары тукум

А

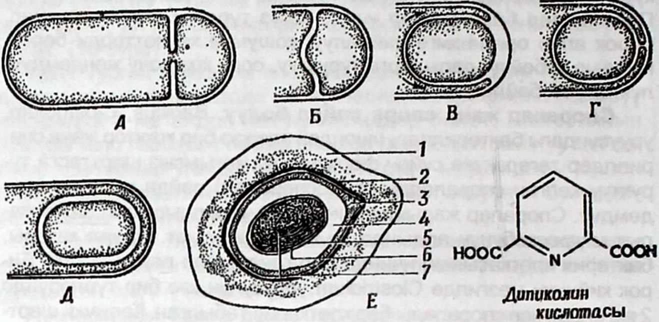
Б

13-сүрөт. А – Escherichia coli жипчелеринин электрондук микроскоптон алынган сүрөттөрү. Б – Бактерия клеткасынын борборунда хромосома орун алган нуклеоид. *(Р.М. Атлас боюнча).*

куугуч факторлор орун алган. Алар ДНКнын кыска жипчелери. Плазмиддер бактериялар үчүн сөзсүз түрдөгү структура эмес, бирок алар организмге пайдалуу, кошумча касиеттерди берет, көбүнчө көбөйүү, дарыларга туруктуу, оору козгоочу жөндөмдүүлүктөрүнө байланыштуу.

Споралар жана спора пайда болуу. Bacillus, Clostridium, уруусундагы бактериялар, ошондой эле кээ бир кокктор жана спириллдер тегерек же сүйрү формадагы, жагымсыз шарттарга туруктуу келген螺 спораларды (эндоспоралар) пайда кылууга жөндөмдүү. Споралар жарыкты сындырып чагылдырышат жана жарык микроскобунун алдында эң жакшы көрүнөт. Эреже катары, бактерия клеткасынын ичинде бир гана спора пайда болот. Бирок кийинки мезгилде Clostridium уруусунун кээ бир түрлөрүндө 2 же андан көп споралары бар клеткалар табылган. Кадимки шарттарда спора пайда болуу качан бактерия клеткасы азык заттардын жетишсиздигин сезгенде же азык чөйрөсүндө зат алмашуу продуктуларынын көп санда чогулуп кетишинде башталат. Ошондуктан спораларды организмдин жагымсыз шарттарга болгон ыңгайлануусу, тирүү калууга жөндөмдүүлүгү катары кароого болот. Споралар вегетативдик клеткалар өлүмгө дуушар болгон шарттарда тирүү калат. Көпчүлүк споралар кургакчылыкты жакшы көтөрөт, көптөгөн спораларды, бир нече саат бою кайнатуу менен дагы өлтүрүүгө болбойт. Аларды өлтүрүп жок кылуу үчүн 1 атм басымдын астындагы 120⁰С температурадагы,буу керек болот. Ушул шарттарда споралар 20 мин кийин өлөт, кургак абалында алар бир нече саат бою өтө ысытканда (150 – 160⁰С) гана өлөт. Бактериялардын кээ бир түрлөрү,жогорку температурага туруктуу келет.

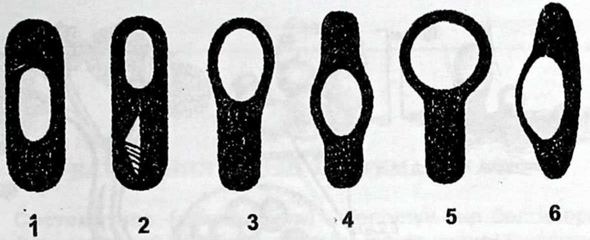
Спора пайда болуу процессинде өзгөчө кошулмалардын – дипиколин кислоталарынын синтези ишке ашат, алар вегетативдик клеткаларда жок болот. Дипиколин кислотасы кургак споранын 10-15%тин түзөт. Бул зат споранын борбордук бөлүгүндө чогулуп, кальций иондору менен биригип комплексти пайда кылат, ал болсо магнийдин, марганецтин, калийдин катиондору менен биригип, спорлардын тынч абалда турушун жана алардын температурага чыдамдуулугун камсыз кылат. Спораларды пайда болушунун жалпы схемасы төмөндөгүдөй түрдө болот. Бактерия клеткасынын тегиз эмес бөлүнүшүнүн негизинде цитоплазма мембранасы чоюлуп, томпоет, нуклеоддун жарымы цитоплаз-



14-сүрөт. Споранын пайда болуу схемасы:
А,Б – септанын пайда болушу, В,Г – спора протопластасынын энелик протопласта менен курчалышы, Д – Кортекстин жана спора кабыкчаларынын пайда болушу. Е – жетилген споранын түзүлүш схемасы: 1-экзоспроиум, 2-споранын сырткы кабыкчасы, 3-споранын ички кабыкчасы, 4-кортекс, 5-түйүлдүктүн клеткалык кабыгы, 6-цитоплазмалык мембрана, 7-ядролук заты бар цитоплазма.

манын көп чоң эмес бөлүгү менен өзгөчөлөнүп өз алдынча бөлүнүп кетиши байкалат. Пайда болгон п р о с п о р а бактерия клеткасынын мембранасы менен жабылат. Ошентип, бактерия клеткасынын ичинде жаңы клетка-жуп мембрана менен курчалган проспора пайда болот. Андан кийин мембраналардын ортосунда кортикалык катмар же к о р т е к с пайда болот, ал пептидогликандын өзгөчө молекулаларынан турат (14-сүрөт).

Споранын андан ары өнүгүшү спораны жабуучу бир нече катмарлардын пайда болушу жана споранын өрчүп жетилиши менен чектелет. Пайда болгон споранын диаметри энелик клетканын диаметрине барабар же бир аз жоонураак болот. Кээ бир бактериялардын спорасы клетканын бир учунда пайда болот дагы, бир канча жоонойуп, чоюлуп, барабан таякчасынын түзүлүшүнө окшоп калат. Мындай типтеги спора пайда кылуу п л е к т р и д и а л д ы к деп аталат, көбүнчө Ciostridium уруусундагыларда кездешет. Башка бактерияларда спора клетканын борборунда пайда болот жана анын чоңдугу клеткадан чоң болбогондуктан вегетативдик клетканын формасы өзгөрүлбөйт, мындай типтеги спора пайда болуу б а ц и л л я р д ы к деп аталып,



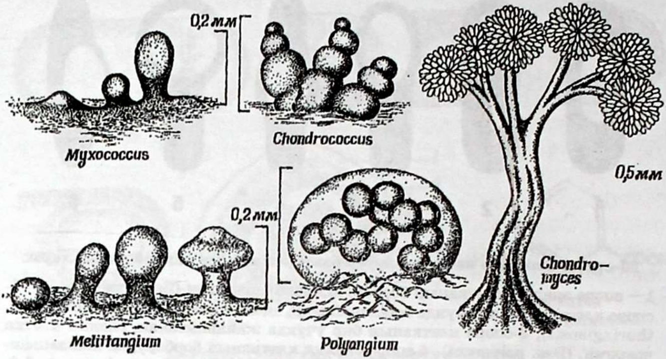
15-сүрөт. Спораны пайда кылуучу бактериялардын типтик формалары:

1 – спора энелик клетканын борборунда жайланышкан (Bac. megaterium), 2-спора клетканын бир учунда жайланышкан, энелик клетка чоюлган эмес (Bac. thuringiensis), 3-спора клетканын бир учунда жайланышкан, энелик клетка чоюлган. (Bac. polymyxa), 4-спора энелик клетканын борборунда жайланышкан, клетка өзгөрүлүп ийик формасына клостриалдык (Bac. polymyxa), 5,6-спора клетканын бир учунда жайланышкан, тегерек энелик клетка барабан таякчасындагы формага ээ - плектридиалдык Bacillus sphaericus, Bac. laterosporus)

негизинен Bacillus уруусундагыларда байкалат. Башка бактерияларда спора клетканын борборунда пайда болот жана анда клетка ортосунан жоонуюп, чоюлат, ийиктин формасын ээлейт. Мындай типтеги спора пайда болуу клостридиалдык деп аталат (15-сүрөт).

Спора жетилгенден кийин клетканын кабыгы бузулат, спора сырткы чөйрөгө чыгат, жагымдуу шарттарга туш келсе, ал өрчүп өнүгөт. Бактериялардын споралары тынч турган абалында көп убакытка чейин (он, жүз жана миңдеген жылдар) жашоосу мүмкүн.

Чөйрөнүн жагымсыз шарттарына туруктуу келген тынч абалындагы клеткаларды – цисталарды пайда кылуучу микроорганизмдер бар, алар споралар эмес, алардан кескин айырмаланышат. Мисалы, азотобактиялар кургакчылыкка жана ысыкка чыдамдуу келген цисталарды пайда кылат.



16-сүрөт. Кээ бир миксобактериялардын мөмө денечелери.
(Г.Шлегель боюнча)

БАКТЕРИЯЛАРДЫН СИСТЕМАТИКАСЫ

Систематика (таксономия) – белгүлүү бир белгилерине ылайык микроорганизмдерди топторго (таксондорго) бөлүштүрүү жана ошондой эле алардын ортосундагы жакындык байланыштарды табуу.

Н о м е н к л а т у р а – билимдин белгилүү тармагында колдонулуучу аттардын системасы.

Микроорганизмдерди түрлөргө бөлүү үчүн жана ат бериш үчүн алардын көп түрдүүлүгү, сырткы жана ички түзүлүштөрүнүн өзгөчөлүктөрү, физиологиялык, биохимиялык касиеттери, ошондой эле жаратылыш чөйрөсүндө алар чакырган процесстер изилденет.

Демек, микроорганизмди тигил же бул таксономиялык топко киргизүү үчүн, анын негизги мүнөздөмөсү менен таанышуу зарыл: микроорганизмдин сырткы түрүн – формасын, кыймылдуулугун (кыймыл жипчелердин болушун жана алардын жайгашышы), капсуланын болушун, эндоспораны пайда кылуу жөндөмдүүлүгүн, Грам боюнча боелушун, зат алмашуу өзгөчөлүктөрүн, энергия алуу жолдорун, ошондой эле ал микроорганизм өзү өнүп өрчүгөн айлана чөйрөнү кантип өзгөртөт жана чөйрө анын өсүп өнүгүшүндө кандай таасир тийгизе тургандыгын изилдөө зарыл.

Кийинки мезгилдерде молекулалык биологиянын өсүп өнүгүшү менен микроорганизмдерге мүнөздөмө берүүнүн жаңы жолдору пайда болду. Алар системалашыруу иштерине оң таасирин тийгизди. Көбүнчө, түздөн түз тукум куугучтук касиеттерге (генотипке) мүнөздөмө берүүгө мүмкүнчүлүк жөнүндөгү маалыматтар ДНКнын структурасындагы нуклеоиддик составды эки химиялык гибридизация ыкмалары менен изилдөөдө алынган.

1-ыкма ДНК молекуласындагы пурин жана пиримидин негиздеринин катнаштарын изилдөө менен микрооганизмдердин ортосундагы генетикалык айырмачылыкты табууга жардам берет.

2-ыкма болсо ар түрдүү микроорганизмдерден бөлүнүп алынган изилденүүчү эки молекуланы аргындаштыруу жолу менен ДНКнын окшоштугун далилдөөнү максат кылып коет. Эгерде, ДНК

молекулаларынын байланыш деңгээли өтө жогору (80-90%) болсо, анда биринчилик структуралары окшош экендигин жана микроорганизмдердин генетикалык жактан жакын болушун күбөлөйт. Окшоштугу төмөнкү деңгээлде (50%) болсо, микроорганизмдердин ортосундагы туугандык байланыштын алыстыгын көрсөтөт.

Микроорганизм толугу менен изилденип бүткөндөн кийин, XVII кылымда К.Линней тарабынан сунуш кылынган биноминалдык номенклатура боюнча эки латын сөздөрү менен туюнтулган илимий ат берилет.

Биринчи сөз уруунун аты. Бул латын сөзү чоң тамга менен жазылат жана микроорганизмдин морфологиялык же физиологиялык белгисин мүнөздөйт, же ушул микроорганизмди ачкан окумуштуунун аты, жашаган жеринин аты көрсөтүлөт.

Экинчи сөз кичине тамга менен жазылат. Ал микроорганизмдин түрүнүн аталышын көрсөтөт. Эреже катары бул сөз сын атооч болуп, колониялардын түсүн, микроорганизмдин келип чыгыш булагын жана ал чакырган процессти же ооруну мүнөздөп көрсөтөт. Мисалы, Bacillus albus деген ат микроорганизм грам боюнча оң боело тургандыгын, спора пайда кылуучу аэробдук таякча экендигин далилдейт (Bacillus оруусунун касиеттери), ал эми түрдүн аты – микроорганизм пайда кылган колониянын түсүн мүнөздөйт (albus – ак). Микроорганизмдерге аттар 1980-ж. 1-январда киргизилген бактериялардын номенклатурасынын Эл аралык кодексинин эрежелерине ылайык берилет, алар дүйнөнүн бардык өлкөлөрүндө бирдей.

Тектеш (окшош) микроорганизмдерди топторго бөлүүдө төмөнкү таксономиялык категориялар колдонулат: түр (species), уруу (genus), тукум (famila), катар (ordo), класс (classis), бөлүм (divisio), царство (regnum).

Түр – эң негизги таксономиялык бирдик, фенотиптик көрүнүштөрү боюнча окшош, бир генотиптен турган жекече организмдердин жыйындысы. Түрлөр өз ичинен дагы варианттарга бөлүнөт.

Микробиологияда "штамм" жана "клон" деген түшүнүктөр көп колдонулат.

Штамм – түргө караганда тар түшүнүк. Штаммдар деп жаратылыштын ар кандай чөйрөлөрүнөн (топурактан, суулардан, тирүү жандыктардан) бөлүнүп алынган бир эле түргө кирген микроорганизмдердин культуралары. Бир түргө кирген штаммдар касиет-

тери боюнча өзгөчөлөнүшү мүмкүн. Ошону менен бирге ар түрдүү штаммдардын касиеттери түрдүн чегинен чыгып кетпейт.

Клон – бир клеткадан алынган культура. Бир түргө кирген микроорганизмдердин жыйындысы таза культура деп аталат.

Татаал түзүлүштүү өсүмдүктөр жана жаныбарлар үчүн түзүлгөн табигый систематиканы түзүү үчүн микробиология илиминде микроорганизмдердин эволюциясы жана филогениясы жөнүндөгү маалыматтар жетишерлик эмес. Кийинки жылдары молекулалык биологиянын жетишкендиктерине жана методдоруна таянып бактерияларды классификацияга киргизүү жүргүзүлүп жатат.

17-сүрөттө көрүнүп тургандай бактериялардын классификациясы бир таксондон экинчи таксондун бутактанып келип чыгышын көрсөткөн жыгачты элестетет. 18-сүрөттө эубактериялардын жана архебактериялардын филогенетикалык байланыштарын ачып көрсөткөн 16 S р РНК молекуласынын нуклеотиддик тизмеги берилген.

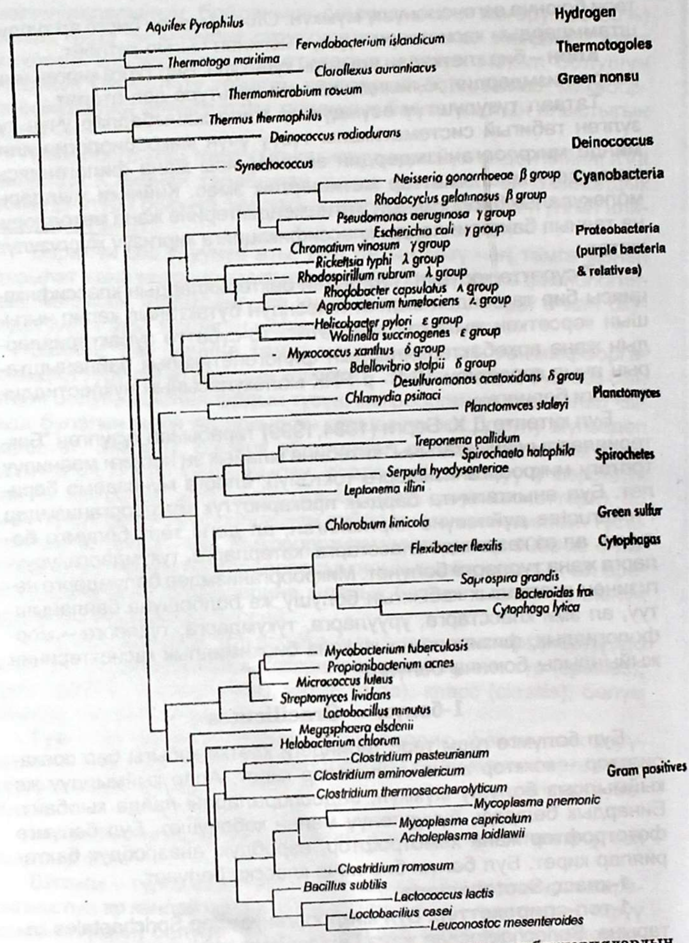
Бул китепте Д.Х. Берги (1984,1999) тарабынан түзүлгөн “Бактериялардын аныктагычы” китебине ылайык эң негизги маанилүү топтогу микроорганизмдерге токтолуп, аларга мүнөздөмө берилет. Бул аныктагычта бардык прокариоттук микроорганизмдер Prokaruotae дүйнөсүнө киргизилген, ал дагы төрт бөлүмгө бөлүнөт, ал өз кезегинде класстарга, катарларга, тукумдарга, урууларга жана түрлөргө бөлүнөт. Микроорганизмдер бөлүмдөргө негизинен клеткалык кабыктын болушу же болбошуна байланыштуу, ал эми класстарга, урууларга, тукумдарга, түрлөргө – морфологиялык, физиологиялык жана биохимиялык касиеттеринин жыйындысы боюнча бөлүнөт.

1-бөлүм – Gracilicutes

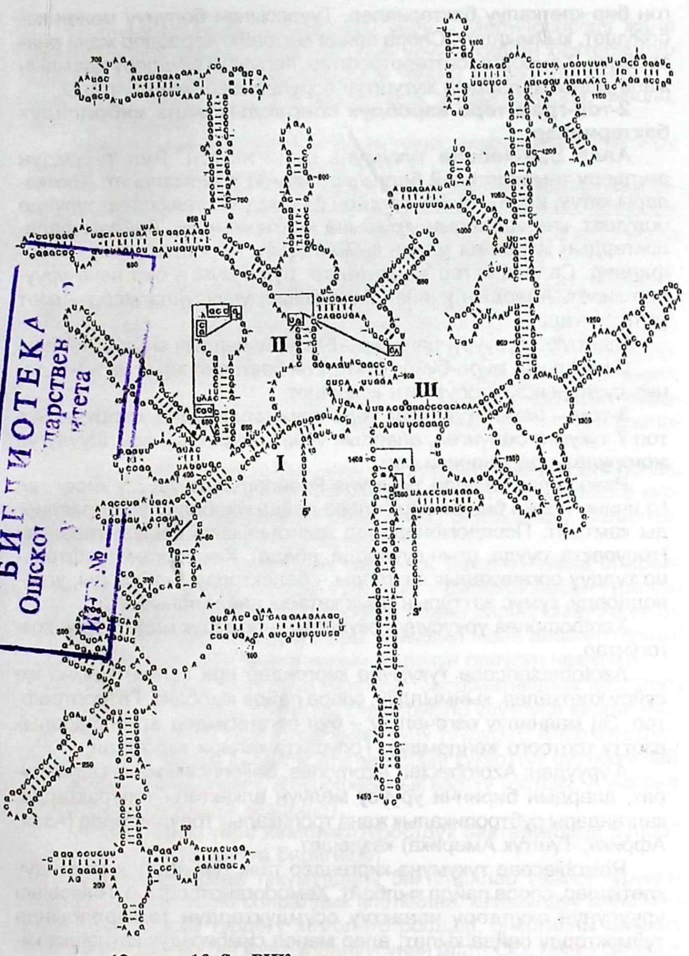
Бул бөлүмгө грам терс тибиндеги клетка кабыгы бар прокариоттор – кокктор жана таякчалар кирет. Алар кыймылдуу же кыймылсыз болушу мүмкүн, эндоспораларды пайда кылбайт. Бинардык бөлүнүү, бүчүрлөнүү менен көбөйүшөт. Бул бөлүмгө фототрофтор жана хемотрофтор, аэробдук, анаэробдук бактериялар кирет. Бул бөлүм бир нече класска бөлүнөт.

1-класс-Scotobacteria

1-топ-спирохеттер. Бул микроорганизмдер Sprichaetales катарына, Spriochaetaceae жана Leptospirceae урууларына биригишет. Спирохеттер ийилчеек, спираль сыяктуу түрмөктөлүп орол-



17-сүрөт. 16 S р РНК секвенс анализине негизделген эубактериялардын филогенетикалык байланышын көрсөткөн дендрограмма.



18-сүрөт. 16 S р РНК молекуласынын схемалык көрүнүшү.

БИБЛИОТЕКА
Ошско
дарствен
итета

гон бир клеткалуу бактериялар. Туурасынан бөлүнүү менен көбөйүшөт, кыймылдуу. Спора пайда кылбайт. Аэробдор жана анаэробдор. Хемоорганогетеротрофтор, Көпчүлүк өкүлдөрү адамдын жана жаныбарлардын жугуштуу ооруларынын козгогучтары.

2-топ-грам терс аэробдук спиралдык жана вибриондук бактериялар.

Алар Spirillaceae тукумуна биригишкен. Бул тукумдун өкүлдөрү төмөндөгүдөй белгилери менен айырмаланат. Клеткалары катуу, ийри – буйру оролгон формадагы таякчалар түрүндө болушат, клеткалардын учтарына жайгашкан бир байлам шапалактардын жардамы менен кыймылдайт. Аэробдор, микроаэрофилдер. Сапрофиттер же мителер. Бул тукумга бир нече уруулар кирет. Алардын ичинен Azospirillum уруусундагылар – азот топтогучтар.

Bdellovibrio уруусундагылар – бактериялардын анык мителери.

Спиралдык, ийри-буйру бүктөлгөн бактериялар агын жана деңиз сууларында, топуракта кездешет.

3-топ – аэробдук грам терс таякчалар жана кокктор. Бул топ 7 тукумга бөлүнгөн, алардын үчөө топурактын асылдуулугун жогорулатууда мааниси чоң.

Pseudomanadaceae тукумуна Pseudomanas уруусу кирет, ал өз ичине түз же бир аз ийри спора пайда кылбоочу бактерияларды камтыйт. Псевдомонадалар жаратылышта кеңири таралган (топуракта, сууда, агын сууларда, абада). Хемоорганотрофтор – ар түрдүү органикалык заттарды – белокторду, майларды, углеводдорду, гумус заттарын азык катары пайдаланышат.

Xanthomonas уруусунун өкүлдөрү – өсүмдүк илдеттерин козгогучтар.

Azotobactericeae тукумуна киргендер ири келген таякча же сүйрү клеткалар, кыймылдуу, спора пайда кылбайт. Гетеротрофтор. Эң маанилүү өзгөчөлүгү – бул организмдер атмосфералык азотту топтоого жөндөмдүү. Топуракта кеңири таркалган.

4 уруудан: Azotobacter, Azomonas, Beijerinckia жана Derxia турат, алардын биринчи уруусу мелүүн алкактагы топурактарда, калгандары субтропикалык жана тропикалык топурактарда (Азия, Африка, Түштүк Америка) кездешет.

Rhizobiaceae тукумуна киргендер таяк түрүндөгү кыймылдуу клеткалар, спора пайда кылбайт. Хемоорганотрофтор. Rhizobium уруусунун өкүлдөрү чанактуу өсүмдүктөрдүн тамырларында түймөктөрдү пайда кылат, алар менен симбиоздук катнашка кирип, атмосфералык азотту топтойт.

Methylococcaceae тукуму эки уруу – Methylococcus жана Methylomonas менен берилген. Бул урууга кирген бактериялар этил спиртин уксус кислотасына чейин кычкылдандырууга жөндөмдүү. Алар гүлдөрдө, мөмөлөрдө, жашылчаларда, пиводо, винодо кездешет.

Neisseriaeceae тукуму 4 уруудан турат, аларга негизинен оору козгозгуч мите бактериялары кирет.

4-топ – грам терс факультативдик – анаэробдук таякчалар. Бул топтун бактериялары эки тукумга Enterobacteriaceae жана Vibrionaceae биригишкен, көпчүлүк өкүлдөрү адамдын жана жаныбарлардын жугуштуу ооруларын чакырат.

Enterobactericeae тукуму, бир катары адамдын жана айбанаттардын ичегисинде жашаган жана оору козгогон организмдерди камтып турат. Алар Escherichia, Citrobacter, Salmonella, Shigella, Klebsiella, Enterobacter урууларына кирүүчү микроорганизмдер. Андан башка бул тукумга Proteus жана Erwinia уруулары кирет, алардын өкүлдөрү топуракта жана өсүмдүктөрдө жашайт. Мисалы, Erwinia herbicola өсүмдүк микрофлорасынын негизги компоненти.

Vibrionaceae тукуму бир нече урууларды – Vibrio, Aeromonas, Plesiomonas, Photobacterium бириктирип турат жана аларга кирген микроорганизмдер агын жана деңиз сууларында, балыктын же адамдын организминде кездешет.

5-топ – анаэробдук грам терс түз, ийилген жана спиралдык таякчалар. Бул топ бир тукумдан – Bacteroidaecae турат,ал үч урууну (Bacteroides, Fusobacterium жана Leptotrichia) бириктирет. Бул тукумдун бактериялары адамдын жана айбанаттардын ичегисинде жашайт, ичеги-карын жолунун оорусун чакырат.

Андан башка бул топко белгисиз систематикалык абалдагы 7 уруу кирет. Алардын ичинен Desulfovibrio уруусуна кирген кыймылдуу, ийрилген таякчалар кызыгууну туудурат. Алар сульфаттарды жана башка күкүрт кошулмаларын күкүрттүү суутекке чейин калыбына келтирет. Атмосфералык азотту топтойт. Анык анаэробдор. Топуракта кездешет.

6-топ – грам терс хемолитотрофдук бактериялар. Булар 2 тукумга жана 15 урууга биригишет.

Nitrobacteriaceae тукумундагы бактериялар таякча түрүндө, сүйрү, тегерек жана спиралдык клеткалар, кыймылдуу жана кыймылсыз. Сөзсүз түрдөгү хемолитотрофдор, энергияны аммиактын жана нитриттин кычкылдануусунан алат, CO_2 газын сиңирет. Чыныгы аэробдор. Топуракта, дарыяда, деңизде, океанда кезде-

шет. Аммиакты нитриттерге чейин кычкылдандыруучу бактериялар Nitrozomonas, Nitrozospira, Nitrozococcus, Nitrozolobus урууларына киришет, ал эми нитриттерди нитраттарга чейин кычкылдандыруучу бактериялар Nitrobacter, Nitrospira, Nitrococcus урууларына бириккен.

Ошондой эле, бул топко күкүрттү жана анын кошулмаларын пайдалануучу микроорганизмдер кирет. Thiobacillus уруусу таякча клеткалары менен берилген. Спораларды пайда кылбайт. Чыныгы аэробдор. Энергияны күкүрт кошулмаларын кычкылдандыруунун эсебинен алат. Көмүртектин булагы катары CO_2 пайдаланат. Өтө кычкыл чөйрөдө тиричилик өткөрүүгө жөндөмдүү. Топуракта, көлчүктө, агын-кир сууларда, күкүрт булактарында кездешет.

Siderocapsaceae тукуму тегерек, сүйрү жана таякча түрүндөгү, капсула менен капталган бактериялардан турат. Бул организмдер капсуланын үстүңкү бетине жана ичине темирдин же марганецтин кычкылдарын чогултат. Аэробдор. Темир чөгүндүлөрдү көп кармаган сууларда кездешет.

7-топ – сыйгаланып кыймылдоочу бактериялар. Буга эки катар: Myxobacteriales жана Cytophagales кирет.

Myxobacteriales катарына тукумдук денечелерин пайда кылуучу миксобактериялар кирет. Алар – бир клеткалуу жумуру - цилиндр формасындагы тыгыз былжыр катмарга оролгон клеткалар. Бинардык туурасынан бөлүнүү жолу менен көбөйүшөт. Бул клеткалардын клетка капталы солкулдак келет, ошондуктан алар ийкемдүүлүгү менен айырмаланат, кыймылдаганда ийилип, формасын өзгөртүп турат. Сыйгаланып кыймылдоо жөндөмдүүлүгүнө ээ. Көпчүлүк миксобактериялар өнүгүүнүн белгилүү бир этабында тукумдук денечелерди пайда кылат. (16-сүрөт)

Тукум денечелериндеги клеткалар тынч абалындагы формада – микроспоралар түрүндө болушат. Бир катар миксобактериялар миксоцисталарды пайда кылат. Миксоспоралар кургакчылыкка чыдамдуу келет, бирок ысытууга чыдамсыз. Ыңгайлуу шартта миксоспоралардан жана миксоцисталардан вегетативдик клеткалар өсүп чыгат.

Миксобактериялар – хемоорганотрофдор, анык аэробдор. Топуракта, кыкта, чиринди өсүмдүк калдыктарында кездешет. Көпчүлүгү белокторду, полисахариддерди, целлюлозаны, хитинди жана башка заттарды ажыратып, бузат.

Бул катарга жалгыз гана Myxococcus уруусунан турган Archangiaceae тукуму, Polyangium уруусунан турган Polyangiaceae

тукуму кирет. Cytophagales катарынын өкүлдөрү тукумдук денечелерди пайда кылбайт, алар таякча жана жипче түрүндөгү клеткалар, сыйгаланып жылат, кыймылдайт.

Cytophagaceae тукуму алты уруудан турат. Алардын ичинен целлюлозаны, хитинди,агарды ж.б. заттарды ажыратып, бузуучу, таякча түрүндөгү аэробдук Cytophaga уруусуна кирүүчү бактериялар бар. Булар микроцисталарды пайда кылбайт.

Sporocyfophaga уруусуна кирген организмдер микроцистаны пайда кылат.

Beggiatoaceae тукумуна түссүз, узун ар кандай жоондуктагы бутактанган чынжырды пайда кылуучу жипчелер түрүндөгү клеткалар кирет. Сыйгалануу менен жылып жүрөт, эч качан субстратка жабышпайт. Аэробдор же микроаэрофилдер. Күкүрттүү суутек көп жерлерде – токтоп калган, акпай турган сууларда тиричилик өткөрүшөт. Бул бактериялар сульфиддерди сульфаттарга чейин кычкылдандырат. Сульфиддердин продуктысы – күкүрт элементи клетканын ичинде ак бүртүкчөлөр түрүндө жыйналат.

8-топ-хламидобактериялар – жаап туруучу кутучасы же түтүкчөсү бар бактериялар. Бул топко 7 уруу кирет. Sphaerotilus уруусу таякча түрүндөгү грам терс, бир учунда жайгашкан шапалактары бар бактериялар. Чынжырдан турган узун жипчелер түрүндө өсөт, үстүнөн калпакча (шилекей капсула) менен жабылган. Жапкычтары өтө жука, темир жана марганецтин кычкылдары жыйналган эмес. Кээ бир учурларда жипчелер бир нече мм узундукка жетет. Калпакчанын ичинде бөлүнүү жолу менен көбөйөт. Пайда болгон кыймылдуу бактериялар же калпакчадан сыйгаланып чыгат, же ал бузулуп жарылганда бошонот. Хемоорганотрофтор, анык аэробдор. Бул уруунун өкүлдөрү агын сууларда, кагаз жана сүт өнөр жайларынын таштандылары менен булганган сууларда кездешет.

Leptothrix – калпакча менен жабылган чынжырды пайда кылуучу түз таякчалардан турат. Калпакчалары темирдин же марганецтин кычкылдары менен сиңирилген, бир учунда жайгашкан шапалагы бар. Хемоорганотрофтор. Сөзсүз түрдөгү аэробдор. Агын сууларда жашайт.

9-топ-бүчүрлөнгөн же бутактанган бактериялар, 17 уруу бириккен.

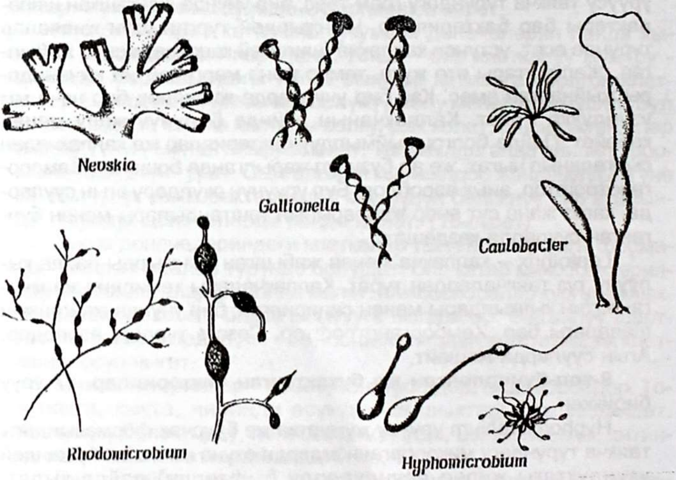
Hyphomicrobium уруусу жумуртка же буурчак формасындагы таякча түрүндөгү микроорганизмдерди өзүнө камтыйт. Ар кандай узундуктагы жипче өсүндүлөрдү (гифтерди) пайда кылат. Бүчүрлөнүү менен көбөйөт. Хемоорганотрофтор, аэробдор, өсүп

өнүгүшү үчүн CO_2 талап кылат. Көпчүлүк бүчүрлөнүүчү бактериялар зат алмашуусу боюнча өзгөчөлүктөргө ээ. Булар қантты пайдаланбайт, көмүртек булагында өсөт, бирок кээ бирлери формиат, ацетат, лактат кошулмаларын пайдаланууга жөндөмдүү.

Pedomicrobium уруусу. Бул урууга кирген бактериялар белгилүү бир өнүгүү циклине ээ. Энелик клеткада бир нече шапалактары бар кыймылдуу эндоспора пайда болот. Кыз клеткаларынын пайда болушу бүчүрлөнүү менен жүрөт. Клетканын үстүнкү бетинде темирдин жана марганецтин кычкылдарын жыйноого жөндөмдүү. Топуракта кеңири таралган.

Caulobacter уруусунун өкүлдөрү – бутактануучу бактериялар. Бир уюлдан кеткен бутактары бар таякча, ийик түрүндөгү клеткалар. Бутактанган клетканын тең экиге бөлүнүшү менен көбөйөт. Анык аэробдор. Агын сууда, топуракта жана башка табигый субстраттарда кездешет.

Бутактанган бактерияларга Gallionella уруусунун өкүлдөрү дагы кирет. Узун бутакчаларды пайда кылат, алардын учунда

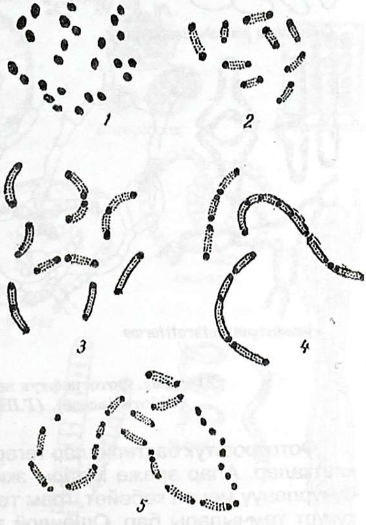


19-сүрөт. Бутактанган бактериялар.

сүйрү же таякча түрүндөгү клеткалар жайгашкан. Бутакчалары көбүнчө темирсуу кычкылы менен капталат. Бинардык бөлүнүү жолу менен көбөйөт, бөлүнүү бүткөндөн кийин кыз клеткалары сабактын учунда кала берет. Андан кийин алар зооспоралар сыяктуу эле үзүлүп ажырап кетет, шапалактардын жардамы менен кыймылдайт. Хемолитотрофтор. Эки валенттүү темирди үч валенттүү темирге чейин кычкылдандырат, CO_2 пайдаланат. Микроаэрофилдер. Темири бар сууда, топуракта кездешет (19-сүрөт).

10-топ – Риккетсиялар жана хламидалар. Бул топту Rickettsiales жана Chlamydiales катарларына кирген микроорганизмдер түзөт. Rickettsiales катары үч тукумдан Rickettsiales, Bartonellaceae жана Anaplasmataceae турат, алар клетканын ичинде гана тиричилик өткөрүүчү,адамдын жана жаныбарлардын риккетсиоз ооруларын чакыруучу бактериялар, ошондой эле муунак буттуулардын (кенелердин, бүргөлөрдүн, биттердин, тоок биттеринин) ичеги көңдөйүндө симбионт катары жашаган түрлөрү дагы кездешет. Бирок кан соргучтар адамды же жаныбарды чакканда териде пайда болгон тешик аркылуу кирип, оор өтүүчү ооруларды пайда кылышы мүмкүн. Өлчөмдөрү боюнча вирустарга жакын болгонуна карабастан,алар вирустардан айкын айырмаланат. Риккетсия клеткалары ДНК-ны жана РНК-ны дагы кармайт. Клеткалык кабыктын составында мурам кислотасы бар.

Риккетсиялар таякча түрүндөгү, кокктор же жип сымал кыймылсыз, спора пайда кылбоочу, грам терс бактериялар. Ээсинин клеткасында бөлүнүү жолу менен көбөйөт (20-сүрөт).

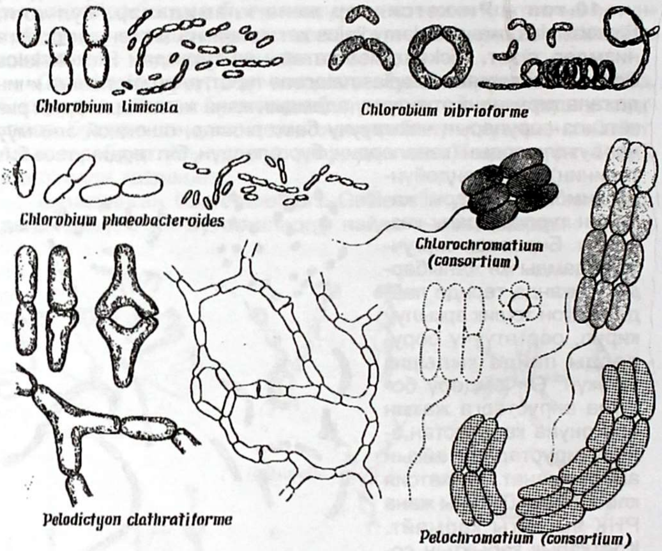


20-сүрөт. «Риккетсиялар: 1-тоголок, 2-таякча, 3-бациллярдык, 4-жип формасындагы, 5-жип формасындагылардын бириндеп ажырашы.

Эӊ белгилүү ооруу козгогучтардын бири болуп – келте оорусунун козгогучу Rickettsia prowazeki, кийим битинин симбионту болуп саналат. Риккетсиялар биттин богу менен берилет.

2-КЛАСС – Anoxyphotobacteria

Anoxyphotobacteria классы – фототрофтук кычкылтексиз типтеги фотосинтезди жүргүзүүчү организмдерди бириктирип турат жана эки катарга бөлүнөт: Rhodospirillales (көгүлтүр бактериялар) жана Chlorobiales (жашыл бактериялар) (21-сүрөт).



21-сүрөт. Фототрофтук жашыл бактериялар (Chlorobiaceae). *(Г.Шлегель боюнча)*

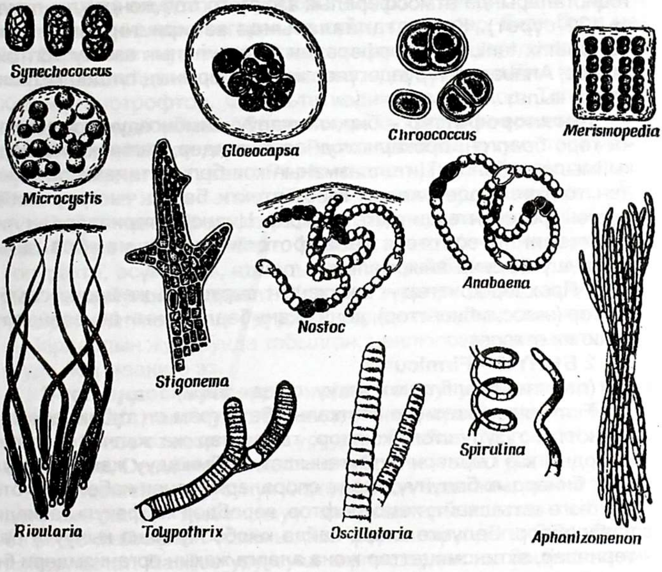
Фототрофтук бактериялар тегерек, таякча, спираль түрүндөгү клеткалар. Алар эреже катары экиге теӊ бөлүнүү, кээ бирлери бүчүрлөнүү менен көбөйөт, грам терс боелушат. Клеткаларында күкүрт тамчылары бар. Ошондой эле клеткаларында каратиноид пигменттери жана бактериохлорофилдери болот. Фотосинтезди ишке ашырат. Фотосинтез убагында бул бактериялар CO_2 га-

зын калыбына келтирүү үчүн молекулалык суутекти, күкүрттүн кошулмаларын же органикалык заттарды пайдаланат. Ошондуктан алар фотолитотрофтор жана фотоорганотрофтор болуп саналат. Анык анаэробдор. Атмосфера азотун сиңирүүгө жөндөмдүү. Фототрофтор – негизинен сууда жашоочу бактериялар.

3-КЛАСС – Oxyphotobacteria

Oxyphotobacteria классына, фотосинтезди молекулалык кычкылтекти бөлүп чыгаруу менен жүргүзгөн организмдер кирет. Бул класс эки катарга бөлүнөт: Cyanobacteriales (цианобактериялар) жана Prochlorales (прохлорофиттер).

Цианобактериялар (көк-жашыл бактериялар) – грам терс прокариоттук организмдер, ички бетинде пептидогликан заты бар көп катмардуу клетка кабыгы болот. Клеткаларында ички цитоплазмалык мембрана системасы (тилакоиддер) жакшы өрчүгөн,



22-сүрөт. Кээ бир көк жашыл балырлар. *(Г.Шлегель боюнча)*

ал жерде фотосинтез процесси өтөт. Цианобактериялар үчүн фотопигменттер: хлорофилл, аллофикоцианин, фикоцианин жана фикоэритрин мүнөздүү. Клеткалары былжыр капсула менен жабылган, кыймылдуу (шапалаксыз эле, катуу субстраттын үстү менен сыйгаланып жылууга жөндөмдүү) келишет. Алардын ичинде бир клеткалуулары же көп клеткалуу организмдери дагы бар. Тегерек, таякча түрүндө же ийри формада болот. Көп клеткалуулары жип сыяктуу түзүлүштө болушу менен айырмаланат, трих же филамент деп аталат.

Кээ бир цианобактериялар өзүнүн жашоо циклинде атайын бир клеткаларды же жипчелерди пайда кылат. Ар түрдүү жолдор менен көбөйөт: бинардык бөлүнүү, бүчүрлөнүү. Цианобактериялар 1000ден ашык түрү бар чоң топтогу бактериялардан турат, топуракта,көлчүктө жана башка субстратта кездешет. Көпчүлүк өкүлдөрү (130дан ашык түрү) атайын клеткалары-гистоцисталарында атмосфералык азотту топтоо жөндөмдүүлүгүнө ээ (22-сүрөт). Күрүч талааларында кеңири таралган түрү-Tolypothrix tenius. Атмосферадан молекулалык азотту топтойт. Nostoc, Anabaena түрүндөгүлөр көл сууларынын гүлдөп кетишин пайда кылат.

Прохлорофиттер – бир клеткалуу, симбиоздук, грам боюнча терс боелгон, прокариоттук организмдер, тегерек формада, кыймылсыз болот. Цитоплазманын көп бөлүгү тилакоиддер менен толгон. Молекулалык кычкылтекти бөлүп чыгаруу менен жүргөн фотосинтезди ишке ашырат. Цианобактериялардан пигменттеринин составы жана фотосинтездик мембрананын түзүлүшү боюнча айырмаланып турат.

Прохлорофиттер – клетканын сыртында жашоочу симбионттор (экзосимбионттор), деңиз жаныбарларынын денесинде тиричилик өткөрөт.

2 БӨЛҮМ – Firmicutes

(лат. тилинен firmus – катуу, cutes – тери).

Firmicutes бөлүмүнө клеткалык бети грам оң тибиндеги прокариоттук түзүлүштөгү кокктор, таякчалар же жипчелер кирет. Алардын кээ бирлери бутактанышат, кыймылдуу жана кыймылсыз, бинардык бөлүнүү, кээде споралары менен көбөйөт. Фотосинтезге катышпайт; хемотрофтор, аэробдор же факультативдик анаэробдор. Бөлүмгө спора пайда кылбоочу жана кылуучу бактериялар, актиномицеттер жана аларга жакын организмдери бириккен.

1-топ-грам оң кокктор үч тукумга: Micrococcaecea Streptococcaceae жана Peptococcaceae бириккен.

Micrococcaecea тукумуна кирген бактериялар тегерек клеткалар, алар бир же бир нече тегиздикте бөлүнүүгө жөндөмдүү, ошого байланыштуу туура же туура эмес топтордун пайда болушуна алып келет. Кыймылдуу же кыймылсыз. Спораларды пайда кылбайт. Хемоорганотрофтор. Аэробдор же факультативдик анаэробдор.

Micrococcus уруусуна кирген түрлөрү топуракта жана агын сууда кездешет. Staphylococcus уруусунун өкүлдөрү оору чакыргыч бактериялар болуп эсептелет, жаныбарлардын терисинде жана былжыр челинде тиричилик өткөрөт, ал эми Planococcus уруусууна киргендер деңиз сууларында кездешет. Streptococcus тукумуна 5 урру кирет: Streptococcus, Leuconostoc, Pediococcus, Aerococcus жана Gemella, булардын өкүлдөрү сүт кычкыл продуктыларды алууда, силостоодо чоң роль ойнойт. Бул тукумга кирген организмдер тегерек же сүйрү клеткалар, бири-бири менен биригишип жуп-жуп жайгашат же ар кандай узундуктагы чынжырларды пайда кылат. Кыймылсыз, спораларды пайда кылбайт. Хемоорганотрофтор. Факультативдик анаэробдор. Топуракта, өсүмдүктөрдүн үстүнкү беттеринде, сүт жана сүт кычкыл продуктыларда кеңири таралган. Peptococcaceae тукуму төрт урууну бириктирип турат: Peptococcus, Peptostreptococcus, Riminococcus жана Sarsina. Тегерек клеткалар, жалгыздан, жуп-жуп болуп, чынжыр же тетрадалар түрүндө кездешет. Кыймылсыз. Спора пайда кылбайт. Хемоорганотрофтор. Анаэробдор. Топуракта, өсүмдүктө, адамдын жана жаныбарлардын ичеги-карын көңдөйүндө кездешет. Кээ бир түрлөрү адамдын оорусун чакырат. Riminococcus уруусуна кирген өкүлдөрү кепшөөчү жаныбарлардын жумурунда табылган, целлюлозаны ажыратып бузууда чоң мааниге ээ.

2-топ-эндоспораларды пайда кылуучу таякчалар жана кокктор. Бул топтогу организмдер Bacillaceae тукумуна бириккен, ал болсо өз кезегинде 5 урудан: Bacillus, Sporolactobacillus, Clostridium, Desulfotomaculum жана Sporosarsina турат.

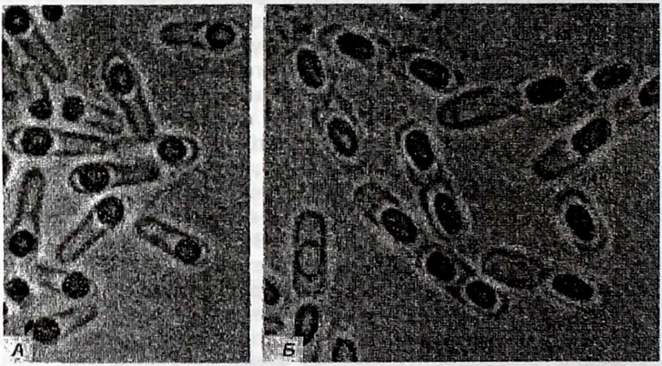
Sporosarsina уруусунун өкүлдөрүнөн башкасы таякча түрүндөгү клеткалар. Кыймылдуу, шапалактары клетканын бүткүл бетинде жайгашкан (кыймылсыз формалары дагы бар). Спора пайда кылат. Bacillus уруусуна киргендердин же бацилллдердин споралары энелик клетканын ар кандай бөлүктөрүндө жайгашат,

мында клетканын формасы өзгөрүүсүз кала берет, же ийик, төөнөгүч же барабан таякчасы түрүндөгү формада болушу мүмкүн. Clostridium уруусундагылардын споралары көбүнчө энелик формадан жоонураак келет дагы клостриддик же плектриддик формадагы клеткалардын пайда болушуна алып келет. Грам боюнча оң боелот. Bacillus жана Sporosarsina уруусунун өкүлдөрү аэробдор, Clostridium жана Desulfotomaculum – анаэробдор, Sporolactobacillus – факультативдик анаэробдор.

Топуракта, сууда кеңири таралган, ошондой эле жаныбарлардын, адамдын тамак сиңирүү көңдөйүндө кездешет.

Сапрофиттер. Ар кандай органикалык заттарды ажыратып,-бузууга катышат. Bacillus жана Clostridium уруусуна кирген түрлөрү адамдын, жаныбарлардын,өсүмдүктөрдүн, курт-кумурскалардын ооруларын козгогучтар (23-сүрөт).

3-топ – эндоспораларды пайда кылбоочу, грам оң, таякча түрүндөгү бактериялар. Ушул топко кирген бактериялар бир тукумга – Lactobacillaceae бириккен. Алар түз же ийри таякчалар, жалгыздан же чынжырча түрүндө жайгашкан. Кыймылсыз. Анаэробдор же факультативдик анаэробдор. Топуракта, өсүмдүктө, жаныбарлардын тамак сиңирүү көңдөйүндө, сүт продуктыларында кездешет.



23-сүрөт. Bacillus уруусуна кирген спора пайда кылуучу бактериялар *(Р.Стейниер боюнча)*

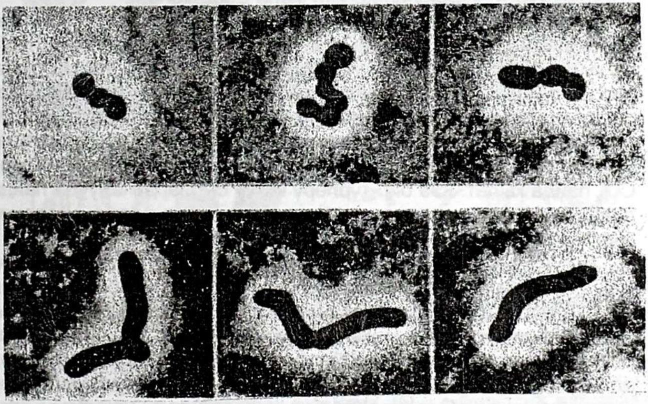
Бул тукумга Lactobacillus уруусу кирет, ал өзүнө 25 түрдөгү бактерияларды камтыйт. Ушул уруунун өкүлдөрү сүт кычкыл бактериялары деп аталат, алар сүт кычкыл ачууну ишке ашырат.

2-КЛАСС – TALLOBACTERIA

Tallobacteria классына актиномицеттер жана ага жакын организмдер кирет. Алар үч ар кандай топтогу бактерияларды камтыйт.

1-топ – кориноформадагы бактериялар, төмөнкү уруулардан турат: Corynobacterium, Arthobacter, Cellulomonas жана Kurthia. Corynobacterium (лат.тил.coryn-төйнөгүч) уруусуна грам оң боелгон кыймылсыз, спора пайда кылбаган, аяккы учтары төөнөгүч сымал жоонойгон, таякча түрүндөгү клеткалар. Белгилүү бир шартта аларга формасын өзгөртүү же полиморфизм мүнөздүү; алар ири таякча түрүндө болот, бара-бара өсүп өнүгүүдө кыска таякчаларга, анан кокторго айланат. Алар аэробдор же факультативдик анаэробдор. Хемоорганотрофтор. Кислоталарга чыдамдуу.

Бул бактериялар оору козгогучтар. Белгилүү өкүлү



24-сүрөт. Arthrobacter клеткалары (фазалык-контраст микроскобу, X2100
(Р.Стейниер боюнча)

Corynobacterium diphtheriae-ак кептер (дифтерия) оорусун козгогуч. Ал адамдын кулкундагы былжыр клеткаларын жабыр тартырат, экзотоксин бөлүп чыгарат, ал кан менен кошо айланып жүрөк булчуңуна, бөйрөккө жана нерв клеткаларына таасир берет.

Arthobacter уруусу грам оң боелгон, спораларды пайда кылбаган, кыймылсыз организмдерден турат. Алар кокк түрүндөгү форманы пайда кылууга жөндөмдүү, бирок микобактериялар сымал бутактанбайт (24-сүрөт).

Артробактерияларда гиганттык лимон түрүндөгү клеткаларды пайда кылуу жөндөмдүүлүгү байкалган. Анык аэробдор. Хемоорганотрофтор. Топуракта көп кездешет, органикалык заттардын, негизинен гумустун ажыроосуна активдүү катышат. Сапрофиттер.

Cellulomonas уруусундагылар туура эмес формадагы таякчалар, кээ бирде төөнөгүч сымал формада болушу мүмкүн, кыймылдуу. Спораларды пайда кылбайт. Грам оң боелот. Хемоорганотрофтор. Аэробдор. Целлюлозаны ажыратып бузуу жөндөмдүүлүгүнө ээ.

2-топко Propionobacteriaceae тукуму кирет. Бул тукум эки уруудан турат: Propionbacterium жана Eubacterium.

Propionbacterium уруусундагы организмдер бутактанган же туура формадагы таякчалар, төөнөгүч сымал же жипчелерди пайда кылуучулар, кээде кокк түрүндө, эки ачаланган, тартак бутактанган түрдө да болот. Кыймылсыз. Спора пайда кылбайт. Грам оң боелот. Анаэробдор. Хемоорганотрофтор. Сүт продуктыларында, адамдын терисинде, тамак сиңирүү органдарында кездешет. Углеводдорду ачытып, ажыратат, пропион, уксус кислотасын жана CO_2 пайда кылат. Кээ бир түрлөрү катуу сырларды алууда пайдаланылат.Айрым түрлөрү жаныбарлардын жана адамдын ооруларын козгогучтар.

Eubacterium уруусуна спора пайда кылбоочу, грам оң, таякча түрүндөгү, туура эмес формадагы бактериялар кирет. Кыймылсыз же кыймылдуу. Хемоорганотрофтор. Углеводдорду ачытып ажыратканда май, уксус жана кумурска клеткаларын пайда кылат. Облигаттык же анык анаэробдор. Жаныбарлардын жана адамдын денесинин көңдөйлөрүндө, жаныбар жана өсүмдүк продуктыларында табылган. Кээ бир түрлөрү оору чакыргыч организмдер.

25-сүрөт. **Микобактериялар, нокардиялар жана актиномицеттер. Ар бир тукумга мүнөздүү болгон колониялардын формалары: (а) – агардын бетинде өскөндөрдүн жара кесилишинде берилиши, (б) – субстраттык мицелийди пайда кылуу менен өсүү (1) жана аба мицелийи (2), спора алып жүрүүчү (3), спора баштыкчалары (4), споралар (5).** ***(Г.Шлегель боюнча)***

3-топтогу бактериялар Actinomycetales (актиномицеттер) катарына кирет. Булар грам оң, бутактанган гифтерди пайда кылууга жөндөмдүү бактериялар. Гифтер мицелийге чейин өнүгөт. Актиномицеттердин гифтери бир клеткалуу, диаметрлери – 0,5-2 мкм. Агар кошулган азык чөйрөлөрүндө өскөн актиномицеттер субстраттык жана абадагы мицелийди пайда кылат. Абадагы мицелийде абадагы гифтер (спораларды алып жүрүүчүлөр) пайда болот, алардын көбөйүү кызматын аткарган конидиялар бөлүнүп чыгат. Катуу азык чөйрөлөрүндө актиномицеттер ар кандай түстөгү тыгыз колонияларды пайда кылат. Актиномицеттерге гифтерди пайда кылбаган, бутактанган таякча түрүндөгү организмдер дагы кирет.

Бардык актиномицеттер прокариоттук түзүлүштө. Алар негизинен аэробдор, бирок анаэробдук же факультативдик – анаэробдук формалары кездешет. Көбүнчө топуракта жашайт, органикалык ири молекулалуу кошулмалардын ажырап бузулушуна катышат. Көпчүлүк актиномицеттер антибиотик заттарын бөлүп чыгарат, алар жаныбарлардын, өсүмдүктөрдүн бактериялык жана вирустук ылаңдары менен күрөшүүдө пайдаланылат. Төмөнкү тукумдардан турат: Actinomycetaceae, Mycobacteriaceae, Frankiaceae, Nocardiaceae, Streptomycetaceae Micromonosporaceae ж.б. (25-сүрөт.)

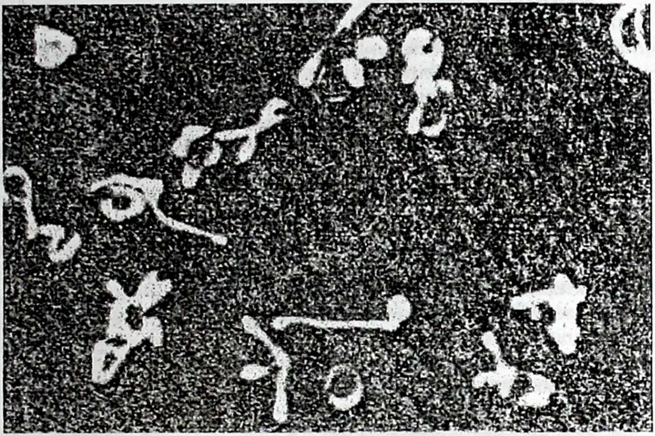
3-БӨЛҮМ – TENERICUTES

Бул бөлүмдөгү организмдердин пептидогликандан турган катуу клетка капталы болбойт, анын ордуна жука плазмендик мембрана менен жабылган, плеоморфтук организмдер, бүчүрлөнүү, бинардык бөлүнүү менен көбөйөт.

Mollucutes (лат. mollis-жумшак, cutes – тери) классынан турат, ал үч тукумдуу: Mycoplasmataceae, Acholeplasmataceae жана Spiroplasmataceae бириктирет.

Mycoplasmataceae тукумуна Mycoplasma жана Ureaplasma уруулары кирет, алар жаратылышта (топуракта, агынды-кир сууларда) кеңири таралган. Алардын көпчүлүгү сапрофиттер, мителер, ошондой эле адамдын жана жаныбарлардын оорусун козгогучтары да бар.

Микоплазмалар – прокариоттук организмдер, клетка бетинин жоктугу менен мүнөздөлөт. Клеткалары үч катмар цитоплазма мембранасы менен курчалган, тегерек же сүйрү формада болот, кээ бирлери ичке, бутактанган мицелийлерди пайда кылуу-



26-сүрөт. Микоплазмалар (электрондук сүрөтү).

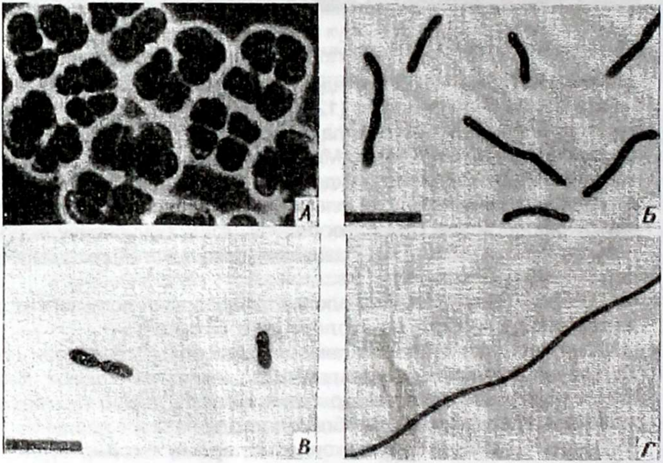
га жөндөмдүү жипчелер түрүндө. Микоплазмалар чоңдугу боюнча өтө майда бактерияларга (125-250 нм) жакын. Вирустар сыяктуу эле, алар дагы бактерияларды кармап калуучу бактериологиялык чыпкадан өтүп кетет. Микоплазмалардын көбөйүшү жипчелерде кичинекей кокк түрүндөгү түзүлүштөрдүн пайда болушу менен башталат, алар жипчелер ажыраганда бошонуп бөлүнүп чыгат, ошондой эле бинардык бөлүнүү жана бүчүрлөнүү менен дагы көбөйөт. Кыймылсыз. Грам терс, факультативдик анаэробдор. Хемоорганотрофтор.

Алардын ичинде жалаң эле жаныбарлардын оорусун козгогучтар эмес, сапрофиттик түрлөрү дагы кездешет.

Сапрофиттик түрлөрү адамдын жана жаныбарлардын ооз көңдөйүндө, жыныстык органдарында тиричилик өткөрөт. Көпчүлүк учурда микоплазмалар ткань культураларын булгантат жана вирус инфекциясына болгон клеткалардын реакциясын өзгөртөт. Ошондой эле микоплазмалардын кээ бир түрлөрү өсүмдүк илдеттерин дагы козгой тургандыгы далилденген (26-сүрөт).

4-БӨЛҮМ – MENDOSICUTES

Mendosicutes бөлүмүнө пептидогликаны жок, жөнөкөй түзүлүштүү клеткалык бети бар прокариоттор кирет, алар кокк, таякча жана ийрилген, пирамида, нурлуу жылдыз, квадрат формаларында болот. Кээ бир түрлөрү грам оң, башкалары – терс, эндоспораларды пайда кылбайт, көпчүлүгү кыймылдуу. Көпчүлүгү анаэробдор, чандасы аэробдорго кирет. Сырткы чөйрөнүн татаал шарттарында тиричилик өткөрөт. Бул бөлүмгө Archeobacteria классы да кирет. Бул класска археобактериялар деп аталган, физиологиялык, биохимиялык, экологиялык өзгөчө касиеттерге ээ болгон прокариоттук организмдер кирет. Негизинен алар башка бактериялардан рибосомасы (16 S жана 5Sp-PHK) жана транспорттук РНКнын биринчилик структурасы менен, мембраналык липиддердин составы, бир катмарлуу липиддик мембрананын пайда болушу менен (башка бактерияларда ал эки катмарлуу) клеткалык керегенин составы боюнча (ал муреинден эмес, баш-



27-сүрөт. Метан пайда кылуучу бактериялар: А – Methanosarcina barkeri, Б – Methanobacterium thermoautrophicum, В – Methanobacterium ruminantium, Methanospirillum sp. *(Р. Стейниер боюнча)*.

ка биополимерлерден – кычкыл полисахариддерден, белоктордон турат) айырмаланышат. Ошондой эле алардын кээ бир түрлөрү 100°Сден жогору температурада өрчүп өнүгүүгө жөндөмдүү. Археобактериялар 5 топко бөлүнөт: метан пайда кылуучу, аэробдук күкүрт кычкылдандыруучу, анаэробдук күкүрт калыбына келтирүүчү, галобактериялар жана термоацидофилдик "микоплазмалар".

Метан пайда кылуучу бактериялар – таякча же кокк түрүндөгү клеткалар, кыймылсыз же кыймылдуу, грам оң же грам терс. Спора пайда кылбайт. Анык анаэробдор. өзүнө керектүү энергияны суутекти пайдалануу-калыбына келтирүү жолу менен, же уксус кислотасын жана метил спиртин метанга жана CO_2 газына чейин ажыратуу жолу менен алат, топуракта, жаныбардын ичеги-карын көңдөйүндө кеңири таралган (27-сүрөт).

Күкүрт кычкылдандыруучу аэробдук бактериялардын тобу Sulfolobus уруусу менен берилген. Бул бактериялар элементтик күкүрттү кычкылдандырып, аны энергиянын булагы катары пайдаланат. Факультативдик автотрофтор. Аэробдор. Термофилдер 70-80°С температурада өсүп өнүгөт, ацидофилдер, pH=3. Күкүрттү калыбына келтирүүчү анаэробдук бактериялардын тобуна Thermoproteus, Thermophillum, Desulfurococcus ж.б. уруулар кирет, өкүлдөрү элементтик күкүрттү H_2S – ке чейин калыбына келтирет. Анык анаэробдор. Хемолитотрофтор жана хемоорганотрофтор. Термофилдер – 85°ден 105°Сда өрчүп өнүгөт. Ысык булакта кездешет.

Галобактерияларга Halococcus, Halobacterium уруулары кирет, алар NaCl-дун концентрациясы жогору болгон (20-25%) чөйрөлөрдө өсүп өнүгүүгө жөндөмдүү. Алардын ичинде аэробдор жана факультативдик анаэробдор дагы бар. Шорлуу топурактарда, көлчүктөрдө жана башка субстраттарда көмүртектин жана азоттун айлануусуна катышат.

Термоацидофилдик топтогу "микоплазмалар" Thermoplasma уруусу менен берилген. Алар хемоорганотрофтор, жогорку температурада (60°С) жана төмөнкү pH-та (1-2) өсүп өрчүйт. Аэробдор. Япониядагы булактарда табылган.

БАШКА ТОПТОГУ МИКРООРГАНИЗМДЕРДИН ТҮЗҮЛҮШҮ ЖАНА СИСТЕМАТИКАСЫ

БАЛЫРЛАР

Балырлар – кычкылтекти бөлүп чыгаруу менен жүргөн фотосинтезди ишке ашыруучу жана хлоропластары бар эукариоттук организмдер. Бир клеткалуу, жипче сымал, колониялык формалары дагы бар. Кээ бир балырларды микроскоптун астынан гана көрүүгө болот, ал эми башкаларынын чоңдугу ондогон метрлерге жетет.

Бир клеткалуу балырлардын шапалактары бар же жок болушу мүмкүн. Шапалактуулары сууда активдүү жылып жүрүү мүмкүнчүлүгүнө ээ. Көпчүлүк бир клеткалуу балырлардын экиден шапалактары болот.

Колониялуу балырлар формалары жана кызматтары бирдей болгон бир нече же көптөгөн клеткалардан турат. **Көп клеткалуу балырлардын** клеткаларынын ортосунда плазмодесмалар болот.

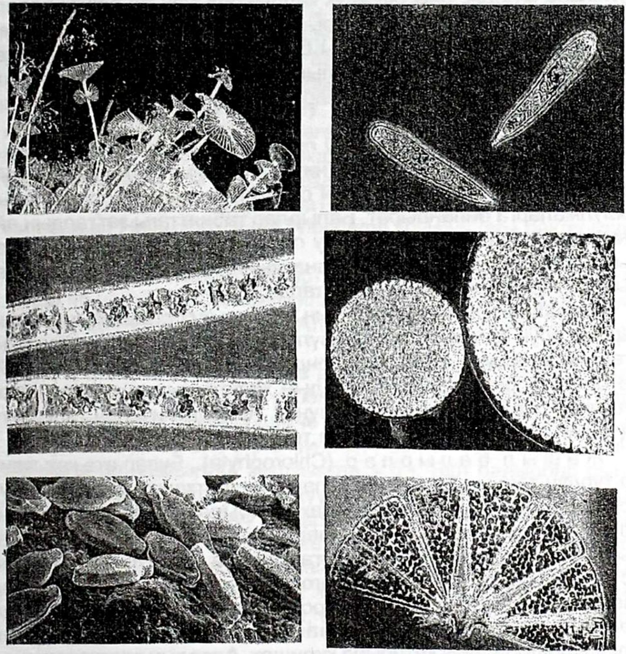
Балырлардын клеткалары целлюлоза жана пектин заттарынан турган клетка беттери менен курчалган. Кээ бир балырларда клетка беттери чайыр (жабышкак заттардын калың катмары менен жабылган, башкаларында кремнезем) менен сиңирилген. Клеткада цитоплазма, бир же бир нече ядролор, вакуолдор жана фотосинтез органы-хлоропласттар бар. Хлоропласттар ар түрдүү формада жана түстө болот, бирок сөзсүз түрдө хлорофилл пигментин кармап жүрөт. Көпчүлүк балырлардын хлоропласттарында өзгөчө бир белоктук денечелер – пиреноиддер бар, алардан крахмал жыйналып, чогулат.

Балырларда көбөйүүнүн үч жолу белгиленген : вегетативдик, жыныссыз жана жыныстык. Балырлар табиятта кеңири таркалган.

Алар дарыяда, деңизде, океанда, көлдө, сазда, топуракта кездешет. Агын сууларда же деңиздерде тиричилик кылуучу балырлар деңиз омурткасыз жаныбарлары (былжылдактар, шуру по-

липтери) менен симбиоздо жашайт. Жер бетиндеги балырлар топурактын үстүндө же анын катмарында, жыгач кабыгында, аскаларда ж.б. жерлерде тиричилик өткөрөт. Алардын кээ бир түрлөрү (жашыл жана көк жашыл) козу карындар менен симбиоздо болуп, эңгилчектерди пайда кылат.

Топурак балырлары бардык жерде, көбүнчө топурактын үстүнкү катмарында, башкача айтканда кайсы жеринде ыңгайлуу шарттары-нымдуулук жана жарык болсо ошол жерде кездешет. Нымдуулук – балырлардын кеңири таркалышын аныктаган эң маанилүү экологиялык фактор.



А

Б

В

28-сүрөт. Ар түрдүү түзүлүштөгү балырлар: А, Б – жашыл балырлардын өкүлдөрү, В – диатом балырларынын микросүрөттөрү. *(Р. М. Атлас боюнча).*

Сырткы түзүлүштөрү боюнча балырлар өтө эле көп түрдүү, бирок топуракта кездешкен бардык түрлөрү микроскоптук өлчөмдө болот жана бир клеткадан турат. Топурак балырлары – бир клеткалуу жөнөкөй организмдер, жипчелер же колониялар (28-сүрөттөр).

Балырлардын азык заттарына болгон муктаждыгы ар түркүн. Хлорофилли болгондуктан жарыкта көмүртекти – CO_2 газын пайдалана алат. Азот булагы катары ушул элементтин минералдык формасын пайдаланат. Балырлар нитраттарды башка кошулмаларга караганда жеңил сиңирет. Караңгы жерде (топурактын терең катмарында) жашоочу балырлар органикалык көмүртектин булагына муктаж, аны өсүмдүк калдыктарынан же бактериялардын зат алмашуу продуктыларынан алат. Мындай учурда алар үчүн азоттун эң жакшы булагы болуп – азот аммонийи эсептелет. Балырлар үчүн органикалык заттардын көп санда болушу жагымдуу келет, ошондуктан алар иштетилген, асыл топурактарда көп кездешет.

Балырлар азоттун айлануу процессинде өтө активдүү катышат. Алар минералдык азотту (нитраттык жана аммонийлик) пайдаланып, аны протоплазманын составына кирүүчү органикалык кошулмаларга айландырат. Балырлар табияттагы заттардын айланышында эң маанилүү ролду ойнойт, себеби алар органикалык заттарды бөлүп чыгарат жана жыйнайт (өзгөчө жаңыдан калыптанып келе жаткан топурактарда).

Балырлар клетка керегесинин химиялык составына, шапалактардын орун алышына жана түзүлүшүнө, фотосинтездик пигменттердин мүнөзүнө жараша, ошондой эле клетка тарабынан пайда болгон органикалык заттардын жаратылышына жараша өз алдынча бир нече топторго бөлүнөт. Алардын ичинен топуракта эң кеңири таралгандарына гана токтолобуз.

Ж а ш ы л б а л ы р л а р (Chlorophyta). Булар өтө көп жана ар түрдүү топтогу балырлар. Алар бир клеткалуу, көп клеткалуу болушат, жип сымал же жалпак жалбырак түрүндөгү талломдорду (мүчөлөнбөгөн денечелерди) пайда кылат. Жашыл балырлар клеткаларынын жана талломдун түзүлүштөрү боюнча ар түрдүү болот. Мисалы Chlorococcales катарына кирген бир клеткалуу балырлар тегерек, орок сымал же ийик формасында болот. Бир клеткалуу, шапалактары бар жашыл балырлар Chlamydomonadeles катарына киришет. Алардын клеткаларында эки шапалагы бар, бирок жагымсыз шартта өзүнчө бир тепкичти

басып өтөт – шапалактарын жоготуп, шилекей-былжыр бөлүп чыгарат, бирок бөлүнүүсүн уланта беришет. Мындай өзгөчөлүк айрыкча топуракта жашоочу балырларга өтө мүнөздүү.

Ulotrichales катарына кирүүчү жашыл балырларга жип сымал түзүлүштөгү талломдорду пайда кылуу мүнөздүү.

Жашыл балырлар жыныссыз жол менен (бөлүнүү жана жыныссыз спораларды пайда кылуу менен) көбөйөт. Кыймылсыз (автоспоралар) жана кыймылдуу (зооспоралар) спораларды пайда кылат. Ошондой эле жыныстык жол менен көбөйүп, эки клетканын ядролорунун биригиши жыныстык спорапардын пайда болушуна алып келет.

С а р ы – ж а ш ы л б а л ы р л а р (Xanthophyta). Топуракта бул балырлардын бир клеткалуу жана жип сымал формадагылары кездешет. Сары-жашыл балырлардын эң мүнөздүү белгиси – бир клеткалуу формаларында жана зооспораларында ар түрдүү шапалактардын болушу. Көбүнчө бир шапалак экинчисинен узун болот. Көбөйүшү – вегетативдик, жыныссыз (зооспоралар жана автоспоралардын жардамы менен). Жыныстык процесс – изогамия өтө сейрек кездешет. Топуракта бир клеткалуу Bumilleriopsis, Characiopsis жана Pleurochloris уруусуна кирген жана жип сымал Heferothrix жана Tribonema уруусундагы бактериялар кеңири таркалган.

Жакшы иштетилген, семиртилген нымдуу топурактардын үстүндө чоңдугу 1 мм жеткен ыйлакча түрүндөгү Botrydium уруусунун өкүлдөрү көп кездешет. Алар топуракка бутактанган түссүз тамырчалары менен биригет.

Д и а т о м б а л ы р л а р ы (Chrysophyta) бир клеткалуу формада. Алардын клетка керегесинде кремнийи бар жана бирибирине кирип туручу эки эшикче капкакчасы болот. Алардын клетка керегесинде ар бир түргө мүнөздүү болгон сүрөттөргө ээ (ичке кабыргалар, сызыктар, жылчыктар ж.б.). Бул балырлар сыйгаланып кыймылдоого жөндөмдүү, ал клетка кабыгынын үстүндөгү тигиш (курчоо) аркылуу чыгарылып туруучу протоплазманын өзгөчө бир агымы менен ишке ашат. Клеткаларында запастык азык заттарын, негизинен май тамчылары түрүндө жыйнайт. Жыныссыз жана жыныстык жол менен көбөйөт. Топуракта Hantzschia, Navicula, Nitzschia, Pinnularia уруусундагы балырлар кездешет.

ЖӨНӨКӨЙЛӨР

Ж ө н ө к ө й л ө р – топуракта кеңири таркалган жана көп санда кездешкен бир клеткалуу микроскоптук организмдердин тобу. Алардын чоңдугу 5-20 мкм түзүп, клеткалары тегерек, сүйрү, бутактанган жалпак формаларда болушу мүмкүн. Жөнөкөйлөр кадимки абалында кыймылдуу жана ийкемдүү, башкача айтканда формаларын тез өзгөртөт, Топуракта тиричилик өткөрүүчүлөрү жагымсыз шартка чыдамдуу цисталарды пайда кылууга жөндөмдүү. Цисталар өтө чыдамдуулугу, жашоого туруктуулугу менен айырмаланат, алар көп убакытка созулган кургакчылыктан кийин, кислота таасир эткенде да өлбөйт, тиричилигин уланта берет.

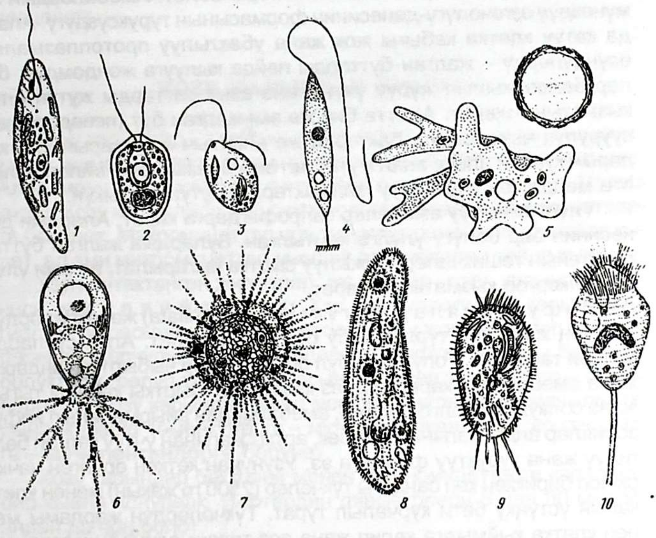
Демейде жөнөкөйлөр – мителер жана жырткычтар, бирок сапрофагдары (чириген өсүмдүк калдыктары менен тамактанган) да бар.

Жөнөкөйлөрдүн топурактагы саны, анын тибине, андагы кармалган органикалык заттарга, нымдуулукка, жыл мезгилине, өсүмдүктөргө ж.б. факторлорго көз каранды болот да, кыйла өзгөрүп турат жана 1 г кургак топуракта бир нече миллионго жетиши мүмкүн. 1 гек.токой топурактарындагы тирүү клеткалардын жалпы массасы бир нече килограммды түзсө, ал эми сугарылган, иштетилген беде жана пахта эгилген боз топуракта бир нече тоннага жетет. Топурактагы башка микроорганизмдер менен жөнөкөйлөрдүн ортосундагы татаал катнаштар түзүлөт. Көпчүлүк топурак жөнөкөйлөрү – бактерия жегичтер. Алар бактерия менен азыктанууда белгилүү бир тандоо жөндөмдүүлүгүнө ээ. Мисалы, топурак амебасы, башка бактериялардан сырткары азотобактериялардын клеткаларын жутат. Клеткалардын бир бөлүгүн жеп салуу менен, жөнөкөйлөр азотобактердин санын белгилүү бир деңгээлде кармап турат; андан башка, жөнөкөйлөрдүн биологиялык активдүү заттары топурак микроорганизмдеринин атмосфералык азотту топтоо процессине оң таасирин тийгизет. Кээ бир топурак козу карындары жана актиномицеттери жөнөкөйлөрдүн өсүп өнүгүшүн токтотуп, басаңдатат. Өз кезегинде, жөнөкөйлөрдүн белгилүү бир формалары козу карындардын клеткалык керегесин тешип, анын ичиндегилерин азык зат катары пайдаланат.

Жөнөкөйлөр татаал түзүлүштөгү өсүмдүктөрдүн өсүп өнүгүшүн күчөтөт. Алар өсүмдүккө түздөн түз таасирин көрсөтөт, ми-

салы, зат алмашуу заттарын бөлүп чыгарып, ризосфераны азоттуу кошулмалар менен байытат, татаал органикалык кошулмаларды ажыратуу менен аларды өсүмдүккө жеткиликтүү жөнөкөй заттарга айландырат. Жөнөкөйлөр топурактагы микробдордун тиричилигин, түрдүк составын, санын өзгөртүү менен өсүмдүктөргө кыйыр түрдө таасир көрсөтөт.

Кыргызстандын топурактарында чыбырткычандар (жгутиконосцы), саркодалар жана инфузориялар классына кирген жөнөкөйлөр таралган (29-сүрөт).



29-сүрөт. Топуракта тиричилик өткөргөн жөнөкөйлөр: 1-4-шапалактуулар, 5-6-саркоддор, 8-10-инфузориялар.

Ч ы б ы р т к ы ч а н д а р (Mastigophora, Flagellata) бир же бир нече шапалактары бар жөнөкөйлөр. Көбөйүү мезгилинде клеткалары узунунан кеткен багытта бөлүнөт. Чыбырткычандардын кээ бир түрлөрүнүн клеткаларында пигменттер, алардын ичинен фотосинтезге жөндөмдүү хлорофилл болот. Ушулардын эң мүнөз-

дүү өкүлү жашыл эвглена (Euglena viridis). Алар өсүмдүктөр менен жаныбарлардын ортосундагы абалды ээлейт.

Ошондой эле топуракта жашыл Chlamydomonas, күрөң Cryptomonas, саргыч Ochromonas чыбырткычандар тиричилик өткөрөт.

С а р к о д а л а р (Sarcodina). Топуракта жашаган өкүлдөрүнүн ичинен тармак буттуулар классына кирген – үлүл кабыктуу амеба жана жылаңач амебаларды белгилеп кетүү керек. Бул жөнөкөйлөр денесинин өзгөрүлүшү аркылуу кыймылга келсе да, алардын кээ бирлеринин шапалактары болот. Амебалардын эң мүнөздүү өзгөчөлүгү-денесинин формасынын туруксуздугу. Аларда катуу клетка кабыгы жок жана убактылуу протоплазмалык өсүндүлөрдү – жалган буттарды пайда кылууга жөндөмдүү, булар болсо жылып жүрүү үчүн жана азык заттарды жутуп алуу кызматын аткарат. Адатта бир же эки жалган бут (псевдоподия) суурулуп чыгарылып, бактерия же ачыткыч козу карын клеткаларын курчап алып, анан жутат, ал эми башка жөнөкөйлөр болсо өтө майда көп клеткалуу жандыктарды жутушу мүмкүн.

Үлүл кабыктуу амебалар сапрофагдарга кирет. Алардын денесинин бир бөлүгү үлүлгө камтылган. Булардын жалган буттары атайын тешикчелери аркылуу сыртка чыгарылат, ал эми үлүл болсо коргоо кызматын аткарат.

И н ф у з о р и я л а р ж е т ү к т ү ү л ө р (Ciliata) жөнөкөйлөрдүн өтө чоң жана көп түрдүү тобу болуп эсептелет. Агын сууларда кеңири таралган. Топуракта бул организмдер чыбырткычандарга жана амебаларга караганда аз кездешет. Сырткы кабыгы тыгыз жана солкулдак болгондуктан, амебалардан айырмаланып инфузориялар алды жагынан тегерек, арткы жагынан учтуу келген белгилүү жана туруктуу формага ээ. Узунунан кеткен өрүлгөн чачка окшоп бириккен көп сандагы түкчөлөр (2500 гө жакын) менен клетканын үстүңкү бети курчалып турат. Түкчөлөрдүн жардамы менен клетка кыймылга келип жана ооз тешикчесине (цитостомго) азыкты алып келип салат. Инфузория клеткасы жетишерлик деңгээлдеги татаал түзүлүштө: цитоплазма экто жана эндодерма болуп, экиге бөлүнөт, ядронун эки тиби бар – макро жана микронуклеис, алардан башка азык сиңирүүчү жана кыскарып кыймылдоочу вакуолдору, ар түркүн бүртүкчөлөрү болот. Клеткасы чыбырткычандар сыяктуу узунунан эмес, туурасынан кеткен багытта бөлүнөт.

Топурак инфузориялары төмөндөгүдөй классчаларга бөлүнөт:

Holotricha (Colpoda, Paramaecium) – буларда түктөр клетканын бүткүл бети боюнча тегерете, тегиз жайгашкан. Spirotricha – түктөр клетканын арткы учунан ооз тешикчесине чейин спиралдык катар менен жайгашкан.

Peritricha булардын ооз клеткалары ооз тешикчеси болгон жерде экиге бөлүнгөндөй болуп турат, ал эми ооз чуңкурчасы болсо эки катар кыска түктөр менен курчалган. Бул инфузориялардын ичинде сабактары менен жабышуучу формалары дагы (Vorticella) кездешет.

КОЗУ КАРЫНДАР (MYCOTA)

Козу карындар – төмөнкү түзүлүштөгү эукариоттук, бир клеткалуу, мицелий пайда кылуучу хемоорганотрофтук организмдер. Алар тирүү жандыктардын өзгөчө бир падышачылыгына – Mycota кирет. Козу карындардын өкүлдөрү **макро жана микромицеттерге** бөлүнөт. Макромицеттер чоң тукумдук денечелерди пайда кылат, ал эми микромицеттер мындай денечелерди пайда кылбайт.

Узун бутактанган жипчелер же гифтер козу карындын денеси м и ц е л и й д и түзөт. Кээ бир түрдөгү козу карындарда гифтер туурасынан жайгашкан тосмолору жок жипчелер түрүндө берилет. Көпчүлүк козу карындардагы гифтер аларды белгилүү бөлүктөргө бөлүп турган туурасынан кеткен тосмолорго – септаларга ээ. Козу карындар ушул морфологиялык айырмачылыктарына жараша төмөнкүлөргө – **мүчөлөнбөгөн** жана жогоркуларга – **мүчөлөнгөндөргө** бөлүнөт.

Козу карындар бактерия менен актиномицеттерге караганда бир кыйла чоңураак. Гифтердин диаметрлери 5 ден 50 мкм же андан да чоң болот.

Көпчүлүк козу карындардын клетка кабыгы хитин же ага жакын кошулмалардан турат. Клетка кабыгынын астында бүртүктүү түзүлүштөгү цитоплазма жайгашкан. Ал жалаң гана РНКдан турган рибосома бүртүкчөлөрүн кармап турат, ал жерде белок синтезделет. Ошондой эле цитоплазмада дем алуу ферменттери жайгашкан митохондриялар бар, майлардын жана волютиналардын бүртүкчөлөрү дагы болушу мүмкүн. Козу карындардын клеткаларында мембрана менен курчалган айкын көрүнүп, чектелген

ядро жайгашкан. Тосмолору жок козу карындарда бир нече ядролор кармалып жүрөт.

Козу карындардын мицелийи айырмалап туруучу белгилердин бири болуп саналат. Мицелийдин белгилүү бир жерлери, бөлүктөрү атайын бир пайда болууларга айланат жана алар түрлөрдүн көбөйүшү жана тукумду сактоо касиетин аткарат.

Козу карындар ар кандай – вегетативдик, жыниссыз жана жыныстык жол менен көбөйөт.

Козу карындар жаратылышта эң кеңири таралган организмдерге кирет. Аларды бардык табигый субстраттарда (топуракта, өсүмдүк, жаныбарлар калдыктарында), тамак-аш продуктыларында табууга болот. Козу карындар сапрофиттер гана болбостон, мителери, жада калса жырткыч түрлөрү да бар.

Бул организмдер топуракта ар түркүн органикалык заттарды, целлюлоза, лигнин сыяктуу татаал заттарды ажыратып, бузат. Козу карындар тамак-аш продуктыларын, жыгач курулуштарын, каучуктан, резинадан жасалган буюмдарды бузат. Андан башка, кээ бир түрлөрү өсүмдүктөрдүн, жаныбарлардын жана адамдын ооруларын козгойт.

Айыл чарбасында жана өнөр жайларда белгилүү мааниге ээ болгон козу карындардын кээ бир түрлөрүнө токтолуп өтөбүз. Mycota падышачылыгына чыныгы козу карындар (Eymycota) жана былжырлуулар же миксомицеттер (Myxomycota) кирет.

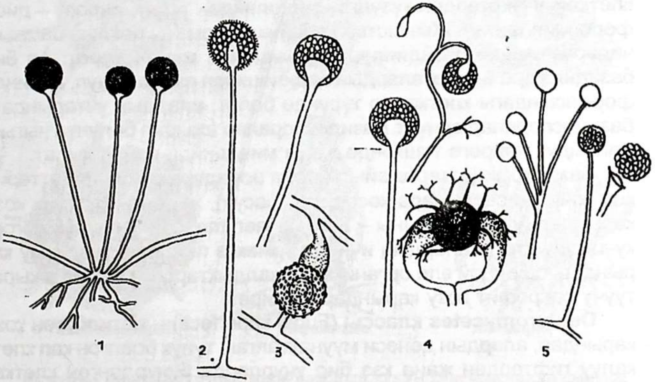
Миксомицеттер – өзүнчө бир организмдер, кээ бир касиеттери боюнча козу карындарга окшош, бирок өсүп-өнүгүү циклинин белгилүү бир этабында амебаларга жакын. Алар былжыр масса түрүндө кездешет, амеба сымал псевдоподияларды же жалган буттарын чыгаруу менен жылат. Миксомицеттер жөнөкөй бөлүнүү менен көбөйөт. Бирок убакыттын белгилүү бир мезгилинде былжыр массалар бири-бири менен биригишип, тукумдук денени пайда кылып, анын ичинде споралар пайда болот. Кийинкилери жагымдуу чөйрөгө түшкөндө өнүп чыгат, андан кийин амеба сымал клеткаларды пайда кылуу менен бөлүнө баштайт. Кээ бир мындай клеткалар (гаметалар) бири-бири менен кошулуп, зиготаны пайда кылат, ал болсо бөлүнүп отуруп, көп ядролуу былжыр массаны түзөт. Миксомицеттердин ичинде өсүмдүк мителери бар. Мисалы, алар капуста илдетин чакырат. Көбүнчө токойдун нымдуу жерлеринде, өлгөн жалбырактарда, жыгачтарда, жыгачтардын кабыгында ж.б.

Ч ы н ы г ы к о з у к а р ы н д а р алты класска бөлүнөт, алардын кыскача мүнөздөмөсү төмөндө берилген.

Chytridiomycetes классы мицелийи таптакыр жоктугу менен мүнөздөлөт. Бул класстын өкүлдөрү жыныссыз (зооспоралары менен) жана жыныстык жол менен көбөйөт. Негизинен бул класстын өкүлдөрү сууда жашоочу организмдер, суу балырларында жана суу өсүмдүктөрүндө мителик тиричилик өткөрөт. Бирок алардын ичинен кээ бирлери топуракта, мите катары өсүмдүк ткандарында тиричилик өткөрөт. Мисалы, Synchytrium endobioticum-картошканын шишик илдетин чакырат.

Oomycetes классына өзгөчө топтогу организмдер кирет. Аларга жыныстык процесс – оогамия мүнөздүү жана ошондой эле аларда жыныссыз көбөйүүнүн элементи болгон кыймылдуу зооспоралары дагы болот. Көпчүлүк оомицеттер – жер бетинде тиричилик өткөрүүчү сөзсүз түрдөгү мителер, алардын жашоо цикли толугу менен ээси – өсүмдүктө өтөт. Оомицеттер классына айыл чарба өсүмдүктөрүнүн жугуштуу илдеттерин чакырган Pithium, Phytopthora фитопатогендик козу карындар кирет.Ошондой эле "суу көк даты" деген ат менен белгилүү болгон Saprolegnia жана Leptomitus сууда жашайт.

Zygomycetes өзүнүн өсүп өнүгүшүндө кыймылдуу стадиясын таптакыр жоготуп койгон организмдердин тобу. Бул класстын



30-сүрөт. Зигомицеттердин кээ бир өкүлдөрү: 1-Rhizopus, 2-Mucor, 3-Zygorhyhchus; 4-Phycomyces; 5-Mortierella *(И.П. Бабьева боюнча)*

өкүлдөрүнө көбүнчө жыныстык көбөйүү мүнөздүү. Мында эки гаметангия бири-бирине кошулуп, ата-энелик гифтерди бириктирүүчү көпүрөнү – пайда кылат. Жыныссыз көбөйүү болсо кыймылсыз спорангий-споралар же конидиялар менен ишке ашырат. Кеңири таралган өкүлдөрү Mucor, Rhizopus урууларына кирген козу-карындар. Алар көбүнчө чириген органикалык калдыктарда жашайт, кээ бирлери үчүн эң сүйгөн чөйрө-малдын кыгы болуп саналат (30-сүрөт).

Ascomycetes классы же баштыктуу козу карындар – кеңири таралган топтордун бири болуп эсептелет. Абдан бутакталган, көп клеткалуу мицелийден турат. Конидиялардын жардамы менен, андан башка, алар жыныстык жол – аскоспораларды пайда кылуу менен көбөйөт. Аскоспоралар болсо жыныс клеткаларынын (гаметалардын) баштыкчада (аскда) биригип кошулушунан пайда болот. Асктын ичинде 2-4-6-8 аскоспоралар пайда болот. Баштыкчалар ар кандай формадагы түзүлүштөрдүн ичинде жайгашат: аскокарпияларда (тешикчеси жок көңдөйлөрдө), перитицияларда (тешикчелүү көңдөйлөрдө) же апотецияларда (кесе формасындагы көңдөйлөрдө) (31-сүрөт). Аскомицеттерге Aspergillus, Penicillum жана Chaethomium уруусунун топуракта кездешүүчү түрлөрү кирет.

Basidiomycetes классы. Бул козу карындардын денеси көп клеткалуу гифтерден түзүлгөн мицелийден турат, ядросу – дифференцияланган. Жыныстык көбөйүшү кызматы боюнча баштыкчаларга окшош базидиялардын жардамы менен жүрөт. Ар бир базидия ядро – гаметалардын бириигишинен пайда болуп, цилиндр формасындагы клеткалар түрүндө болот, алардын учтарында 4 базидоспоралар өрчүйт.Базидоспоралар ажырап бөлүнүп чыгып, жагымдуу чөйрөгө түшкөндө жаңы мицелийди пайда кылат.

Базидиомицеттерге айыл чарба өсүмдүктөрүнүн илдеттерин козгоочу (мисалы, кара көсөө, дат басуу), жыгачты бузуучу козу карындар (үй козукарыны – Serpula laerymanes); көпчүлүк жогорку түзүлүштөгү, алардын ичинде тамакка пайдалануучу козу карындар, ошондой эле органикалык калдыктарды чиритип ажыратуучу сапрофит козу карындар да кирет.

Deuteromycetes классы (Fundi imperfecti) – жетилбеген козу карындар, алардын денеси муунакталган, тунук боелгон көп клеткалуу гифтерден жана кээ бир учурларда бүчүрлөнгөн клеткалардан турат. Жалаң гана жыныстык жол менен көбөйөт мында конидиялардын пайда болушу п и к н и д а деп аталган атайын

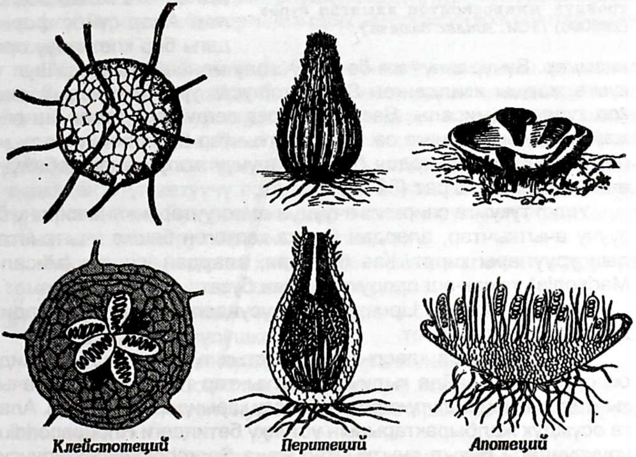
түзүлүштөрдүн ичинде же конидия алып жүрүүчүлөрдө жүрөт.

Бул класска үч катар кирет: Sphaeropsidales, Melanconiales жана Hyphomycetales (Moniliales). Алардын өкүлдөрү топуракта кеңири таралган.

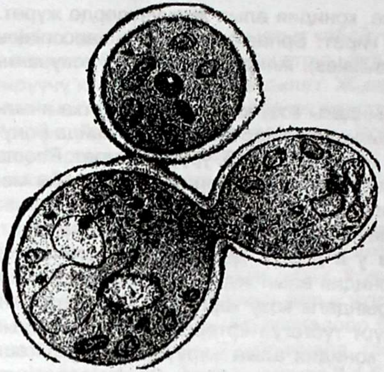
Sphaeropsidales катарындагы козу карындарга сыртка ачылган тешикчелери же жылчыкчалары бар пикнидалар пайда болуучу конидиялар мүнөздүү. Буга Phoma ж.б. уруулар кирет. Phoma уруусуна кирген түрлөр кээ бир өсүмдүктөрдүн тамырлары менен микоризаны пайда кылат.

Melanconiales катарына пикнидалары жок организмдер кирет. Конидиялары ацервулдар деп аталган өзгөчө бир түзүлүштөргө бириккен конидия алып жүрүүчүлөрдө жайгашкан.

Hyphomycetales катарындагы козу карындар муунакталган, бутакталган тунук же күңүрт түстөгү гифтерден турат. Алардын ар түрдүү конидиялары конидия алып жүрүүчүлөрдө жайгашкан. Топуракта ушул катардын өкүлдөрү – Cephalosporium, Trichoderma, Cladosporium, Alternaria, Fusarium кездешет.



31-сүрөт. Баштыктуу козу карындардын тукум денечелеринин сырткы көрүнүшү жана жара кесилиши: клейстотеций, перитоций, апотеций. (И.П.Бабьева боюнча)



32-сүрөт. Saccharomyces уруусундагы ачыткыч козу карындардагы бүчүрлөнүү: электрондук микроскоптон алынган сүрөт (x82000) *(Р.М. Атлас боюнча)*

А ч ы т к ы ч т а р ж а н а а ч ы т к ы ч с ы м а л к о з у к а р ы н д а р. Булар баштыктуулар, базидиомицеттер жана жетилбеген козу карындар классына кирет.

Ascomycetes классына эндоспораларды пайда кылуучу Endomycetales катарындагы ачыткы козу карындар сыяктуу баштыктуу козу карындар кирет. Бул катарга Saccharomycetaceae тукуму таандык, алардын өкүлдөрүнүн мицелийи өтө аз же жокко эсе болот. Алар сүйрү формадагы бир клеткалуу организмдер. Бүчүрлөнүү же бөлүнүү жолу менен көбөйөт. Ушул тукумга жакшы изилденген Saccharomyces уруусу таандык, анын көп түрлөрү (мисалы, Saccharomyces cerevisiae) тамак-аш өнөр жайында чоң мааниге ээ. Бул ачыткычтар бүчүрлөнүү жолу менен көбөйүшөт. Алардан башка бөлүнүү жолу менен көбөйүүчү ачыткычтар да кирет (32-сүрөт).

Ушул тукумга спирттик ачуунун козгогучтары жана винону бузуучу ачыткычтар, алардан башка көптөгөн башка ачыткычтардын уруулары кирет. Кээ бирлери, алардан ичинен (мисалы, Madsonia) тамак-аш продуктыларын бузат.

Аскомицеттерге Lipomyces уруусундагы топурактын кадимки ачыткычтары кирет.

Basidiomycetes классына жыныстык түзүлүштөрдү (базидиоспораларды) пайда кылуучу ачыткычтар таандык. Ушул ачыткычтардын чоң бөлүгү кара көсөө козу карындарына жакын. Аларга өсүмдүк жалбырактарынын үстүңкү бетиндеги Rhodosporidium уруусундагы кызыл ачыткычтар жана Sporobolomyces уруусундагы кызгылт ачыткычтар таандык. Sporobolomyces уруусундагы ачыткычтар жыныссыз стадиясында баллистоспоралар менен көбөйөт.

Deuteromycetes классына эндоспораларды пайда кылбаган ачыткычтар сыяктуу организмдер кирет. Алар бүчүрлөнүү жолу менен көбөйөт. кээ бирлери (мисалы, Torula) спирттик ачууну чакырат. Rhodotorula классынын өкүлдөрү кызгылт түстөгү пигментти пайда кылышат жана тамак-аш продуктуларын бузат. Оору чакыргыч организмдери дагы бар, мисалы Candida кээ бир түрлөрү.

Кадимки шартта топуракта көп сандаган ачыткычтар кездешет, алардын көбү спирттик ачууну чакырбайт. Ачыткыч козу карындарды жүзүм эгилген топурактарда көп кездештирүүгө болот.

ВИРУСТАР

В и р у с т а р – тирүү организмдердин клеткаларында гана көбөйүүгө жөндөмдүү болгон, сөзсүз түрдө клетканын ичинде жашоочу, ультрамикроскоптук түзүлүштөгү мителердин тобу. Алар адамдын, жаныбарлардын, өсүмдүктөрдүн, курт-кумурскалардын, жөнөкөйлөрдүн, микроорганизмдердин оорусун козгогучтар болуп эсептелет.

Вирустар 1892-жылы Д.И.Ивановский тарабынан тамекинин жалбырактарында пайда болуучу темгилдерди изилдөөдө ачылган. Бул окумуштуу илдетсиз өсүмдүктү илдетке чалдыккан өсүмдүктүн ширесин бактериялогиялык чыпкадан өткөндөн кийин жугуштуруучу катары пайдаланган. Илдет бактериялогиялык чыпкадан өтүп кетүүчү организмдер менен чакырыла тургандыгы көрсөтүлгөн. Бул организмдер чыпкалануучу вирустар, андан кийин жөн эле вирустар деп аталган.

Башка микроорганизмдерден айырмаланып вирустар төмөндөгүдөй мүнөздүү өзгөчөлүктөргө ээ:

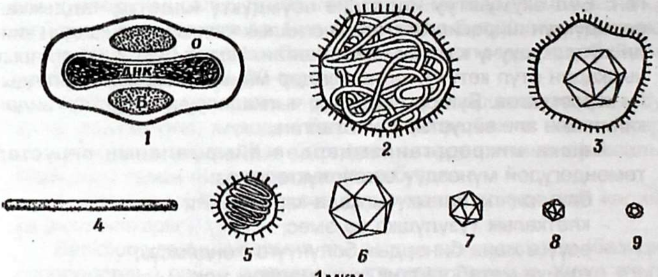
- бактериялогиялык чыпкада кармалбайт;
- клеткалык түзүлүшкө ээ эмес;
- өсүүгө жана бинардык бөлүнүүгө жөндөмсүз;
- өзүнүн метаболиттик системалары жок;
- бир гана типтеги нуклеин кислоталарын (ДНК же РНК) кармап жүрөт;
- алардын кайрадан өндүрүлүшү үчүн нуклеин кислоталары гана керек;
- өзүнө таандык белокторду пайда кылууда ээсинин – клетканын рибосомасын пайдаланат;

- жасалма азык чөйрөлөрүндө көбөйбөйт жана сезгич ээсинин организминде гана тиричилик өткөрүүгө жөндөмдүү.

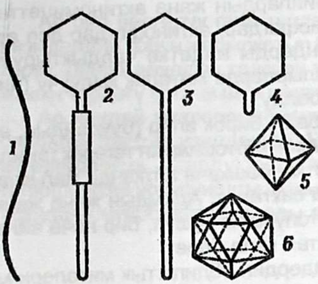
Демек,вирустар-өздөрүнүн көбөйүшү үчүн ээсинин тирүү клеткаларын керектөөчү организмдер.

Өсүмдүк илдеттерин чакыруучу вирустардын ичинен эң жакшы изилденгени тамеки темгилинин вирусу. У.Стенли 1935-жылы аны кристаллдык формада бөлүп алган. Тамеки өсүмдүгүнө ушул кристаллдарды киргизгенде, алар темгил оорусунун белгилерин чакырган. Ошондон бери, көпчүлүк вирустар кристалл түрүндө алынган.

Электрондук микроскоптун жардамы менен вирустарды изилдөөдө, алардын ар түрдүү формада жана татаал түзүлүштө боло тургандыгы далилденген. Вирустардын төмөнкү формалары белгилүү: таякча, мында вирус түз цилиндр сымал (тамеки темгилинин вирусу), солкулдак ийрилип – буйрулган жипчелер түрүндө (өсүмдүктөрдүн жана бактериялардын вирусу); тегерек көп кырдуу формада (адамдын жана жаныбарлардын вирустары); куб түрүндөгү четтери тегеректелген (адамдын жана жаныбарлардын вирустары) жана төөнөгүч сымал, ал башы жана андан кеткен өсүндүнүн болушу менен мүнөздөлөт (бактериялардын, актиномицеттердин вирустары) (33-сүрөт).



33-сүрөт. Кээ бир вирус бөлүкчөлөрүнүн (вириондордун) чондуктары жана формалары: 1-чечек оорусунун вирусу, 2-паротит вирусу, 3-герпес вирусу, 4-тамекинин темгил илдетин чакырган вирус, 5-сасык тумоо вирусу, 6-курт-кумурскалардын полиэдрозун чакырган вирус, 7-аденовирус, 8-полиома вирусу, 9-полимиелит вирусу, Б – белок денечеси, О – кабыкча.



34-сүрөт. Ар түрдүү формадагы фагдар: 1-жип формасындагы (фаг. fd); 2-жыйрылып туруучу жабыкчасы менен куйругу бар алтыбурчтуу башча формасында (фагдар Т2, Т4 жана Т6); 3-жыйрылууга жөндөмү жок, узун, серпилгич куйругу бар алты бурчтуу башча (фагдар Т1, Т5 4-кыска куйруктуу башча (фагдар Т3 жана Т7); 5-октаэдр, 6-икосаэдр.

Вирустун клетка сыртында жашоочу формасы – вирион – нуклеин кислоталарынан жана белоктордон турат. Бир молекула ДНК же РНК менен берилген нуклеин кислоталары спираль түрүндө бүктөлгөн жана капсид деп аталган белоктук чел кабык менен капталган. Капсид болсо белоктордон капсомерлерден турат, алар өз кезегинде бир нече молекула белоктордон түзүлөт. Белоктук капсид жана нуклеин кислотасы (ДНК же РНК) нуклеокапсид деп аталат.

Көпчүлүк бактериялардын вирустары (фагдары) үчүн симметриянын татаал тиби мүнөздүү: фагдын башы көп кырдуу (кубдук симметрия), ал эми куйругу болсо цилиндр формасында (спиралдык симметрия) (34-сүрөт).

Вирустардын чоңдугу ар түрдүү ыкмалар: вирустарды өткөрүүчү чыпка тешикчелеринин өлчөмдөрү боюнча, центрифугадан өткөрүүдө чөгүү ылдамдыгы боюнча, электрон микроскобунда алынган сүрөттөрдүн жардамы менен аныкталат. Вирустардын вириондорунун өлчөмдөрү 15-18ден 300-400 нмге чейин жетет. Кадимки жарык микроскобунун жардамы менен вирустун бөлүктөрүн көрүүгө мүмкүн эмес, бирок вирус менен ооруга чалдыккан клеткаларды "денече-бүртүкчөлөрдү" айырмалоого болот, алар вирустун өтө чоң гиганттык колониялары болуп эсептелет.

Вирустар белгилүү гана ээсинин клеткасында – өсүмдүктөрдө, жаныбарларды, микроорганизмдерде мителик кылып тиричилик өткөрүшөт. Мындай өзгөчөлүк вирустарды ээсинин тибине жараша бөлүүгө негиз берет. өсүмдүктөр, жаныбарлар, жада калса микроорганизмдер үчүн дагы патогендүү болгон вирустар-

дын топтору белгилүү. Бактериялардын жана актиномицеттердин вирустары фагдар-бактериофагдар, актинофагдар деп аталат. Азыркы кезде козу карындарды илдетке чалдыктыруучу (микофагдар), ошондой эле балырларда мителик кылуучу (цианофагдар) вирустар белгилүү болду.

Вирустар топуракта көбөйбөйт, бирок алар (буудайдын, арпанын, тамекинин темгил илдетинин, картошканын тегерек так илдетинин вирустары) узак убакытка, башкача айтканда жагымдуу шарт болгонго чейин топуракта сакталат. Адамдын жана жаныбарлардын кээ бир вирустары топуракка түшүп, бир нече айлар бою жугуу жөндөмдүүлүгүн сактап кала берет.

Ф а г д а р – микроорганизмдердин облигаттык мителери катары 1915-жылы Ф.Туорт тарабынан, 1917-жылы Ф.Д.Эррель тарабынан, бири-бирине көз карандысыз ачылган. Кадимки фагдар көп кырдуу призма сымал башчага жана куйрукка ээ. Башынын узундугу 60-100 нм, куйругунуку 100-200 нмге жетет. Фагдын призма сымал башы тиркелип жайгашкан капсомерлерден турган кабыкча менен капталган. Баштын ичинде бир же эки ДНК жипчелери болот. Куйругу болсо жыйрылып – узарып турууга жөндөмдүү болгон калпакча менен жабылган белоктук өзөк болуп эсептелет. Кадимки шартта куйрук 5-6 өсүндүлөрү бар базалдык жалпакчалар менен бүтөт. Ушул жалпакчадан өтө ичке келген жипчелер адсорбция органдары кетет. Куйругу аркылуу фагдын башында жайгашкан ДНК микроорганизмдердин клеткасына өтөт.

Азыркы кезде бактериофагдын бактерияга кириш механизми жакшы изилденген. Адатта, фаг сезгич келген бактерияга жабышат, адсорбция болот. Андан кийин фагдын башы (ДНК) бактериянын ичине өтөт, ал эми анын кабыгы сыртында калат. Фаг киргенден кийин бактерия бөлүнүүгө болгон жөндөмдүүлүгүн жоготуп, кыймылдабай калат. Бактерия клеткасынын зат алмашуусу фагдын ДНКсына баш ийип, ал өзүнүн заттарын өндүрбөстөн, бактериофагдыкын өндүрүп калат, б.а. клеткада фагдардын бөлүкчөлөрү интенсивдүү түрдө пайда боло баштайт. Аягында, бактерия клеткасынын клетка кабыгы эрип, андан жетилген бактериофагдар чыгат. Бир бактерия клеткасы бир нече жүздөгөн жана миңдеген бактериофагдар үчүн булак катары кызмат кылат.

Бактерияларды эритип бузууга вируленттик касиетке ээ болгон гана фаг жөндөмдүү.

Ар бир белгилүү гана түрдөгү же жакын түрдөгү микроорганизмдердин тобун жабыркатып буза тургандыгын белгилей кетүү керек. Демек алардын таасири тиешелүү, атайын бир түрдөгү же жакын түрдөгү организмге гана багытталат.

Ар кандай микроорганизмдерди жабыркатып, эритүүчү көп сандаган фагдар изилденген. Pseudomonas, Bacillus, Rhizobium, Streptococcus, Staphylococcus уруусундагы бактерияларды, Streptomyces уруусундагы актиномицеттерди, Mycobacterium уруусундагы микобактерияларды эритип бузуучу фагдар белгилүү.

МИКРООРГАНИЗМДЕРДИН ГЕНЕТИКАСЫ

Микроорганизмдердин тукум куугучтук факторлору

Көптөгөн муундарга чейин организмдин өзгөчөлүктөрүнүн жана кызматтык касиеттеринин сакталышы, б.а. белгилердин туруктуулугу тукум куугучтук деп аталат. Белгилердин берилишин жана тукум куугучтуктун закон ченемдүүлүгүн окуп үйрөнүү биология илиминин бир тармагы-генетиканын негизин түзөт.

Тукум куугучтуктун механизмин таанып билүүгө мүмкүндүк берген биринчи маалыматтар XVII – кылымда сперма жана жумуртка клеткаларынын ачылышы менен байланыштуу болгон. Ушул клеткалардын (гаметалардын) татаал түзүлүштөгү организмдердин жыныстык жашоо циклиндеги ролу акырындык менен изилденип келип, ата-энелик касиеттердин кийинки муундарга сперма жана жумуртка клеткалары алып жүргөн "физикалык заттардын" жардамы менен бериле тургандыгы ачык көрүнө баштады. Андан ары жүргүзүлгөн байкоолор ушул генетикалык факторлордун өсүмдүктөрдүн жана жаныбарлардын гаметаларынын ядролорунда кармала тургандыгын көрсөттү.

Азыркы кезде, эукариот клеткаларынын ядросу.жана прокариот клеткаларынын нуклеоиди генетикалык материалдын жайгашкан жери экендиги далилденген. Генетикалык материал молекулалык массасы 2,9 х 10^9 атомдук бирдикке жана узундугу 1100-1400 мкм барабар болгон ДНК менен берилген. Бактериялардын ДНК молекулалары мономерлерден – нуклеотиддерден турган полимерлердин – полинуклеотиддердин узун жуп чынжырлары түрүндө болот. Ар бир мононуклеотид 4 азоттук негиздердин (аденин, гуанин, цитозин, тимин) бирөөнөн жана бир молекула пентоза кантынан жана фосфор кислотасынан турат. ДНК молекуласы эки комплементардык (дал келүүчү) жипчелерден түзүлөт, алар биригип жуп спиралды пайда кылат. Биригүү учурунда бир жиптин аденини экинчи жиптин тимини менен бир жуп-

та жайгашат, ал эми гуанин цитозин менен байланышат. ДНК молекуласындагы азоттук негиздердин ырааттуулугу белоктордун синтези үчүн керек болгон информацияны кармап турат. Бактерия клеткасындагы ДНК шакек түрүндө жабылган жип формасында болот. Ушул жип бактериялык хромосома деп аталат. Хромосома өз алдынча гендерден (ДНК молекулаларынын фрагменттери) турат. Ушул гендер клеткага мүнөздүү, тийиштүү болгон бардык белгилер жөнүндөгү информацияны кармап жүрөт. ГЕН-микроорганизмдин тукум куугучтук касиеттерин аныктоочу негизги фактор. Ар бир тукум куугучтук белги тийиштүү гендер менен көзөмөлдөнөт. Гендердин жыйындысы микроорганизмдердин геномун түзөт. Микроорганизмдердин ар бир белгилүү касиеттери ферменттер менен айкалыша тургандыгын генетикалык изилдөөлөр көрсөттү. Бул "бир ген – бир фермент" деген теорияга негиз түздү, ал теория болсо ар бир ген атайын ферменттин пайда болушун аныктай тургандыгын далилдейт. Демек ар бир ген тийиштүү фермент менен катализденүүчү бир химиялык реакцияны көзөмөлдөйт. Микроорганизмдер тарабынан синтезделүүчү ферменттер (же структуралык белоктор) жөнүндөгү кабарды алып жүрүүчү гендер структуралык гендер деп аталат. Структуралык гендерди транскрипциясын (көчүрмөсү) жөнгө салуучу (регулятордук) гендер башкарып турат.

Микроорганизмдерде генетикалык материал жалаң гана хромосомаларда кармалбастан, хромосомалардын сыртындагы түзүлүштөр – **плазмиддерде** дагы кармалат, алар же өз алдынча цитоплазмада жайгашат, же хромосома менен байланышкан абалда болот. Плазмиддер жабык же ачык шакекче түрүндөгү ДНК молекулаларынан турат.

Генетикалык информацияны өзгөртүүчү механизмдер

Тукум куугучтук информация бир муундардан экинчисине ар бир клетканын нуклеоиддеринде кармалган көп сандаган гендер менен берилет. Гендеги кармалган информация көчүрүлөт жана белгилүү бир ферменттик белокту синтездүү үчүн пайдаланылат. Ушул ферменттик белоктун болушу микроорганизмдеги белгилүү белгинин көрүнүшү үчүн химиялык негизди түзөт. Ошентип аягында, микроорганизмдердин тукум куугучтук бардык белгилери биохимиялык процесстин акыркы продуктылары болуп

эсептелет, ошондой эле бул физиологиялык жана морфологиялык белгилерине дагы тийиштүү.

Бир ген микроорганизмдин клеткасынын бир же бир нече белгилерин көзөмөлдөшү мүмкүн. Башка учурларда бир нече гендер биригип бир эле белгинин көрүнүшүн көзөмөлдөшү мүмкүн. Бактерия хромосомасында бардык гендер түз сызык ырааттуулугунда жайгашкан. Белгилүү белгилердин гендери хромосомалардын тийиштүү жерлеринде – локустарда жайгашкан. Бактериялар – гаплоиддер: аларда гендердин жалгыз жыйындысы бар.

Микроорганизмдин клеткасы ээлеген гендердин толук жыйындысы ушул микроорганизмдин генотибин түзөт. Тукумга берилүүчү морфологиялык белгилердин жана физиологиялык процесстердин сырткы көрүнүшү фенотип деп аталат. Генотиби боюнча окшош болгон микроорганизмдер фенотиптери, б.а. тукум куугучтук белгилердин көрүнүш ыкмалары, жолдору боюнча айырмаланышы мүмкүн. Микроорганизмдердин ортосундагы генотиптери боюнча бирдей, фенотиптери боюнча айырмачылыктар **модификациялар** деп аталат. Ошентип, генетикалык негиздин сырткы чөйрө менен болгон өз ара катнашы ар кандай фенотиптердин пайда болушунун себеби болушу мүмкүн, жада калса генотиптери өтө жакын болгон учурда. Бирок, ошондой болсо да фенотиптик айырмачылыктардын кеңири аралыкта өзгөрүлүп турушу генотип менен көзөмөлдөнүп турат.

Эреже катарында, модификациялар сырткы чөйрөнүн атайын факторлору өздөрүнүн таасирин токтотмоюнча болуп турат, алар кийинки муундарга өтпөйт жана тукумга берилбейт. Мисалы, шапалактары бар бактерияларга фенол таасир эткенде шапалактарынын өсүп өнүгүшүнө тосколдук көрсөтөт. Бирок фенол таасир этип шапалагы жок муундарды фенолсуз чөйрөдө өстүргөндө, аларда кайрадан нормадагы түзүлүштүү шапалактар өсүп чыгат.

Иш жүзүндө микроорганизимдердин бардык морфологиялык жана физиологиялык белгилери түз же кыйыр түрүндө ДНКда сакталган генетикалык информация менен көзөмөлдөнө тургандыгы далилденген.

ДНК кармап жүргөн информация туруктуу же өзгөрүүсүз эмес. Эгерде бир муундан кийинки муундарга берилүүчү информация өзгөрүлүүгө жөндөмдүү болбосо, анда микроорганизмдер үчүн зыян көрсөтмөк, түрдүн жоголушуна алып келмек. Демек, муундардан муундарга берилүүчү маалымат таптакыр эле туруктуу эмес, бул түрдүн жашоо жөндөмдүүлүгүнө пайда көрсөтөт.

Генотиптин өзгөрүлүшү мутация (лат. тилинен mutare – өзгөрүлтүү) деп аталып, алар кокусунан келип чыгышы мүмкүн. Мындай мутациялар клеткадагы тукумчулук маалыматты кармап турган гендердин кескин түрдөгү өзгөрүүлөрүн чакырат. Эреже катары, ДНКнын репликациясында пайда болгон кээ бир каталар ар түркүн, көп сандагы белгилерди камтыган информациянын өзгөрүлүшүнө алып келбейт. Бирок организмдерде кийинки муундарда кескин өзгөрүлгөн тукум куугучтукту пайда кылууга түрткү берген башка механизмдер өрчүгөн. Бул механимздердин маңызы – генотиптери боюнча ар түрдүү, бирок жакын тууганчылыктагы организмдерде тиешелүү гендердин бат эле аралаша түшүшү (рекомбинация) жана бири-бири менен биригишинде жатат. Генетикалык рекомбинация жүрүп жатканда реципиент (генетикалык материалды кабыл алуучу) катары кызмат кылган бир микробдук клетканын хромосомасына, донор (генетикалык материалды берүүчү) микроорганизмдердин хромосомасынын келип катарга тизилиши.

Гендердин рекомбинациясы микроорганизмдерде төмөнкүдөй схемада берилген:

донор а б в г д е ж з
реципиент А Б В Г Д Е Ж З
рекомбинант АБ вгд ЕЖЗ

Азыркы мезгилде микроорганизмдерде белгилердин донордон реципиентке өтүшүнүн үч тиби белгилүү: трансформация, коньюгация же трансдукция.

МУТАЦИЯЛАР

Мутациялар – гендердин күтүлбөгөн жерден, секирик сыяктуу кескин өзгөрүлүшү. Гендердин мутацияга учуроосунда, аларды чакырган факторлордун таасири токтогондо деле тукумга берилүүчү жана сакталуучу өзгөрүүлөр пайда болот. Көбүнчө, эгерде ДНК химиялык жактан өзгөрүлгөндө же бир нуклеотид түшүп калса, же нуклеотид ашыкча болуп калганда ушундай өзгөрүүлөр жүрөт. Мында гендеги нуклеотиддердин ырааттуулугу өзгөрүлөт, жана өзгөрүлгөн маалыматтын пайда болушуна түрткү берет, ошентип, өзгөрүлгөн белоктун жана ага ылайык организмдин өзгөрүлгөн белгисин пайда кылат.

ДНКнын биринчилик структурасындагы өзгөрүүлөрдүн мүнөзүнө жана өзгөрүлгөн гендердин санына жараша гендик же хромосомалык мутациялар болуп бөлүнөт. *Гендик мутациялар* көбүнчө бир генди камтыйт, *хромосомалык* бир нече гендерге таралат. Бир гана нуклеотиддин химиялык өзгөрүлүшү менен пайда болгон мутация *чекиттик* деп аталат. Чекиттик мутациялар бир нече класстарга бөлүнөт, алар бири-биринен ДНКдагы пайда болгон өзгөрүүлөрдүн мүнөзү боюнча айырмаланат.

Транзиция деп аталган мутацияларда ДНКнын бир чынжырынын пурини экинчи чынжырдын пурини менен алмашылат, ал эми пиримидини башка чынжырдын пиримидини менен алмашат. Эгерде өзгөрүүлөрдүн негизин пуриндин пиримидинге алмашуусу түзсө, анда *трансверсия* деп аталат. Чекиттик мутацияларга, ошондой эле ашыкча нуклеотиддин кыстарылап калышы дагы кирет.

Хромосомалык мутация ДНКнын өз алдынча бөлүктөрүндө ири өзгөрүштөрдүн пайда болушуна байланыштуу. Алар аз же көп сандагы нуклеотиддердин кемип-түшүп (делеция) калышынын натыйжасында же ДНК бөлүгүнүн 180^0 бурулуусу (инверсия) же ДНКнын бир фрагментинин кайталап калышынын (дупликация) негизинде көрүнөт.

Өзгөргүчтүктүн өзгөчө бир формасы болуп (анын негизинде мутациялар жатат) бактериялардын диссоциациясы эсептелет. Диссоциация (ажыроо) бактериянын таза культурасын азык чөйрөсүнө себүүдө эки типтеги колониялардын пайда болушу менен мүнөздөлөт. 1 тиби – R колониялары (анг. Rough – бодуракай) четтери тегиз эмес, бети бүдүр, экинчи тиби – S колониялары (анг. Smooth – жылмакай) тегерек формада, жылма беттүү.

Диссоциация процессинде бактерия колонияларынын морфологиясы гана өзгөрбөстөн, физиологиялык – биохимиялык жана башка касиеттери дагы өзгөрүлөт. Жасалма, химиялык же физикалык агенттер менен чакырылган, көзөмөлдөөгө баш ийген мутациялар индуциялык (чакырылган) мутациялар деп аталат. 1-жолу рентген нурларынын жардамы менен чакырылган ачыткыч козу карындардын мутанттары 1925-жылы Г.А.Надсон жана Г.С.Филиппов тарабынан алынган.

Мутацияны пайда кылган фактор белгисиз болгон учурларда мутация спонтандык болуп эсептелет. Мутацияны ар түрдүү мутагендер чакырышы мүмкүн: а) химиялык заттар: алкилдеш-

тирүүчү кошулмалар (этил жана метилметансульфонат, диметил жана диэтил сульфат), этиленимин, иприттин азоттук жана күкүрттүк аналогдору, хромдун жана мышьяктын кошулмалары, уретан, креозат, деготь, минералдык майлар, жыныстык гармондор, бактерия жана өсүү заттары, өсүмдүк ауксиндери. б) радиация – рентген, ультра-көгүлтүр, Ү – нурлары ж.б. мутагендердин тийгизген механизмдери ар түрдүү.

Азыркы күндө бактериялар менен жүргүзүлгөн изилдөөлөр көрсөткөндөй, алардын клеткасында өзгөчө бир атайын системалар бар, булар ДНКдагы пайда болгон бузулууларды кайра калыбына келтиришет. Бузулган ДНКнын кайрадан калыбына келиши (репарация) ферменттердин жардамы менен ишке ашат, алар болсо атайын гендердин көзөмөлдөөсүнүн астында иштейт. Бактерия клеткалары нурлануудан, ошондой эле химиялык заттардан пайда болгон ДНКнын бузулуусун калыбына келтирүүгө жөндөмдүү.

ГЕНЕТИКАЛЫК РЕКОМБИНАЦИЯЛАР

Эукариоттордогу генетикалык рекомбинациялар – бул жыныстык процесстин негизинде жаңы белгилерге ээ болгон жекече организмдердин пайда болушу. Жаңы организм бир нече гендерди ата-эненин биреөнөн жана дагы бир нечесин башкасынан алат, ошентип ата-энелерден генетикалык жактан айырмаланышат. Рекомбинация процессинин натыйжасында тукум куугучтук өзгөрүүлөрдүн саны жогорулайт, аларга тандоо таасир көрсөтөт.

Прокариоттордо генетикалык комбинация парасексуалдык деп аталган процесске кирет. Ушул организмде үч процесс белгилүү, алардын жардамы менен ар түрдүү ата-энелерден алынган генетикалык материал рекомбинацияга учурайт. Бул трансформация, коньюгация жана трансдукция. Бирок, бул процесстердин биринде дагы клеткалардын же нуклеотиддердин толугу менен кошулушу жүрбөйт. Генетикалык материалдын бөлүгү гана клетка – донордон клетка – реципиентке өтөт. Ошентип, реципиент диплоиддик болуп калат, себеби анын генетикалык материалынын бөлүгү донордун генетика материалы менен толукталат.

Гендердин берилишинен түзүлгөн ушундай толук эмес зигота мерозигота деп аталат.Анын ичиндеги реципиент клеткасынын

генетикалык материалы эндогендик деп, ал эми донордон берилген генетикалык фрагмент экзогендик деп аталат. Адатта эндогендик жана экзогендик бөлүктөрү кошулат жана берилип бүткөндөн кийин тез эле сегментациялары(бөлүктөрү) менен алмашат.

Трансформация – гендердин бири-бирине берилүү процесси, мында клеткалардын табигый эрип бузулушунун негизинде же жанчып эзилтүү жолу менен алынган донор – клетканын ДНКсынын бир бөлүгү туугандык жакындыгы бар реципиент – бактерия клеткасына киргизилет. Натыйжада реципиенттин ДНКсына донордун хромосомасынын ДНКнын фрагменттери киргизилет, бул бактерия – реципиенттин белгилеринин өзгөрүшүнө алып келет.

Трансформация процессин бир нече стадияларга бөлүүгө болот: 1 – клетканын үстүнкү бети менен ДНКнын тийиши, 2 – ДНКнын клеткага кириши, 3 – көчүрүлө турган ДНКнын реципиенттин ылайык келүүчү фрагменти менен кошулушу. Акыркы тепкичи – хромосомага киргизилген жаңы информациянын репликациясы.

Лабораториялык шарттарда трансформация төмөндөгүдөй жүрөт. Бактериялардын белгилүү штаммынын ДНКсын бөлүп алып, тазалап, башка штаммдын клеткалары менен аралаштырып (биринчи штаммдан бир же бир нече тукум куугучтук касиеттери менен айрмаланган), тажрыйбадагы микроорганизмдин культурасын өстүрүүгө калтырылат. Алынган муундардын ичинде ДНКсы алынып чыгарылган штаммдан кээ бир касиеттери сакталган аз сандагы клеткаларды табууга болот.

Өтө сейрек учурларда, кээ бир бактерия клеткалары трансформациянын негизинде бир нече жаңы касиетке ээ болушат. Эгерде донор микробдун культурасы генетикалык жактан реципиент – микробдун клеткасына жакын (тууган) болгон учурда гана көп сандагы белгилер ДНК аркылуу берилиши байкалат.

Көчүрүлгөн ДНКнын жардамы менен төмөнкү белгилер – капсула пайда болуу, клеткага зарыл заттардын синтези, ферменттик активдүүлүк, уулуу заттарга, антибиотиктерге ж.б. дарыларга туруктуулук берилет. Трансформация көпчүлүк бактерияларда, көбүнчө Bacillus, Rhizobium, Streptococcus уруусунун өкүлдөрүндө байкалат.

Коньюгация – жакындашкан ата-энелик клеткалардын атайын коньюгативдик көпүрөчөлөр аркылуу биригүү, кошулуу про-

цесси. Көпүрөлөр аркылуу генетикалык материалдарынын алмашуусу жүрөт. Коньюгация процесси ар түрдүү бактерияларда (Escherichia, Shigella, Salmonella, Pseudomonas), көбүнчө Escherichia coli де жакшы изилденген.

Клетканын донор болуу мүмкүнчүлүгү атайын жыныстык – F фактору (анг. тил. Ferticity – тукумдуулук) менен аныкталат, ал болсо коньюгация учурунда бир бактерия клеткасынан экинчисине өтөт. Бул клеткалар F^+ клеткалары деп аталышат. F – фактору жок бактериялар генетикалык материалды кабыл алуучулар болуп эсептелет жана F^- менен белгиленет. F жыныстык фактор коньюгациялык плазмиддердин катарына кирет жана мол,массасы $64x10^6$ а.е.м. болгон ДНКнын туюк молекуласы катары берилет. F – плазмид клетканын үстүңкү бетинде бир же бир нече жыныстык фимбриялардын (F – pili) пайда болушун камсыз кылат жана клетка-донордун клетка-реципиент менен кошулушуна мүмкүнчүлүк берет. Ошондой эле алар хромосомадан көз карандысыз ДНК өзүнүн репликациясын жүргүзүүгө жана генетикалык материалды өткөрүүнү камсыз кылуучу продуктылардын пайда болушуна көмөк көрсөтөт. F – плазмиди цитоплазмада өз алдынча, хромосоманын сыртында жайгашкан. Бирок ал бактериялык хромосоманын составына киргендиктен Hfr – штамм (High freuguency of recombination- рекомбинациянын жогорку жыштыгы) пайда болот. Качан Hfr – штаммын F^- – бактериялары менен аралыштырганда, эреже катары, F фактор берилбейт, ал эми бактериянын хромосомадагы гендери жогорку жыштыкта берилет. Процесстин башталышында F^+ – клетка-донорлору же Hfr клетка-реципиенттери менен биригет (донорлордогу F–pili нин болушуна байланыштуу). Натыйжада клеткалардын ортосунда коньюгациялык көпүрө пайда болот жана ал аркылуу клетка-донордон клетка-реципиентке генетикалык материал же F – плазмиддери же хромосомалар өтөт. Адатта, коньюгация убагында ДНК – донордун бир гана чынжыры берилет, ал эми экинчи чынжыр (комплементардык) реципиенттин клеткасына дал келип курулат. Эреже катары генетикалык материалдын өтүшү хромосоманын бир учунан башталат жана анын калган башка бөлүктөрүн өткөрүү менен улантылат.

Суюк чөйрөдө кармалган микроорганизмдерди силкилдетип аралаштырууга дуушар кылуу менен коньюгацияга катышкан түгөйлөрдү ажыратып, генетикалык материалдын өтүшүнө тоскоолдук келтирүүгө болот. Мындай учурда эркек клеткалардын

кээ бир гана касиеттери ургаачы клеткага өтүп, кийинки муунда көрүнүшү мүмкүн. Эртедир-кечтир, касиеттердин өтүшү көпчүлүк кошулуучу түгөйлөрдө, ошондой эле аларды жасалма жол менен бөлүп ажыратканда да токтолот. Себеби коньюгациялык көпүрө бекем эмес жана бат бузулат. Бирок клеткалардын жашоо жөндөмдүүлүгүнө таасир көрсөтпөйт.

Ошентип, коньгациянын натыйжасында реципиент клеткасы F^- мерозиготага айланат, ал болсо тынымсыз өзүнөн өзү жүргөн генетикалык материалдын өтүшүнө байланыштуу F^+ донордун хромосомасынын бөлүгүн гана, өзүнүн хромосомасына кошумча түрүндө кармап жүрөт. Кроссинговер процессинин натыйжасында (хромосомалардын кайчылашы, мында гендер орундары менен алмашат) генетикалык материалдардын жаңы комбинациясы пайда болот. Алмашууга дуушар болгон генетикалык материалдын орун алуусуна жараша кийинки муунда ар кандай типтеги рекомбинаттар пайда болушу мүмкүн.

Трансдукция – генетикалык материалдын бир бактерия клеткасынан экинчисине бактериофагдын жардамы менен өтүү процесси. Башкача айтканда, фаг мында клетка-донордун ДНКнын бир бөлүгүн клетка-реципиентке ташуу менен гаметалардын ролун ойнойт. Трансдукция орточо фагдардын катышуусу менен жүрөт.

Трансдукциянын үч негизги типтери белгилүү: жалпы (атайын эмес), бир жердеги (атайын) жана абортивдик. Жалпы трансдукцияда ДНКнын ар түркүн бөлүкчөлөрүнүн бактерия донорлордон бактерия-реципиентке фагдардын жардамы менен өтүшү. Мында фаг ташып алып келген донордун ДНКсынын бөлүгү клетка-реципиенттин окшош жерине келип кирүүгө жөндөмдүү – кайчылашып айкалуу (рекомбинация) жолу менен жүрөт.

Атайын трансдукция фагдардын бактерия-донорлордон бактерия-реципиентке жалаң гана белгилүү гендерди өткөрүп ташуу жөндөмдүүлүгү менен мүнөздөлөт. Бул трансдукцияга катышуучу фагдардын ДНКнын клетка-донордун хромосомасында жайгашкан белгилүү гана гендер менен кошулушунун натыйжасында жүрөт. Ар бир фагдын бөлүкчөсү бир гана бактерия генди, же бир нече жакын жайгашкан гендерди ташып алып өтөт деп эсептешет.

Абортивдик трансдукция убагында фагдын жардамы менен алынып келинген клетка-донордун хромосома-

сынын бөлүгү клетка-реципиенттин хромосомасына кирбейт, өз алдынча цитоплазмада жайгашат жана ушундай түрүндө кызмат кыла берет. Клетка реципиенттин бөлүнүү процессинде донордун ДНКнын берилүүчү фрагменти кыз клеткаларынын экөөнүн бирөө менен гана берилиши мүмкүн, б.а. бир түз сызыктуу тукумга берилет, ошондуктан кийинки муундарда жоголот.

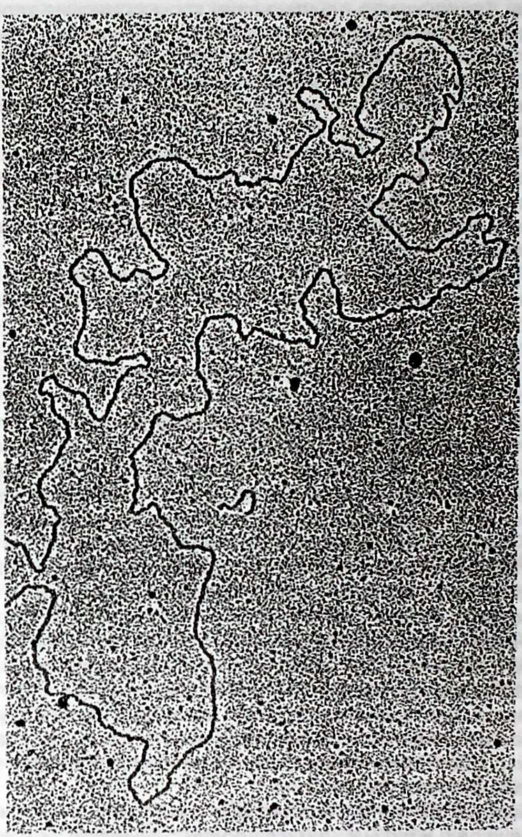
Трансдукция жүрүп жатканда бактериялардын азык заттарды пайдалануу өзгөчөлүктөрүн, алардын дары заттарга болгон туруктуулугун, ферменттик активдүүлүгүн, кыймылдоо аппаратын ж.б. касиеттерин көзөмөлдөөчү гендердин ташылып өтүшү мүмкүн.

Трансдукциянын жардамы менен белгилердин өтүшү Bacillus, Pseudomonas, Salmonella, Escherichia урууларынын өкүлдөрүндө табылган.

БАКТЕРИЯЛАРДЫН ПЛАЗМИДДЕРИ

П л а з м и д д е р – хромосомалардын сыртындагы тукум куугучтук детерминанттар, б.а. ар кандай молекулалык массадагы ДНКнын хромосомага көз карандысыз эки чынжырдуу шакекче сыяктуу молекулалары (35-сүрөт). Алар репликондук касиетке ээ, көз карандысыз репликацияга жөндөмдүү. Плазмиддер – бактериянын жашоо тиричилигинде зарыл, сөзсүз түрдөгү генетикалык материал болуп саналбайт. Ошону менен бирге плазмиддер бактериялардын өтө эле маанилүү касиеттерин аныкташы мүмкүн, мисалы, генетикалык материалды коньюгация мезгилинде F^{+} донор клеткаларынан F- реципиент клеткаларына берүүгө жөндөмдүү, антибиотиктерге, сульфаниламиддик препараттарга туруктуулукту (R – плазмиддер) камсыз кылат; уулуу заттардын синтезделишине (Ent – плазмида) жөндөмдүү; фимбрияларды пайда кылуу жөндөмдүүлүгү, алардын жардамы менен ичеги бактериялары ичегинин эпителий клеткаларына жабышуу мүмкүнчүлүгүнө ээ болот.

Бардык белгилүү плазмиддер к о н ь ю г а ц и я л ы к жана к о н ь ю г а ц и я л ы к э м е с болуп бөлүнүшөт. К о н ь ю г а ц и я л ы к плазмиддер коньюгация убагында ДНКны клетка-донордон клетка-реципиентке өткөрүп ташыйт. К о н ь ю г а ц и я л ы к эмес плазмиддер бир клеткадан экинчисине ташууну жүргүзүү жөндөмдүүлүгүнө ээ эмес. Коньюгациялык плазмиддердин молекулалык массасы 26 дан 75×10^{6} – түзсө, коньюгация-



35-сүрөт. Бактерия плазмидинин электрондук микроскоптон алынган сүрөтү (x84000) *(Р.М.Атлас боюнча)*

лык эместердин массасы – $10x10^6$ а.е.м. Кээ бир плазмиддер, мисалы, F – плазмиддер бактерия клеткасында эки абалда тиричилик кылууга жөндөмдүү: хромосомаларга көз карандысыз, өз алдынча жана хромосома менен бирдикте. Башка плазмиддер болсо, белгилүү бир гана шарттарда бактерия хромосомуна кошулушу мүмкүн. Эгерде коньюгациялык плазмида бактерия хромосомуна бириккен болсо, анда Hfr клеткалары пайда болот, алар хромосоманын генетикалык материалын коньюгация мезгилинде клетка-реципиентке өткөрүп берүү жөндөмдүүлүгүнө ээ.

Кадимки абалда бири-бирине жакын, туугандык плазмиддер бир бактерия клеткасында чогуу жашай алышпайт. Ушул туура келбестик, "дал келбестик" деп аталган кубулуш плазмиддерди классификациялоодогу негизги белгилердин бири болуп калды.

Бактерия клеткасынын бөлүнүшүндө, плазмиддер, эреже катары кыз клеткаларынын ортосунда тең, бирдей болуп бөлүнөт. Бактериялардын жашоо циклинде плазмиддердин тукумдан тукумга берилиши плазмиддик ДНКнын жарым консервативдик репликациясы менен коштолот.

Плазмиддер бактерияларда кеңири таралгандыгы далилденген. Ээсинин организминдеги жана айлана чөйрөдө бактериялардын тиричиликке жөндөмдүүлүгүн көрсөтүүчү факторлор катары эсептелет.

МИКРООРГАНИЗМДЕР ГЕНЕТИКАСЫНЫН ЖЕТИШКЕНДИКТЕРИН ПРАКТИКАДА ПАЙДАЛАНУУ ЖАНА МИКРОБИОЛОГИЯДАГЫ ГЕНДИК ИНЖЕНЕРИЯ

Генетиканын өнүгүшү, тукумга берилген өзгөрүүлөргө ээ болгон микроорганизмдердин формаларын алуу ыкмаларын ачуу,- жакшыртуу менен, микроорганизмдерди айыл чарбасында жана өнөр жай өндүрүшүндө, ошондой эле медицинада пайдалануу мүмкүнчүлүктөрү кеңейди. Ушул ыкмалардын ичинен негизгиси болуп ар түрдүү мутагендердин (нурлантуу, химиялык заттар менен) таасири астында, жаратылышта кезигүүчү микроорганизмдердин мутанттарын алуу саналат. Ушул ыкманын жардамы менен 10 жана 100 эсе көп сандагы баалуу продуктыларды (антибиотиктерди, ферменттерди, витаминдерди, аминкислоталарын) берүүчү мутанттарды түзүүгө болот.

Жогорку продукциялуу микроорганизмдердин штаммын алуу процесси көп баскычтардан турат. Микроорганизмдердин культурасына ар түрдүү мутагендик факторлорду таасир этүү менен, продукциялуулугу жогору штаммдарды тандап алуу жүргүзүлөт. Ушул мутанттык штаммга андан ары мутагендик факторлор таасир этилип жана түшүмдүүлүгү андан да жогору мутанттар тандалат. Көбүнчө миңдеген пайдасы жок мутанттардан бир гана жогорку продукциялуу штамм тандалып алынат. Акыркы жылдары микроорганизмдерди радиациялык жана химиялык ыкмалар менен мутагенезге учуратып, антибиотиктерди, ферменттерди, витаминдерди, баалуу тамак аминкислоталарды, өсүү заттарын, ж.б. бөлүп чыгаруучу көп сандагы өнөр жай штаммдары алынууда.

Тукум куугучтуктун табиятын кайрадан өзгөртүп түзүүнүн келечеги өзгөчө кең, ал гендик инженериянын өнүгүшүнө жол ачат. Бул молекулалык генетиканын бир бөлүгү, ал керек болгон информацияны алып жүргөн жаңы генетикалык структураларды түзүүнү жана аларды прокариот, эукариот клеткаларына өткөрүү ыкмаларын иштеп чыгат.

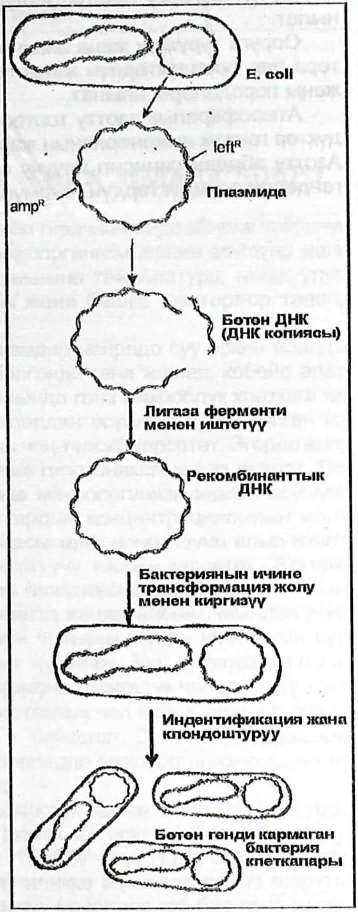
Гендик инженерия ыкмасы менен алынган жаңы генетикалык молекулалар эки компонентти – вектор (ташып өткөрүүчү) жана клондоштурууга даярдалган өгөй ДНКны камтыган рекомбинанттык (кайчылашкан) ДНКлар түрүндө болот. Мисалы, ташып жүрүүчү репликондун касиеттерине ээ болушу керек жана жаңыдан түзүлгөн кайчылаштырылган ДНКнын өзүнөн өзү экиге көбөйүшүн камсыз кылыш керек. Ошондуктан вектор катарында плазмиддер, фагдар жана жаныбарлардын вирустары сыяктуу репликондор колдонулат. Бардык ташуучулар туюк жабылган структурадагы ДНКга ээ болушат. Клондоштурулуучу ДНК бул керек болгон заттардын пайда болушун көзөмөлдөөчү зарыл болгон генди (же гендерди) кармап жүрүүчү ДНК фрагменти (бөлүгү).

ДНКнын рекомбинанттык молекуласын алуучу ар кандай ыкмалар бар. Алардын ичинен өтө эле жөнөкөйү керек болгон генди кармап жүрүүчү ДНКны рекстриктаза ферменттеринин таасири астында бөлүп алуу.ДНК молекулаларын бир гана белгилүү жерден ажыратуу менен бири-бирине дал келүүчү бир жиптүү жабышкыч учтарды (аяктарды) пайда кылуу ыкмасы. Рекстрикция эндонуклезанын жардамы менен ДНК молекуласын бөлүкчөлөргө

кесүү бул рекомбинанттык ДНКны алуунун **1-чи баскычы. Экинчи баскычы** алынган сызыктык ДНК молекулаларын полинуклеотидлигаза ферменти менен жууп иштетүү, ал болсо ар түрдүү келген эки молекулаларды бир кайчылашкан ДНКга тигет. **Үчүнчү баскычында** рекомбинациялык молекулаларды тигил же бул бактериялардын клеткаларына трансформация ыкмасы менен салып киргизүү. Төртүнчү баскычында трансформацияга учураган клеткаларды клондоштуруу жүргүзүлөт (36-сүрөт).

Азыркы мезгилде гендик инженерия ыкмалары менен ичеги таякчасынын клеткаларында интерферон, инсулин, адамдын өсүү гормону ж.б. өтө баалуу заттардын пайда болушу үчүн керек болгон информацияны кармап жүрүүчү рекомбинациялык ДНК молекулалары алынган. Жада калса, гендик инженерия ыкмасы менен өзүнүн оору козгогуч жөндөмдүүлүгүн жоготкон бактерияларды түзүү менен иммунитетти иштеп чыгууга болот.

Өнөр жайларда гендик инженериянын жардамы менен белокторду, ферменттерди, витаминдерди, антибиотиктерди, өстүрүү заттарды



36-сүрөт. Рекомбинанттык плазмиданы түзүү жана генди клондоштуруу процессинин схемасы. *(Р.М. Атлас боюнча)*

алуу үчүн жогорку продукциялуу микроорганизмдер пайдаланылат.

Ооруга туруктуу жана айыл чарбасы үчүн пайдалуу касиеттери бар өсүмдүктөрдүн жаңы сорттору жана жаныбарлардын жаңы породалары алынат.

Атмосфералык азотту топтоо касиеттерине ээ болгон өсүмдүктөр генжик инженериянын жардамы менен түзүлүшү мүмкүн. Азотту абадан сиңирип алуучу микроорганизмдерден алынган гендерди өсүмдүктөрдүн геномуна киргизүү менен алынат.

МИКРООРГАНИЗМДЕР ЖАНА АЙЛАНА ЧӨЙРӨ

Микроорганизмдердин жашоо тиричилигинде айлана чөйрөнүн шарттары чоң мааниге ээ. Микроорганизмдердин өсүшүнө жана алардын жаратылышта таралышына температура, нымдуулук, кычкылтектин болушу, жарык жана башка факторлор таасир көрсөтөт.

Нымдуулук. Микроорганизмдер чөйрөдө суу эркин абалда, негизинен тамчы түрүндөгү болгондо гана жашап, көбөйө алат. Азык заттар сууда эриген абалында гана микробдук клеткага кириши мүмкүн. Микроорганизмдердин өсүшүнө сууда эриген кошулмалардын концентрациясы чоң таасир көрсөтөт. Эгерде алар аз санда кармалса, анда эритме гипотоникалык деп аталат. Оптималдык концентрацияда гана микроорганизмдердин өсүшүнө жакшы шарттар түзүлөт. Заттардын концентрациясынын жогорулашы чөйрөдөгү осмостук басымдын чоңоюшуна алып келет. Ал организмдин өсүшүнө токтотуучу таасир көрсөтөт. Жогорку осмостук басымдуу эритмелер гипертониялык деп аталат. Мындай эритмелерде микробдук клетка жашай албайт. Мындай учурда, клетканын сыртына суунун чыгышы менен клетканын суусузданышы жүрөт, протопласт чүрүшөт. Бул кубулуш п л а з м о л и з деп аталат. Ал эми төмөнкү осмостук чөйрөдө суу клетканын ичине кире баштайт, клеткалык чел кабык керилип, жарылат. Мында п л а з м о п т и з байкалат. Ошентип, өтө жогорку жана төмөнкү басымдуу эритмелерде микроорганизмдердин тиричилик өткөрүшү кыйындайт.

Грам оң бактерияларда осмостук басым $3x10^6$ Па, грам терстерде $4 \times 10^5 - 85 \times 10^5$ Па. Демек жогорку осмостук басымдуу эритмелерде $9 \times 10^6 - 10^7$ Па (15-20% – түү NaCl) бактерия клеткалары үчүн жагымсыз, тиричиликке мүмкүнчүлүксүз шарттар түзүлөт. Бирок жогорку басымдуу чөйрөлөр кээ бир гана микроорганизмдердин өсүшү үчүн тоскоолдук көрсөтпөйт. Мындай микроорганизмдер о с м о ф и л д и к же болбосо басымды "жакты-

руучулар" деп аталат. Мисалы, көпчүлүк Aspergillus жана Penicillum урууларына кирген көк дат козу карындар араң эле нымдалган субстраттарда өсүшү мүмкүн. Алардын клеткасындагы басым $2x10^5 - 2,5x10^5$ Па га жетет. Кээ бир учурларда ачыткыч козу карындар балды ажыратып бузат, демек алар 70-80%түү кантты бар чөйрөдө өсөт.

Өтө концентарциялуу тузда (NaCl) гана жашаган организмдер бар. Алар г а л о ф и л д и к же жогорку концентрациядагы туздуу чөйрөнү сүйүүчүлөр (лат. тилинен Halo – туз) деп аталат. Алар негизинен эки типте болот: орточо галофилдер 1-2%түү тузу бар эритмелерде өрчүйт; эң күчтүү галофилдик бактериялар (Halobacterium жана Halococcus уруусундагылар) өрчүшүндө 12-15%-түү тузга муктаж болот жана ошондой эле NaClдун каныккан 32%-түү туздуу эритмесинде жакшы өрчүп өсүүгө жөндөмдүү.

Суунун жетишсиздигинин же кургакчылыктын тирүү организмдерге тийгизген таасири козу карындарда, бактерияларда, балырларда талдап изилдөө жүргүзүлгөн. Көпчүлүк микроорганизмдердин кургакчылыкка чыдамдуу экендиги далилденген. Топурактагы микробиоценоздордун ичинен кургакчылыкка өтө чыдамдуулары козу карындар. Козу карындардын суунун жетишсиздигине чыдамдуулугу жана суу запастары аз учурда деле тиричилик өткөрүшү жаратылыштагы заттардын тынымсыз айлануусун бир калыпта кармап турат.

Ар түрдүү бактериялардын кургакчылыкка чыдамдуулугу бирдей эмес. Мисалы, кургак топуракка киргизилген Pseudomonas тирүү клеткалары бир ай өткөндөн кийин 100 эсеге азайат. Ал эми Azotobacter кургак топуракта тирүү абалында 10 жылга чейин сакталат. Суунун жетишсиздиги тескерисинче топурактагы актиномицеттердин проценттик санынын жогорулашына алып келет. Бул козу карындарга жана бактерияларга салыштырмалуу алардан чыдамдуулугун айгинелейт.

Демек, микроорганизмдердин тирүү калуу жөндөмдүүлүгү, алардын чыдамдуу формаларынын топуракта болушуна байланыштуу болот. Мисалы, Pseudomonas вегетативдик клеткалары суунун жетишсиздигине өтө сезгич, ал эми азотобактер цисталары жана актиномицеттердин споралары бир кыйла туруктуу.

Суу азыктарынын төмөндөшү топурактагы маанилүү процесстердин – нитрификациянын жана симбиоздук азот топтоонун басаңдашына алып келет. Ошондуктан кургакчылыктын айыл чарба өсүмдүктөрүнө тийгизген таасирин баалоодо, суунун же-

тишсиздигинин топурак микроорганизмдерине жана алар ишке ашырган процесстерге тийгизген таасирин баалабай кетүүгө болбойт.

Нымдуулук жетишпегенде микроорганизмдер көбөйбөйт. Көптөгөн бир катар кургатылган азык прдуктыларында (балык, эт, мөмө ж.б.) тирүү организмдер болсо дагы, алар өсүп өнүгө алышпайт. Кургатылган продуктыларды нымдаганда микроорганизмдердин көбөйүшү башталып, көбүнчө тамак – азыктарынын бузулушуна алып келет.

Микроорганизмдерди терең абасыз мейкиндикте (вакуумда) кургатуу, аларды тирүү абалында көптөгөн жылдар бою сакталышын камсыз кылат, себеби кургатылган организмдердин клеткаларында биологиялык процесстер кескин түрдө акырындайт. Азыркы кезде вакуум шарттарында (атайын составдагы чөйрөлөрдө) бат кургатуу ыкмасы өндүрүштүк жана музейдик микроорганизмдердин культурасын сактоодо кеңири колдонулат. Жогорку басым астында тоңдурулган абалында (–76^{0}С) кургатуу жолу менен микроорганизмдердин кургак культурасын алуу методдору бар. Бул процесс л и о ф и л и з а ц и я деп аталат. Бактериялардын гана споралары эмес, башка микроорганизмдердин дагы споралары кургатууну жакшы көтөрөт.

Температура. Микроорганизмдерде температураны көзөмөлдөп, башкарып туруучу атайын механизмдери жок болгондуктан, алардын тиричилиги айлана чөйрөнүн температурасы менен аныкталат. Бардык тирүү организмдер сыяктуу эле, алар үчүн дагы өзүнүн төмөнкү (минималдык) жана жогорку (максималдык) температуралар менен чектелген белгилүү температуралык аралыгы болот.

Эгерде айлана чөйрөнүн температурасы 0^{0}Сден төмөн түшүп кетсе анда микроорганизмдердин тиричилиги токтойт, көпчүлүктөрү болсо 40^{0}Сден жогорку температурада жашай алышпайт, бирок ошондой болсо да кээ бирлери 70-75^0, жада калса 105^{0}Сде деле көбөйөт.

Микроорганизмдер температурага болгон сезгичтигине жараша бир катар топторго бөлүнүшү мүмкүн (таблица 1).

П с и х р о ф и л д е р (грек, тил. психрос – суук) "суукту сүйүүчү" организмдер. Психрофилдерге кээ бир топурак жана деңиз бактериялары, ошондой эле суу өсүмдүктөрүнүн жана балыктардын оорусун чакырган микроорганизмдер кирет. Көпчүлүк психрофилдер жылуу температураларда (20-22^{0}С) деле жакшы

көбөйөт. Бирок алар 0°С дан төмөнкү температураларда жай,акырындык менен өсүшү мүмкүн, мындай микроорганизмдер факультативдүү (чала) психрофилдер деп аталат. Ушул топтун башка микроорганизмдери төмөнкү температурада (0° С жана андан төмөнкү) тиричилик өткөрүүгө ыңгайланган, +25°С ден жогорку температурада алар өлүмгө учурайт. Алар үчүн температуралык оптимум 5° менен 15°Сдин ортосун түзөт. Мындай микроорганизмдер облигаттык (чыныгы) психрофилдерге кирет.

Психрофилдердин арасында бактериялар жана козу карындар да бар. Психрофилдер негизинен жер шарынын температуралык режими туруктуу болгон суук райондордо кездешет.

Таблица 1

Топ	Температура, С		
	минимум	оптимум	максимум
Облигаттык психрофилдер	0 жана төмөн	5-15	20-22
Факультативдик	0	25-30	30-35
Мезофилдер	10-15	30-45	35-47
Термофилдер	40-45	55-75	60-80

М е з о ф и л д е р (грек тил. мезос – ортосунда, арасында) температуралык оптимуму 30-45°, ал эми минимуму 10-15°С. Көпчүлүк микроорганизмдер, алардын ичинен оору козгогучтары ушул топко кирет. Адам жана жылуу кандуу жаныбарлар үчүн патогендүү микробдор 37°Сга жакын оптимумга ээ.

Т е р м о ф и л д е р (грек тил. термо – жылуу) – жылуулукту сүйүүчү микроорганизмдер, алар жогорку температуралык зоналарда өнүгүшөт. Минимуму 30-40°С, оптимуму 55-75°С. Облигаттык термофилдер 37°Сдан төмөнкү температураларда өспөйт, бирок факультативдери 30-35°С өсүүгө жөндөмдүү.

Кээ бир спора пайда кылбоочу бактериялардын температурасы 40 дан 93°С ысык булактарда тиричилик өткөрүүгө жөндөмдүүлүгү, ушул организмдерди жаңы өзүнчө топко экстремалдык – термофилдик бактерияларга бөлүүгө негиз берди.

Термофилдердин жогорку температурада жашоо мүмкүнчүлүгү клеткалык мембранада өзгөчө бир липиддик компоненттик составдын болушу, ошондой эле белоктордун жана ферменттердин, клеткалык ультраструктуралардын жогорку температурага болгон чыдамдуулугу менен шартталат.

Жаратылышта термофилдик микроорганизмдер ысык булактарда жашайт жана кыктын, чөптүн, дандын өзүнөн өзү ысып, күйүп кетүү процессине түздөн түз катышат.

Бактериялардын, актиномицеттердин, балырлардын, жөнөкөйлөрдүн термофилдмк формалары бар.

Микроорганизмдер төмөнкү температурада (–190°С суюк аба же –252°С суюк суутек),тоңгон абалда тирүү бойдон калат, кайра ушул абалдан эритип алганда, өсүү жөндөмдүүдүлүгү сакталат. Ал эми, бирок жогорку температуранын таасиринде тез эле өлөт.

60°Сден жогорку температуралар психрофилдик жана мезофилдик микроорганизмдерде белоктун коюлушуна жана ферменттердин активсиз абалга келишине алып келет. Адатта, 60-70°С температурада бул организмдердин вегетативдик клеткалары өлүмгө учурайт. Бактериялардын споралары бир нече саат бою кайнатылган суунун температурасына чыдамдуу болот.

Температураны 100-120° чейин ысытуу микробиологияда микроорганизмдердин вегетативдик формаларын жана алардын спораларын толугу менен жок кылуу үчүн колдонулат. Бул ар кандай нерселерди стерилдөө (лат. тилинен sterilis – тукумсуз кылуу) үчүн эң ыңгайлуу жана ишенимдүү ыкма болуп эсептелет. Жогорку температура менен стерилдөөнүн бир нече жолу бар. Кургак ысык аптап менен 60°Сде 2 саат бою стерилдөө жана автоклавда 120°С температурада 15-20 мин буу менен стерилдөө көп колдонулат.

Чөйрөнүн кычкылдуулугу. Микроорганизмдер жашаган чөйрөнүн реакциясы, аларга чоң таасир көрсөтөт. Бул микроорганизмдердин өсүшү жана көбөйүшүндөгү эң маанилүү факторлордун бири, себеби ал ар кандай заттардын жана органикалык эмес иондордун жеткиликтүүлүгүн аныктайт.

Эсиңерге түшүрүп кетели, чөйрөнүн активдүү реакциясы суутек иондорунун кызматы, алардын активдүүлүгү жана концентрациясы болуп эсептелет. Чөйрөнүн кычкылдуулугу pH белгиси менен туюнтулат. pHтын мааниси 0 дон 14 кө чейинки аралыкта жатат жана тескери белгиси менен алынган суутек иондорунун концентрациясынын ондук логарифмасы болуп эсептелет. Кычкыл чөйрөлөрдүн мааниси 0-6 чегинде, жегичтуу чөйрө 8-14, нейтралдык чөйрө pH- 7,07ге туура келет.

Көпчүлүк миероорганизмдер үчүн pHтын оптималдык мааниси 7ге жакын. Өтө кычкыл же өтө щелочтуу чөйрө көбүнчө бактерия үчүн уулу болуп саналат. pH 1ге барабар болгон чөйрөдө кээ

бир бактериялар жана козу карындар, рН 11де кээ бир балырлар, козу карындар жана бактериялар тиричилик өткөрөт. Бактериялар негизинен рН 4төн төмөн болгондо өсүүгө жөндөмдүү эмес. Көпчүлүк бактериялар рН 9дан жогору болгондо жакшы өсүп өрчүйт.

Жегич чөйрөдө (рН 10 жана андан жогору) жакшы өрчүп өнүгүүчү бактериялар дагы бар. Мындай организмдер а л к о л о ф и л д е р деп аталат. Ошондой эле, өтө кычкыл чөйрөдө өсүп, өрчүүгө ыңгайлашкан микроорганизмдер дагы табылган, булар а ц и д о ф и л д е р деп аталат. Алар өсүп өнүгүү үчүн сөзсүз түрдө рНтын (3 жана андан) төмөнкү маанилерине муктаж болот.

Кээ бир микроорганизмдер (мисалы, май кычкыл, сүт кычкыл ачуу ж.б.) зат алмашуу процесстеринде ушунчалык көп кислота бөлүп чыгарат, бул өсүүнүн токтолушуна, жада калса кээ бир учурларда алардын өлүмүнө алып келет.

РН - тын экстремалдык (эң эле ыңгайсыз) маанилеринде өсүүчү микроорганизмдер да белгилүү. Мисалы,Thiobacillus thiooxidans ацидофилдер, алар рН 0,9-4,5 маанилеринде өсүп, өрчүшү мүмкүн.

Козу карындар жана ачыткыч козу карындар рНтын төмөнкү маанилеринде (рН 2-3) жана жогорку маанилеринде (рН 8-10) көбөйүшү мүмкүн. Көпчүлүк козу карындар кычкыл чөйрөнү жактырат жана рН 5-6 болгондо жакшы өсөт.

Бактериялардын көпчүлүгү рН -4,5ден төмөнкү маанилеринде эч качан өспөйт, ошондой эле рНтын төмөнкү маанилерин 1 же 0,1 байкалган терс өзгөрүүлөргө учурабай эле көтөрө алат. Булар кислотага чыдамдуу микроорганизмдер. Аларга күкүрттүү суутекти жана күкүрттү кычкылдандыруучу тион бактериялары кирет.

Бактериялардын арасында жегич чөйрөгө (рН 10 жана андан жогору) туруктуу келген организмдер табылган. Буларга Bacillus pasteurii бактериясы кирет, алар мочевинаны ажыратуу менен рН – 11ге жакын маанилерде жакшы өсүшөт. Жегич чөйрөгө туруктуу келген башка бациллалар да бөлүнүп алынган.

Кээ бир микроорганизмдер өзүнүн тиричилигинде жалаң гана чөйрөнү кычкылдандырбастан, жегич продуктыларды дагы бөлүп чыгарат. Мисалы, мочевинанын жана белок заттарынын ажыроосунда чөйрөнү шелочтоочу аммиак пайда болот.

Көпчүлүк мироорганизмдерге чөйрөнүн кычкылдуулугунун

терс таасирдүүлүгү тамак-аш консервалоо иштеринде, маринаддарды, силосту, ачыган капустаны даярдоодо да колдонулат.

Кычкылтектин таасири. Көпчүлүк микроорганизмдерге кычкылтек зарыл. өзүнүн жашоо тиричилиги үчүн кычкылтекке муктаж болгон микроорганизмдер облигаттык (анык) аэробдор деп аталат. Аларга бактериялардын жана козу карындардын көп бөлүгү кирет.

Кээ бир микроорганизмдер кычкылтекти таптакыр пайдаланбайт. Булар анаэробдор. Алар эки типте болот: облигаттык анаэробдор, аларга кычкылтек уу таасир этет жана аэротолеранттык (чыдамдуу) анаэробдор булар кычкылтектин катышуусунда өлүмгө учурабайт.

Облигаттык анаэробдор үчүн кычкылтектин уулуу болушу бул организмдерде кычкылдандыруучу ферменттер – супероксиддисмутаза жана каталазанын жоктугу менен аныкталат, алар аэробдук жана аэротолеранттык анаэробдук клеткаларында кармалат дагы, организмди кычкылтектик алмашууда пайда болгон уулуу продуктылардан (H_2O_2ж.б.) коргойт. Анык (облигаттык) анаэробдук микроорганизмдерге Clostridium уруусундагы бактериялар кирет, алардын бир катар өкүлдөрү атмосфералык азотту топтоого жөндөмдүү, башкалары болсо кээ бир ооруларды (газ гангренасын) чакырат. Ошондой эле анаэробдук актиномицеттер дагы кирет.

Факультативдик анаэробдор да бар, бул микроорганизмдер зат алмашуусу анаэробдук типте болсо да кычкылтекти сезбейт. Факультативдик анаэробдук микроорганизмдер чөйрөнүн шартына жараша же кычкылдандыруу же ачуу тибиндеги зат алмашууга ээ болот. Мисалы, көпчүлүк ачыткыч козу карындар аба жетиштүү болгондо кантты көмүр кычкыл газына жана сууга чейин кычкылдандырат, ал эми аба жетишпеген анаэробдук шарттарда спирттик ачууну чакырат. Мында кант этил спиртине жана көмүр кислотасына айланат.

Факультативтик анаэробдук бактерияларга Bacillus, Seratti, Vibrio,Escherichia урууларынын өкүлдөрү жана патогендик бактериялар Salmonella, Shigella, Staphylococcus урууларынын өкүлдөрү кирет.

Жаратылышта аз сандагы кычкылтек менен канаатанган микроорганизмдер – микроаэрофилдер дагы кездешет. Алар абага караганда төмөн болгон кычкылтектин парциалдык басымында жакшы өсөт.

Гидростатикалык басым. Кадыресе басым микробдук клеткаларга анча таасир тийгизбейт.Бирок, өтө жогору гидростатикалык басым микробдордун өсүшүн токтотуп коюшу мүмкүн. Мисалы, 5.10 Па дан жогорку басымда өспөйт.

Орточо басым (1.10^7 - 5.10^7 Па) кадимки абалда микроорганизмдердин өсүшүн жана өнүгүшүн токтотот.Ошондой болсо да океан жана жер алдындагы сууларда тиричилик өткөргөн микроорганизмдер бар, алар жогорку басымда көбөйүшү мүмкүн. Ушул микроорганизмдердин көпчүлүгү кадимки атмосфералык басымда таптакыр көбөйбөйт, алар б а р о ф и л д е р деп аталат Ошондой эле б а р о т о л е р а н т т ы к микроорганизмдер дагы бар, алар кадимки атмосфералык басымда жакшы көбөйөт, бирок жогорку басымга чыдамдуу.

Азыркы мезгилде микробиологияда жаңы багыт микроорганизмдердин барологиясы пайда болду. Ал микроорганизмдердин таралышына жана терең деңиздердеги, океандагы микроорганизмдердин активдүүлүгүнө таасир көрсөткөн экологиялык фактор гидростатикалык басымды изилдейт.

Химиялык факторлор. Химиялык уу заттар бактерия клеткасына кирип, анын тигил же бул маанилүү компоненттери менен өз ара аракетке келип, бактериянын функциясын бузат. Бул организмдин өсүшүнүн токтошуна (бактериостатикалык эффект) же анын өлүмүнө (бактерициддик эффект) алып келет.

Микроорганизмдерге химиялык заттардын көрсөткөн таасири заттардын табиятына, микроорганизмдердин өзгөчөлүктөрүнө жана сырткы чөйрөнүн составы, таасир берүү убактысына жараша болот.

Химиялык кошулмалар таасир этүү мүнөзү боюнча бир нече топторго бөлүнөт:

- бети активдүү заттар – май кислоталары, самындар, детергенттер. Алар клетка бетин бузат.
- фенол, крезол жана андан алынгандар жалаң гана клетка бетин бузбастан, цитоплазманын белогуна таасир көрсөтөт.
- акириндер (дибензопиридин тибиндеги заттар) клеткалык бөлүнүү процессин бузат.
- формальдегид (40%түү формалин эритмеси)- белоктордун денатурациясын чакырат.
- оор металлдардын туздары белоктордун коагуляциясын пайда кылат, ошондуктан алар микроорганизмдердин гана эмес вирустарды да өлүмгө учуратат.

Уу заттын таасири бактерициддик же бактериостатикалык түрдө болушу, анын концентрациясына жараша болот, б.а. анын уулуулугу дозасы менен аныкталат. Кээ бир микроорганизмдер фенолго, көмүртек кычкылына, күкүрттүү суутекке чыдамдуу болушат, ошондой эле ушул заттарды азык катары пайдалануучулары да бар.

Уу кошулмалардын эритмелери медицинада, тамак өнөр жайында дезинфекция каражаттары катары, айыл чарбасында топуракты жана үрөндөрдү дезинфекция жасоодо пайдаланылат. Мындай ууландыруу көбүнчө белгилүү бир оору козгогучка багытталган болот.

Радиация (нурлануу). Жарык – фотосинтезге катышуучу жашыл жана көк-жашыл бактериялардын өсүшү үчүн эң зарыл фактор, аларда күн нурун сиңирип алып, химиялык энергияга айландыруучу атайын пигменттери болот. Көпчүлүк башка бактериялар үчүн көзгө көрүнгөн же көрүнбөгөн радиация зыяндуу да, зыянсыз да болушу мүмкүн.

Нурлануу энергиясы квант менен берилет. Энергиянын саны толкундун узундугуна жараша өзгөрүлүп турат: толкундун узундугу чоң болсо энергияны аз берет. Мисалы, толкун узундугу чоң болгон инфракызыл нурлары энергияны аз кармоосу менен мүнөздөлөт, ал эми кыска ультракызгылткөк жана рентген нурлары жогорку энергияга ээ.

Инфракызыл жарыктын кванттык толкунунун узундугу 1200нм ден көбүрөөк, энергияны аз санда кармайт, ошондуктан алар сиңирип алуучу материяда химиялык өзгөрүүлөрдү пайда кылууга жөндөмсүз жана алардын энергиясы жылуулукка айланып кетет. Абдан жакшы белгилүү болгон инфракызыл лампалардын жылуулук эффективдүүлүгү ушуну менен түшүндүрүлөт. Узундугу 200нм ге чейин жеткен ультракызгылт нурлары энергиясы сиңирип алган молекулаларда же атомдордо фотохимиялык өзгөрүүлөрдү пайда кылууга жетишерлик болот. 200нм узундуктагы жана андан аз толкунда (рентген нурлары, α – бөлүкчөлөрү, космос нурлары) кванттык энергия ушунчалык жогору болгондуктан, молекулалар ионго өтүп кетет. Радиациянын мындай түрү көбүнчө иондоштурууга кирет.

Тирүү материя нурлануу энергиясын сиңирип алууга жөндөмдүү химиялык структурасы бар көп түрдүү молекулаларды кармайт. Мындай молекулалар фотохимиялык реакцияларга дуушар болушу мүмкүн. Нуклеин кислоталары жана белоктор –

тирүү материянын эң маанилүү составдык бөлүгү – ультракызгылт нурун күчтүү сиңирүүчү структураларга ээ. Ошондуктан мында пайда болгон фотохимиялык өзгөрүүлөр, тирүү клеткалар үчүн өтө зыяндуу. Демек, ультракызгылт нуру – күчтүү бактерициддик агент. өтө күчтүү эффективдүү спектри 260нм толкун узундугуна ээ болот жана нуклеин кислоталары тарабынан сиңирилет. Эгерде ультракызгылт көк нурлануудан клетка өлүмгө учурабаса, анда мутациянын пайда болушу мүмкүн. Ультракызгылт лампалары атайын иш максаттарында абаны стерилдөөдө пайдаланылат.

Жарыктын көзгө көрүнгөн бөлүгү, кээ бир пигменттери жок микроорганизмдерге терс таасирин тийгизет. Күн нурунун таасирине дуушар болгон субстраттарда тиричилик өткөрүүчү микробдор өздөрүнүн клеткаларында каратиноид пигменттерин кармап жүрөт. Бул пигменттер ультракызгылткөк нурларга жана көзгө көрүнгөн нурланууга каршы коргоо касиетине ээ. Абада кездешкен көпчүлүк микрококктор менен сарциндердин каратиноид пигменттери болгондуктан, алар күн нурунда өлбөйт.

Иондоштуруучу радиация (рентген нурлары, α - бөлүкчөлөрү, β-нурлануусу) төмөнкү дозаларда мутагендик эффект көрсөтөт, ал эми жогорку дозасы – микроорганизмдерге леталдык таасир (өлүмгө) этет, ошондуктан ушул радиация ар кандай материалдарды, тамак продуктыларын консервациялоо иштеринде пайдаланылат.

Сырткы чөйрө факторлорунун өз ара аракеттери

Биз айлана чөйрөнүн физикалык жана химиялык факторлорунун микроорганизмдерге тийгизген таасирин карап өттүк. Бирок, чындыгында, бир эле фактордун өз алдынча таасири – өтө сейрек кубулуш. Табигый жана жасалма шарттарда микроорганизмдерге көпчүлүк факторлор бир мезгилде таасир берет. Мисалы, чөйрөнүн кычкылдуулугу температуранын леталдык натыйжасын өзгөртөт. Бактерияларды кычкыл чөйрөдө ысытканда, нейтралдык же жегич чөйрөдөгүгө караганда тез жана оңой өлүмгө учурашы мүмкүн. Рентген нурларынын леталдык натыйжасы молекулалык кычкылтектин катышуусунда өтө күчтүү жогорулайт. Микроорганизмдердин өсүү факторуна болгон муктаждыгы температуранын жогорулашы менен күчөшү мүмкүн.

Микроорганизмдердин өз ара катнаштары

Жаратылышта микроорганизмдер бири-бири менен тыгыз байланышта жашайт. Микроорганизмдердин бири-бири менен болгон өз ара катнаштары жагымдуу, же пайда алып келүүчү, же зыяндуу – антагонисттик болушу мүмкүн.

Бир катар учурларда микроорганизмдердин ортосунда ассоциативдик өз ара катнаштар байкалат.Мында чөйрөнүн компоненттерин өзгөртүү менен бир түрдөгү микроорганизмдер башка микроскоптук жандыктардын жашоо тиричилиги үчүн ыңгайлуу шарттарды түзүшү мүмкүн. Мисалы, аэробдор кычкылтекти сиңирип алуу менен анаэробдордун өнүгүшү үчүн жагымдуу абалды түзөт.

Бир түрдөгү микробдордун тиричилик продуктылары башкалары үчүн энергия булагы же азык зат катары кызмат кылат (метабиоз кубулушу). Нитриттештирүүчү бактериялар керектүү энергияны аммиактын кычкылдануусунан алат, ал эми аммиак болсо аммонийлештирүү бактерияларынын тиричилигинин натыйжасында пайда болот. Башка микробдор үчүн аммиак азоттун булагы катары кызмат кылат. Клетчатканы ажыратып бузуучу бактериялардын зат алмашуу продуктылары азот топтоочулар тарабынан пайдаланылат.

Эки ар кандай түрдөгү микроорганизмдердин узак убакыт бою биргелешип жашаган ассоциациялары бар, мында экөө тең биргелешип жашоого ыңгайланышкан. Организмдердин ортосундагы мындай өз ара катнаштар симбиоз деп аталат.

Микроорганизмдердин ортосундагы, ошондой эле микроорганизмдер менен өсүмдүктөрдүн ортосундагы симбиоздор эки категорияга бөлүнөт: эктосимбиоз жана эндосимбиоз. Экзосимбиоздо микроорганизмдер ээсинин клеткасынын сыртында, ал эми эндосимбиоздо микроорганизм ээсинин клеткасынын ичинде өрчүп, өсөт.

Ассоциацияны түзгөн ар бир организмдер бири-бирине тийгизген пайдасына жараша симбиоздун бир нече типтери бар.

Мутуалисттик симбиоз убагында, эки жак тең биргелешип жашоодон пайда табышат; мителик симбиоз учурунда бир гана организм пайда көрөт, ал эми экинчиси пайда көрбөйт, көбүнчө ар кандай деңгээлде жабыр тартат. Белгилеп кете турган нерсе, симбиоздун түрлөрү айлана чөйрөнүн өзгөрүшүнө жараша өзгөрүлөт.

Эки түгөйдүн бири-бирине көз карандылык деңгээли боюнча **факультативдик** жана **облигаттык** симбиоз болушу мүмкүн. Факультативдик симбиоздо түгөйдү түзгөн организмдерди өз алдынча бири-бирине көз карандысыз өстүрүп алууга болот. Эгерде симбионтторду өз алдынча өстүрүп алууга болбой турган болсо, анда симбиоз облигаттык деп аталат.

Мутуалисттик симбиоз боюнча бир нече мисалдарды келтирүүгө болот. Кээ бир ачыткыч козу карындардын жана козу карындардын өрчүшү же жыныстык көбөйүшү башка микроорганизмдердин катышуусу менен гана жүрөт. Мындай өз ара катнаштар микробдор – тарабынан өсүү факторлорун же ауксиндерди пайда кылуусу менен айкалышкан, бул заттар белгилүү фазадагы өрчүүнү өтүүгө керектелет. B_{12} ге муктаж болгон көпчүлүк бактериялар аларды ушул кошулмаларды синтездөөгө жөндөмдүү башка микробдордон алат. Булардан башка дагы өсүмдүктөр менен козу карындардын ортосундагы симбиоз, чанактуу өсүмдүктөр менен түймөк бактерияларынын ортосундагы симбиоз, жумурда жашоочу целлюлозаны бузуп ажыратуучу бактериялар менен жаныбарлардын ортосундагы симбиоз белгилүү.

Микроорганизмдер дүйнөсүндө мителик симбиоз кеңири таралган. Мисалы, кээ бир миксобактериялар бактерия клеткаларын эритип бузуп, анын ичиндегилери менен азыктануу жөндөмдүүлүгүнө ээ.

1963-жылы немец микробиологу Штольп Bdellobrio bacteriovorus (вибрио кан соргуч) деп аталган өтө майда бактериялардын бар экендигин ачкан, алар бактериялардын облигаттык митеси болуп эсептелет. Алгачкы ирет бул мите бактериянын клетка кабыгына жабышат, андан кийин ичине кирет, өтө тез чоңоюп, көбөйө баштайт. Качан клетканын ичиндегилери сиңирилип бүткөндөн кийин, жабыр тарткан бактериянын клетка кабыгы бузулат, вибриондор сыртка чыгат жана жаңы бактерия клеткаларын жабыркатат. Алар көбүнчө грам терс бактерияларда, негизинен псевдомоназ жана ичеги бактерияларында митечилик кылат. Bdellovibrio топуракта жана сууда кездешет .

Кээ бир бактериялар жана козу карындар микроорганизмдерди жана майда жандыктарды камап алуу үчүн атайын түзүлүштөрдү пайда кылат. Буга чалдыккан жандыктар өлөт, эритилет, бузулат, андан кийин азык катары пайдаланылат. Бир катар козу карындар башка түрдөгү козу карындардын эсебинен жашайт. Кээ бир козу карындын мицелийлерин актиномицеттер бузушат.

Жугуштуу оорулар да мителик симбиозго мисал боло алат,

мында ээси (оорулуу) акырындап алсызданып отуруп, аягында өлүмгө учурайт. Бактериялар жөнөкөйлөрдүн негизги массасына азык болуп эсептелет.

Микроорганизмдердин ортосундагы антагонизм төмөнкү себептер менен чакырылышы мүмкүн:

1) азык заттары үчүн болгон атаандаштыктан

2) кээ бир микроорганизмдер бөлүп чыгарган антибиотиктердин таасиринен

3) бир түрдөгү микроорганизмдердин башка түрдөгү микроорганизмдерди жок кылышы.

Топурактагы тигил же бул түрдөгү микрорганизмдердин сакталышы үчүн азык заттардын деңгээли чоң мааниге ээ. Мисалы, көп убакытка чейин дем берип айдалган жерлерде көпчүлүк сапрофиттер – бактериялар жоголот. Бул топуракка жаңы өсүмдүк калдыктарынын түшпөй калышынан болот. Мындай абалда кадимки сапрофиттер өлүп кыйрайт, аларды топурактын чиринди кошулмаларын пайдалануучу микроорганизмдер сүрүп чыгарат. Ушул себеп менен топуракта көпчүлүк козу карын фитомителери өлүп жок болушу мүмкүн.

Микроорганизмдердин бегилүү түрлөрү микробдук антибиотиктер тарабынан өлүмгө учурашы мүмкүн. Антибиотиктер микроорганизмдердин жашоо тиричилигинде пайда болуп микробдордун өсүшүн басып жана жада калса өлүмгө да алып келе турган химиялык заттар. Козу карындар (пеницилин, аспергиллин), актиномицеттер(стрептомицин) жана бактериялар (грамицидин С) иштеп чыгарган антибиотиктер белгилүү. Антибиотиктер медицинада, айыл чарбасында кеңири пайдаланылат.

МИКРООРГАНИЗМДЕРДИН АЗЫКТАНУУСУ

Азыктануу ыкмалары. Башка бардык тирүү жандыктар сыяктуу эле микроорганизмдер дагы азыкка муктаж. Азык заттары алардын клеткаларына сырткы чөйрөдөн кирет. Тирүү организмге кирип, жашоо тиричилиги үчүн энергия булагы же клетканын составдык бөлүктөрүн куруу үчүн материал болгон заттар азык деп аталат.

Азык заттарына болгон өзүнүн муктаждыктарын микроорганизмдер аларды же түздөн түз сиңирүү менен, же аларды алдын ала өзгөртүп, пайдаланууга ылайык абалга келтирүү менен канаатандырат. Тирүү жандыктардын азыктануусунун эки ыкмасы белгилүү – голозойлук жана голофиттик.

Г о л о з о й л у к ыкма учурунда тирүү организм тамактын катуу бөлүкчөлөрүн кармап, жутуп, ал андан ары азык сиңирүү көңдөйүндө сиңирилет. Бул азыктануунун ыкмасы жаныбарлар үчүн (жөнөкөйлүүлөрдөн баштап жогорку түзүлүштүүлөргө чейин) мүнөздүү.

Г о л о ф и т т и к ыкмада атайын жутуу, сиңирүү органдары жок тирүү жандыктар азык заттарын суу эритмесинен майда молекулалар түрүндө сиңирип алуу менен пайдаланат. Бул ыкма өсүмдүктөргө жана микроорганизмдерге мүнөздүү. Көпчүлүк органикалык кошулмалар полимер болуп эсептелет (мисалы, полисахариддер жана белоктор), алар түздөн түз клетканын зат алмашуусунда пайдаланылып, сиңирилбейт. Мындай заттар алгач жөнөкөй заттарга ажырашы керек, алар үчүн клетка кабыгы өткөргүчтүүлүккө ээ. Ири молекулалар микроорганизмдер чөйрөгө бөлүп чыгарган экзоферменттер менен ажыратылат. Мындай азыктануу клетканын сыртындагы сиңирилүү деп аталып микроорганизмдерге гана мүнөздүү.

Микроорганизмдердин клеткасына азык заттардын кириши. Суунун жана андагы эриген азык заттардын сырткы чөйрөдөн

микробдук клетканын ичине кириши жана зат алмашуу продуктыларынын чыгышы клетка кабыгы, капсула жана шилекей катмарлары аркылуу жүрөт. Капсула жана шилекей катмарлары борпоң структурага ээ болгондуктан, заттардын ташылышында маанилүү таасирди көрсөтө албашы мүмкүн, ал эми клетка кабыгы клеткага азык кошулмаларынын киришине маанилүү тоскоолдук катары кызмат кылат.

Азык заттардын клеткага кирүү процессинде активдүү роль цитоплазма мембранасына таандык. Ал клеткага келип түшүүчү азык заттарды жана кычкылтекти өткөрүүгө, ошондой эле таштанды заттарды сыртка чыгарууга жөндөмдүү, ошентип микроорганизмдин клеткасынын нормадагы жашоо тиричилигин камсыз кылат. Суунун жана андагы эриген заттардын цитоплазма аркылуу кириши – динамикалык процесс; тирүү микроб клеткасы эч качан анын мембранасы аркылуу өтүүчү чөйрө заттары менен тең салмактуулукта болбойт.

Айлана чөйрөдөн келүүчү заттардын цитоплазма мембранасы аркылуу өтүшү 4 механизмдин жардамы менен жүрүшү мүмкүн: пассивдик диффузия, жеңилдетилген диффузия, активдүү транспорт жана топтордун ташылышы.

П а с с и в д ү ү д и ф ф у з и я учурунда заттардын цитоплазма мембранасы аркылуу өтүшү мембрананын эки жак бетинде түзүлгөн концентрациянын айырмачылыгынын таасири астында жүрөт. Суудан башка дагы, кычкылтек жана кээ бир иондор гана цитоплазма мембранасы аркылуу пассивдүү диффузия жолу менен өтөт. Заттардын ушундай жол менен ташылуусунун ылдамдыгы өтө төмөн.

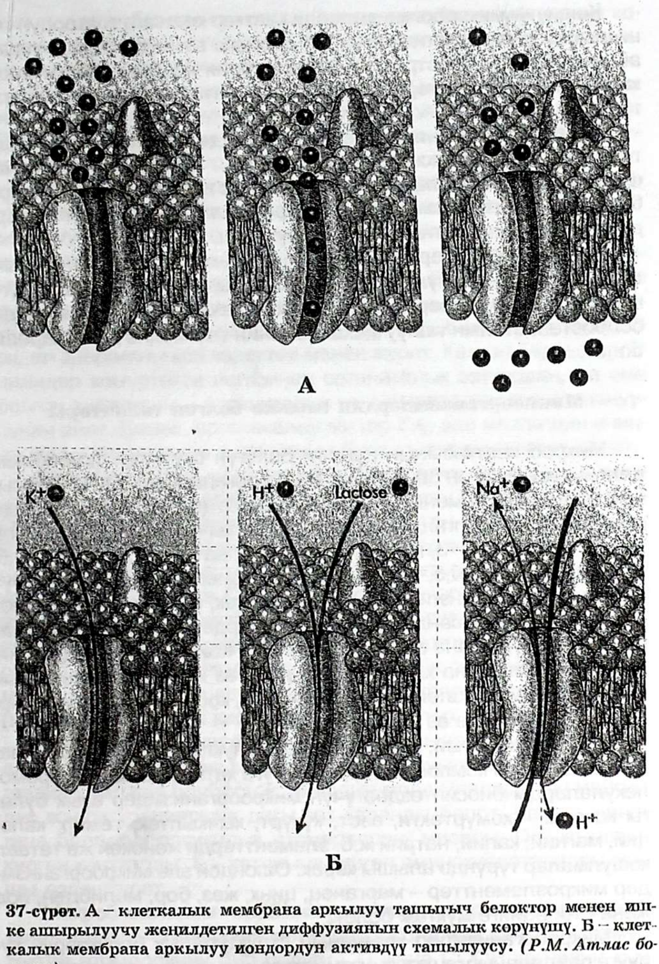
Көпчүлүк эриген заттардын мембрана аркылуу ташылып өткөрүлүшү атайын механизмдердин жардамы менен ишке ашырылат. Булар цитоплазма мембранасынын сырткы жана ички катмарларын айланып кыдырып жүрүүчү молекулалар – ташыгычтар. Ушул мембранада жайгашкан ташыгычтар, анын сырткы бетиндеги эриген заттардын молекулалары менен байланышат, аларды ички бетине ташып жеткирет, ал жерден бул заттар цитоплазмага өзгөрүүсүз түшөт. Ушундай цитоплазма мембранасы менен байланышкан ташыгыч белоктор п е р м е а з д а р деп аталат. Ташыгыч белоктор менен ишке ашырылуучу эки типтеги эриген заттардын транспорту белгилүү. 1 тиби – ж е ң и л д е т и л г е н диффузия. Мембрананын эки жагындагы кандайдыр бир заттардын концентрациясынын айырмачылыгы ушул про-

цесстин кыймылдаткыч күчү болуп эсептелет. Заттардын молекуласы ташыгыч молекула менен мембрананын сырткы бетинде кошулат жана пайда болгон комплекс мембрана аркылуу анын ички бетин көздөй таралат. Ал жерде бул комплекс диссоциацияга учурайт жана бошогон зат клетканын ичинде калат. Андан кийин ташыгыч кайрадан мембрананын сырткы бетине чыгып, ошол замат өзүнө заттардын башка молекуласын бириктирип алууга жөндөмдүү. Жеңилдетилген диффузия энергиянын сарп болушун талап кылбайт, эгерде заттардын сырткы концентрациясы ичкисинен жогору болсо жана ошентип зат, химиялык градиент боюнча "төмөн" жылат. Анын ылдамдыгы сырткы эритмедеги заттардын концентрациясына көз каранды болот. Микробдук клеткадан зат алмашуу продуктыларынан сыртка чыгышы дагы жеңилдетилген диффузия жолу боюнча жүрөт деп божомолдонот. 2-тиби – а к т и в д ү ү т а ш у у деп аталат. Мында ериген заттар микроорганизмдердин клеткасына химиялык градиент менен "жогору" жылат (же концентрациянын градиентине каршы). Көпчүлүк заттар микроорганизмдин клеткасына активдүү ташуунун натыйжасында кирет. Заттардын мындай ташылышы дем алуунун жана ачуунун негизинде алынган энергия (АТФ) га муктаж болот. (37-сүрөт)

Концентрациянын градиентине каршы заттарды ташуу мүмкүнчүлүгү көбүнчө бактерия клеткалары тарабынан ушул заттарды айлана чөйрөдөн алуу үчүн пайдаланылат, ал жерде, жаратылыш шарттарындай эле заттардын концентрациясы төмөн. Энергия булактары жок болгон убакта цитоплазманын ичинде заттардын чогулушу жүрөт.

Тиогалактозида молекулаларынын ичеги таякчасынын (Escherichia coli) цитоплазма мембранасы аркылуу ташылышы бир молекула АТФны сарп кылат. Божомолдоо менен, башка кошулмалардын активдүү ташылышы ушундай эле АТФнын сарп болушу менен байланыштуу болсо, өсүп жана көбөйүп жаткан микроорганизм клеткасына заттардын ташылышы үчүн көп сандагы энергияны пайдаланат деп эсептөөгө болот. Кээ бир учурда, активдүү ташууга микроб клеткасы тарабынан бөлүнүп чыккан бүт энергия жумшалат.

Микроорганизмдердин цитоплазма мембранасында пермеаз белокторy көп маанилүү санга жетет. Мисалы, ичеги таякчасынын бир клеткасына лактозаны ташуу үчүн кызмат кылуучу 8000 молекула пермеаздар туура келет.



37-сүрөт. А – клеткалык мембрана аркылуу ташыгыч белоктор менен ишке ашырылуучу жеңилдетилген диффузиянын схемалык көрүнүшү. Б – клеткалык мембрана аркылуу иондордун активдүү ташылуусу. ***(Р.М. Атлас боюнча)***

Көпчүлүк микроорганизмдерде канттар клеткага топтордун ташылышы менен киргизилет. Бул процесс активдүү ташылуудан айырмаланат – субстрат же зат бактерия клеткасынын ичинде химиялык жактан өзгөрүлгөн формада негизинен фосфат эфири түрүндө кирет.

Каралып жаткан процесстин кыймылдатуучу күчү болуп цитоплазма мембранасынын ичиндеги кант фосфордоштурулган фермент менен байланышат жана пайда болгон фосфат эфири бошотулуп, цитоплазмага келип кирет. Ташылып жаткан заттардын химиялык жаратылышы өзгөрүлбөйт.

Ошентип микроорганизмдердин тамакка болгон муктаждыктары белгилүү кошулмаларды ажыратып жөнөкөйлөштүрүүгө керек болгон ички ферменттердин комплексине гана көз каранды болбостон, атайын ташуу механизминин таасирине дагы жараша болот.

Микроорганизмдердин азыкка болгон талаптары

Микроб клеткасынын негизги бөлүгүн суу түзөт (клетканын жалпы массасынын 80-90%ин). Микроорганизмдердин клеткасынын составына төмөнкү элементтер кирет (кургак заттын массасынан % менен алганда): көмүртек -50, кычкылтек -20, азот -14, суутек -8, фосфор -3, күкүрт -1, калий -1, натрий -1, кальций -0,5, магний -0,5, хлор -0,5, темир -0,2, башка элементтер -0,3. Көрүнүп тургандай, кээ бир элементтер – көмүртек, кычкылтек жана азот клеткаларда көп санда кармалат. Алардан бир нече азыраак өлчөмдө күкүрт жана фосфор берилген. Калий, натрий, кальций, магний, темир жана хлор мындан дагы аз кармалат. Клетканын составында микроэлементтер (цинк, жез, кобальт, стронций, марганец ж.б.) өтө эле аз санда болот.

Клетка кабыгын, мембраналарды, нуклеоидди, цитоплазманы жана башка компоненттерди курууга кеткен негизги макромолекулаларды биосинтездөө үчүн микроорганизмдер азык булагы катары – көмүртекти, азот, күкүрт, кычкылтек, темир, кальций, магний, калий, натрий ж.б. элементтерди жөнөкөй же татаал кошулмалар түрүндө алышы керек. Ошондой эле микроорганизмдер микроэлементтер – марганец, цинк, жез, бор, молибден, иод жана стронцийге муктаж болот.

Микроорганизмдер клетканын структуралык бөлүктөрүн курууга пайдаланылган азык элементтеринен башка дагы, энергия-

нын туруктуу булагына муктаж, ал энергия болсо ар түрдүү кошулмаларды биосинтездөөгө, заттарды ташууга жана башка тиричилик процесстерине жумшалат.

Бардык азык элементтеринин ичинен көмүртек чоң мааниге ээ, ал кургак зат түрүндө микроорганизмдердин клеткаларында 50%ке жакын кармалат. Ал микроб клеткасынын бардык органикалык заттарынын составына кирет.

Ар түрдүү микроорганизмдердин көмүртек булактарына болгон муктаждыктары ар түркүн. Күн жарыгынын энергиясын пайдалануучу, фотосинтезге катышкан организмдер жана энергияны органикалык эмес заттардын кычкылдануусунан алуучу бактериялар клеткалык көмүртектин негизги булагы катары көмүр кычкыл газын – CO_2 пайдаланат. Көмүр кычкыл газынын органикалык кошулмаларга айланышы – бул калыбына келүү процесси, ал энергияны көп керектөө менен жүрөт. Калган бардык организмдер көмүртекти негизинен органикалык заттардан, ал эми болгон энергияны – органикалык кошулмалардын кычкылдануусунан алат. Демек, органикалык заттар бир эле мезгилдин ичинде көмүртектин жана энергиянын булагы катары кызмат кылат.

Көмүртек булагынын азыктык баалуулугу алардын молекулаларынын түзүлүшүнө көз каранды болот. Көпчүлүк микроорганизмдер үчүн көмүртектин кычкылданган атомдору (CHOH, CH_2OH COH) бар органикалык кошулмалар көмүртектин эң жакшы булагы болуп эсептелет. Калыбына келтирилген көмүртектүү көп заттар (CH_3 жана CH_2 радикалдар) начар сиңирилет. Метил жана метилен калдыктары бар мындай кошулмаларга газ абалындагы углеводороддор, парафиндер, жогорку май кислоталары ж.б. кирет. Таптакыр сиңирилбей турган органикалык кошулмалар – көмүртекти карбоксил – COOH формасында кармаган (мисалы, козу кулак кислотасы) бирикмелер.

Органикалык кошулмалардын эрип сиңирилиши жалаң гана алардын эригичтигине жана көмүртек атомунун кычкылдануу деңгээлине жараша болбостон, алардын молекулаларынын мейкиндик конфигурациясына дагы көз каранды болот. Клетка жалаң гана белгилүү оптикалык изомерлерди, мисалы, D – катарына кирген канттарды, L – катарына кирген аминокислоталарды жакшы өздөштүрөт.

Микроб клеткасы тарабынан сиңирилген органикалык заттар кычкылдануу – калыбына келүү процесстерине катышат. Көмүртектин атомдорунун бир бөлүгү CO жана COOH ка чейин кыч-

кылданат, башка бөлүгү $CH_3 - CH_2$ жана CH чейин калыбына келип, аминкислоталардын, пурин жана пиримидин негиздеринин, жогорку май кислоталарынын составына кирет.

Нефтини, газ абалындагы углеводороддорду, парафиндерди азык катары пайдалануучу микробдор бар. Жада калса резина, гидрон, капрон ж.б. синтездик материалдар, ошондой эле пестициддер топуракка түшкөндөн кийин микроорганизмдер тарабынан бузула баштайт. Иш жүзүндө, микроорганизмдер тарабынан өздөштүрүлбөй турган органикалык кошулмалар жокко эсе.

Микроорганизмдер а з о т т у к азыктануунун булактарына муктаж, алар аминкислоталардын, пуриндердин, пиримидиндердин, нуклеин кислоталарынын пайда болушунда материал катары кызмат кылат жана амин (NH_2) жана имин (NH) топторунун составына кирет. Көпчүлүк микроорганизмдер үчүн азоттун эң эле жеткиликтүү булагы болуп аммоний иондору (NH_4^+) жана аммиак(NH_3) болуп эсептелет. Алар микроорганизмдердин клеткасына бат кирет жана имин, амин топторуна айланат.

Органикалык кислоталардын аммоний туздары минералдык аммоний туздарына салыштырганда азык катары жагымдуу келет. Минералдык туздар физиологиялык жактан кычкыл болуп эсептелет – NH_3 пайдаланганда чөйрөдө минералдык аниондор (SO_4^{2-} HPO_4^{2-} Cl^-) чогулат дагы, рНтын өтө төмөндөп кетишине алып келет.

Тескерисинче, азот кислотасынын туздары физиологиялык кычкылдуулукка ээ эмес, микробдор тарабынан пайдаланып бүткөндөн кийин металлдын иондору (K^+, M^{2+}, Na^+) калып калат, алар чөйрөнүн жегичтүү болушун камсыз кылат.

Бардык эле микроорганизмдер азоттун кычкылданган кошулмаларын калыбына келтирүүгө жана нитраттар же нитриттер менен азыктанууга жөндөмдүү эмес.

Абанын молекулалык азотту өздөштүрүүгө жана андан өзүнө керек клетка компоненттерин курууга жөндөмдүү микроорганизмдер бар. Азоттун минералдык булактары менен катар эле, көпчүлүк микроорганизмдер азоттун органикалык кошулмаларын пайдаланышы мүмкүн, алар бир мезгилде көмүртектин булагы кызмат кылат. Азоттун органикалык булактарынын өздөштүрүлүшү алардан NH_3түн бошошу жана микроб клеткасы тарабынан анын сиңирилиши менен жүрөт.

К ү к ү р т, азот сыяктуу эле клетка материалынын эң маанилүү компоненти, негизинен ал калыбына келтирилген форма-

да – сульфид тобу түрүндө кездешет. Жашыл өсүмдүктөр күкүрттү кычкылданган формада – сульфаттар түрүндө пайдаланат.

Көпчүлүк микроорганизмдер сульфаттарды азык зат катары пайдаланат, бирок биосинтез үчүн калыбына келтирилген күкүрттү талап кылган бактериялар дагы бар. Ушундай организмдер үчүн күкүрт булагы катары органикалык сульфиддер, тиосульфаттар жана күкүртү бар органикалык кошулмалар кызмат кылат.

Ф о с ф о р клетканын бир катар өтө маанилүү органикалык кошулмаларынын составына (нуклеин кислоталарынын, фосфолипиддердин, коферменттердин ж.б.) кирет. Фосфордун бир катар органикалык кошулмалары (АТФ, АДФ) тирүү организмде энергиянын жыйнагычы катары пайдаланылат, кычкылдануу процесстеринин жүрүшүндө бошотулат. Азоттон жана күкүрттөн айырмаланып, фосфор органикалык заттардын составында жалаң гана кычкылданган абалда (H_3PO_4) кездешет. Ал эч качан көмүртек менен түздөн түз кошулбайт, кычкылтектик – О – көпүрөчө менен эфирдик байланыш тибинде гана кошулат. Фосфор микроорганизмдердин клеткасына фосфор кислотасынын молекуласы түрүндө кирет жана ушул эле өзгөрүлбөгөн формасында ар түркүн биохимиялык айланууларга катышат. Фосфордун эң жакшы булагы – ортофосфор кислоталарынын туздары.

К а л и й микроорганизмдердин нормадагы жашоо тиричилигине зарыл элемент. Ал углеводдук алмашууда жана клетка заттарынын синтезинде маанилүү ролду ойнойт.

М а г н и й жашыл, күкүрт жана көк жашыл бактерияларда бактериохлорофиллдердин, цианобактерияларда хлорофиллдин составына кирет, ошондой эле бир катар ферменттерде активатор (күчөткүч) катары кызмат кылат. Магний клеткада негизинен иондук абалда же туруктуу эмес органикалык кошулмалардын составында жайгашат. Калийдин жана магнийдин булактары болуп алардын туздары эсептелет.

К а л ь ц и й кээ бир бактериялардын (мисалы, Azotobacter, Clostridium pasteirianum) өсүшү үчүн зарыл. Кальцийдин булагы болуп анын сууда эриген туздары эсептелет эсептелет.

Т е м и р микроорганизмдер тарабынан аз санда керектелсе да, табылгыс азык элементи болуп эсептелет. Темир коферменттин, өзгөчө гемин тобунун составына кирет. Бул ферменттер (ге-

мин ферменти, цитохромдор) микроорганизмдердин дем алуусунда катышат.

Микроорганизмдер микроэлементтерди аз пайдаланышса да алар, өзгөчө мааниге ээ. Микроэлементтерсиз тиричиликке өтө маанилүү болгон кызматтарды аткаруу мүмкүн эмес, себеби алар тирүү организмдердин зат алмашуусуна катышат же ферменттердин составына кирет. Мисалы, жез дем алуу процессинде кычкылтекти ташуучунун ролун аткарган порфириндердин, ал эми молибден болсо азотту атмосферадан топтоп алуу процессине катышкан нитрогенеза ферментинин составына кирет.

Негизги азык заттарынан башка, бардык эле топтогу микроорганизмдер аз санда болсо да, өсүү факторлоруна муктаж. Аларга витаминдер жана витамин сымал заттар, пуриндер же пиримидиндер, аминкислоталары ж.б. кошулмалар кирет.

Азыктануу типтери

Микроорганизмдер азыктануу типтери боюнча энергия жана көмүртек булагына жараша бир нече топторго бөлүнөт.

Күн жарыгынын энергиясын пайдаланган микроорганизмдер – ф о т о т р о ф т о р, ал эми энергия материалы катары ар түрдүү органикалык жана органикалык заттарды пайдалангандар – х е м о т р о ф т о р болуп бөлүнөт. Микроорганизмдер айлана чөйрөдөн көмүртекти кайсы формада алышы боюнча эки топко: а в т о т р о ф т у к микроорганизмдер (өзүнө өзү азык камдоочулар) көмүртектин жалгыз булагы катары көмүр кислотасын пайдаланат, андан өзүнө керек кошулмаларды синтездеп алат. Г е т е р о т р о ф т у к микроорганизмдер (башкалардын эсебинен азыктануучу) көмүртекти татаал калыбына келтирилген органикалык кошулмалар түрүндө алат.

Демек, энергияны жана көмүртекти алуу жолдору боюнча микроорганизмдер фотоавтотрофторго, фотогетеротрофторго, хемоавтотрофторго жана хемогетеротрофторго бөлүнүшү мүмкүн. Өз кезегинде, ушул топтордун ар бири кычкылдануучу субстраттын табиятына жараша органотрофторго – энергия булагы катары органикалык заттарды пайдалануучуларга жана литотрофторго (грек тилинен литос – таш) энергияны органикалык эмес заттардын кычкылдануусунун эсебинен алат. Ошондуктан микроорганизмдер тарабынан пайдаланылган энергия булагына жана электрондордун донoруна жараша фотоорганотрофтор, фотолитот-

рофтор, хемоорганотрофтор жана хемолитотрофтор болуп бөлүүгө болот. Ошентип, азыктанууну мүмкүн болушунча 8 типке бөлүүгө болот (2-таблица).

2-таблица

Микроорганизмдердин азыктануу типтери

Энергия булагы	Кычкылдануучу субстрат (суутек донору)	Көмүртек булагы	
		органикалык кошулмалар	көмүр кислотасы
Жарык	Органикалык кошулмалар Органикалык эмес кошулмалар	Фотоорганогетеротрофия Фотолитогетеротрофия	Фотоорганоавтотрофия Фотолитоавтотрофия
Органикалык кошулмалар	Органикалык кошулмалар	Хемоорганогетеротрофия	Хемоорганоавтотрофия
Органикалык эмес кошулмалар	Органикалык эмес кошулмалар	Хемолитогетеротрофия	Хемолитоавтотрофия

Азыктануунун кеңири таралган типтерине кыскача токтолуп өтөбүз.

Фототрофия – күндүн жарыгын энергия булагы катары пайдалануу.

1.Фотолитоавтотрофия – көмүр кычкыл газынан жана органикалык эмес кошулмалардан (H_2O, H_2S, S) заттарды синтездеп алууда күн энергиясын пайдалануучу б.а. фотосинтез жүргүзүүчү микроорганизмдерге мүнөздүү болгон азыктануу тиби. Бул топко цианобактериялары, көгүлтүр күкүрт бактериялары жана жашыл күкүрт бактериялары кирет.

2.Фотоорганогетеротрофия – энергия алууда, фотосинтезден башка дагы жөнөкөй органикалык кошулмаларды пайдалануучу микроорганизмдерге мүнөздүү тиби. Бул топко көгүлтүр күкүрт эмес бктериялар кирет. Бул бактериялар a жана b бактериохлорофилдерди жана ар түрдүү каратиноиддерди кармап жүрөт. Алар күкүрттүү суутекти (H_2S) кычкылдандырууга жана күкүрт топтоого же сыртка чыгарууга жөндөмсүз.

Хемотрофия – органикалык жана органикалык эмес кошулмалар энергия булагы болуп эсептелет.

1.Хемолитоавтотрофия -энергияны органикалык эмес кошулмалар (H_2, NH_4^+, NO_2^-, Fe_2^+, H_2S, S0, SO_3^{2-}, $S_2O_3^{2-}$) кычкылданганда алуучу азыктануунун микроорганизмдерге мүнөздүү тиби.

Бул процесс х е м о с и н т е з деп аталат. Хемолитотрофтор клетканын бардык компоненттерин синтездөө үчүн керек болгон көмүртекти көмүр кислотасынан алат.

Микроорганизмдердеги (темир бактериялары жана нитриттештирүүчү бактериялар) хемосинтез кубулушу белгилүү орус микробиологу С.Н.Виноградский тарабынан 1887-1890-жылдары ачылган.

Хемолитоавтотрофияны нитриттештирүүчү бактериялар (аммиакты же нитриттерди кычкылдандыруучу), күкүрт бактериялары (күкүрттүү суутекти, элементтик күкүрттү жана кээ бир жөнөкөй күкүрттүн органикалык эмес кошулмаларын кычкылдандыруучу), суутекти сууга чейин кычкылдандыруучу бактериялар, эквиваленттүү темирдин кошулмаларын кычкылдандырууга жөндөмдүү темир бактериялары ишке ашырат.

1.Хемоорганогетеротрофия -керек энергияны жана көмүртекти органикалык кошулмалардан алуучу микроорганизмдерге мүнөздүү азыктануунун тиби. Буга көпчүлүк топуракта жана башка субстраттарда жашоочу аэробдук жана анаэробдук микроорганизмдер кирет.

Хемоорганогетеротрофторго өлгөн органикалык материалдардын эсебинен жашаган сапрофиттер жана тирүү организмдердин ткандарында өөрчүп өнүгүүчү мителер кирет. Ошондой эле клетканын ичинде гана өсүп өнүгүүгө ыңгайлашкан, клетканын сыртында өсүп өнүгө албаган мителер – риккетсиялар дагы кездешет.

Белгилүү азыктануунун типтеринин ичинен тиричилик дүйнөсүндө эки тиби – фотолитоавтотрофия жана хемолитоорганогетеротрофия кеңири тараган. Биринчиси жогорку өсүмдүктөр, балырлар жана бир катар бактерияларга, экинчиси жаныбарлар, козу карындар жана көпчүлүк микроорганизмдерге мүнөздүү. Калгандары өзгөчө бир шартта тиричилик өткөрүүчү кээ бир топтогу бактерияларга таандык.

Көптөгөн микроорганизмдер үчүн азыктануунун бир тибинин башка типке өтүү жөндөмдүүлүгү аныкталган. Мисалы, тиешелүү шарттарда (O_2, углевод же органикалык кислота бар чөйрөдө) суутекти кычкылдандыруучу бактериялар хемолитоавтотрофиядан хемоорганогетеротрофияга өтүүгө жөндөмдүү. Ошондуктан алар факултативдик (чала) хемолитоавтотрофтор деп аталат. Атайын органикалык эмес донор жок шарттарда өсүп өнүгүүгө жөндөмсүз микроорганизмдер облигаттык (чыныгы) хемолитоавтотрофтор деп аталат.

МИКРООРГАНИЗМДЕРДИН МЕТАБОЛИЗМИ – ЗАТ АЛМАШУУСУ

Катаболизм жана биосинтез жөнүндөгү түшүнүк. Микроорганизм клеткасына кирген азык зат көптөгөн химиялык реакцияларга катышат. Ушул реакциялар, ошондой эле микроорганизмдердин жашоо аракетиндеги бардык химиялык кубулуштар метаболизм (зат алмашуу) деген жалпы ат менен аталат. Зат алмашуу жашоодогу негизги эки процесс – катаболизмди жана биосинтезди камтыйт.

Катаболизм (энергия алмашуу) – азык заттар-углеводдор, майлар жана белоктордун ажыроо процесси, ал кычкылдануу реакциясынын эсебинен жүрөт, натыйжада энергия бөлүнүп чыгат. Микроорганизмдерде катаболизмдин эки негизги формасы – аэробдук дем алуу жана ачуу бар. Аэробдук дем алууда органикалык заттар толугу менен ажырап, бузулат, көп сандаган энергия бөлүнүп чыгып, энергиясы аз акыркы продуктылар (CO_2 жана H_2O) пайда болот. Ачуу – органикалык заттардын толук эмес бузулушу бир аз энергия бөлүп чыгат жана энергияга бай акыркы продуктылардын (этил спирти, сүт, май кислоталары) чогулат. Органикалык заттардын катаболизминдеги бошогон эркин энергия аденозинтрифосфат формасында (АТФ) чогулат.

Биосинтез (конструкциялык зат алмашуу) – клетканын макромолекулаларынын (нуклеин кислотасынын, белоктордун, полисахариддердин) синтезделүү процесстерин бириктирет. Биосинтез процесси эркин энергияны пайдалануу менен жүрөт, ал эми энергия болсо аэробдук дем алуу же ачуу процессинин негизинде иштелип чыгарылып АТФ формасында жеткирилет. Катаболизм жана биосинтез бир эле мезгилде жүрөт, алар үчүн көпчүлүк реакциялар жана аралык продуктылары жалпы болот.

Микроорганизмдердин ферменттери

Ферменттер – биологиялык катализаторлор. Алар миңдеген химиялык реакциялардын жүрүшүн тездетет, ал реакциялардын

жыйындысы микроорганизмдердин зат алмашуусун түзөт. Азыркы мезгилде 20 миңге жакын ферменттер белгилүү.

Ферменттер молекулалык массасы 10000 ден бир нече миллионго жеткен белоктор болуп эсептелет. Ферменттин аты ал таасир көрсөткөн заттын атынын аягына "аза" деген сөз кошулуп айтылат. Мисалы, целлюлаза целлюлозаны целлибиозго чейин ажыратууну тездетет, уреаза мочевинанын аммиакка жана CO_2 чейин гидролизге учурашын катализдейт. Бирок көбүнчө фермент катализдөөчү химиялык реакциянын жаратылышын көрсөткөн ат менен аталат.

Ферменттердин азыркы кездеги классификациясы алар тездетүүчү реакциялардын жаратылышын эсепке алуу менен жүргүзүлөт. Эл аралык биохимиялык бирикме тарабынан иштелип чыккан классификациянын негизинде 6 негизги класстарга бөлүнөт.

Оксидоредуктаза – бул ферменттер кычкылдануу калыбына келүү реакцияларын катализдейт. Алар энергияны биологиялык жол менен алуу процесстеринде чоң роль ойнойт. Аларга дегидрогеназа (НАД, НАДФ, ФАД), цитохром (b, c, c, a, a_3) ферменттери кирет, суутекти, кычкылтекти, электрондорду ташууга катышат.

Трансфераза – атомдук топтордун, молекулалык бөлүктөрдүн, өз алдынча болгон радикалдардын бир кошулмалардан башкаларына өтүшүн тездетет. Мисалы, ацетилтрансфераза уксус кислотасынын калдыгын CH_3CO жана май кислотасынын молекулаларын ташыйт; фосфотрансфераза же киназа фосфор кислотасынын калдыктарын – $H_2PO_3^{2-}$ ташылышын камсыз кылат. Башка көптөгөн трансферазалар (аминотрансфераза, фосфорилазалар ж.б.) белгилүү.

Гидролаза – суунун катышуусу менен жүргөн татаал кошулмалардын – белоктордун, майлардын жана углеводдордун ажыроо жана синтездөө реакцияларын тездетет. Бул класска протеолит ферменттери (же пептидогидролазалар) кирет, алар белокторго же пептиддерге таасир көрсөтөт, углеводдордун жана глюкозиддердин (β – фруктофуранозидаза, α – глюкозидаза, α жана β – амилаза, β – галактозидаза) катализдик ажыроосун ишке ашыруучу гидролазалар, татаал эфирлердин синтезин жана ажыроосун катализдөөчү эстеразалар кирет.

Лиазалар – кош байланыштарды пайда кылуу менен белгилүү химиялык топтордун субстраттан бөлүнүп чыгышын ката-

лиздөөчү ферменттер. Мисалы, пируватдекарбоксилаза пирожүзүм кислотасынан CO_2 – бөлүнүп кетишин катализдейт:

$CH_3COCOOH$ – $CH_3COH + CO_2$
пирожүзүм кислотасы уксус альдегиди

Лиазаларга ошондой эле альдолаза ферменти кирет, алты көмүртектүү фруктоза – 1,6 – дифосфат молекуласын эки, үч көмүртектүү кошулмаларга ажыратат. Альдолаза зат алмашуу процесстеринде чоң мааниге ээ.

Изомераза – органикалык кошулмаларын алардын изомерлерине айлануу процессин тездетет. Изомерлешүү убагында атомдордун, атомдук топтордун, ар түркүн радикалдардын молекуланын ичинде орун алмашып жылышы жүрөт. Углеводдор жана алардан алынган кошулмалар органикалык кислоталар, аминкислоталары изомерленет. Ушул топтогу ферменттер бир катар метаболизм процесстеринде чоң роль ойнойт.

Лигазалар – жөнөкөй заттан татаал органикалык кошулмалардын синтезделишен катализдейт. Мисалы, аспарагинсинтетаза аспарагин кислотасынан жана аммиактан аденозин трифосфат кислотасынын (АТФ) катышуусу менен аспарагин амиддин синтезделишин ишке ашырат.

Аспарагин кислотасы + NH_3 + АТФ – аспарагин амид + АДФ + $+H_3PO_4$

Лигазалар тобуна ошондой эле CO_2 нын ар кандай органикалык кислоталарга кошулушун катализдөөчү карбоксилазалар да кирет. Мисалы, пируваткарбоксилаза пирожүзүм кислотасынан CO_2 жана козу кулак уксус кислотасынын синтезделишин катализдейт.

Ферменттер түзүлүшүнө жараша эки чоң класска бөлүнөт: жөнөкөй белоктор жана татаал белоктор. 1-класска гидролиздик ферменттер кирет, экинчисине кычкылдануу функциясын жүргүзгөн жана ар түрдүү химиялык топтордун ташылуу реакцияларына катышкан көп сандаган ферменттер кирет. Экинчи класстын ферменттери а п о ф е р м е н т деп аталган белоктун бөлүгүнөн башка дагы, ферменттин активдүүлүгүн аныктаган белок эмес топтогу кофакторго ээ. Бул бөлүктөр өз алдынча турганда (белоктук жана белоктук эмес) ферменттик активдүүлүккө ээ эмес. Алар бири-бирине кошулгандан кийин гана ферменттерге тиешелүү касиеттерге ээ болушат. Апофермент менен кофактордун бирикмеси х о л о ф е р м е н т деп аталат.

Металлдын иондору (Fe, Cu, Co, Zn, Mo ж.б.) же коферменттер деп аталган татаал органикалык кошулмалар кофактор болушу мүмкүн. Коферменттер кадимки шартта электрондорду, атомдорду, топторду аралык ташуучу болуп эсептелет, алар ферменттик реакциянын натыйжасында бир кошулмадан башкага жылат. Кээ бир коферменттер ферменттин белогу менен бекем байланышып, ферменттин простеттик тобу деп аталат. Көпчүлүк коферменттер В тобундагы витаминдерге окшош келет же алардан алынгандар болуп эсептелет.

Коферменттерге дегидрогеназ, алардын активдүү топтору никотинамидадениндинуклеотид (НАД) же никотинамидадениннуклеотидфосфат (НАДФ) кирет. Бул ферменттерге никотин кислотасы кирип, ал В тобундагы витаминдердин бири болуп эсептелет. Витаминдер башка коферменттердин составында да болот. Мисалы, тиамин (В витамини) тиаминпирофосфокиназанын составына кирет, ал болсо пирожүзүм кислотасынын алмашуусуна катышат, пантотен кислотасы А коферментинин составдык бөлүгү болуп эсептелет, ал эми рибофлавин (В витамини) болсо флавопротеин ферменттеринин простеттик тобуна кирет. Витаминдер ушул коферменттердин составында болгондуктан тирүү организмдердин азыктануусундагы ролу чоң.

Ферменттердин эң негизги касиети алар тездеткен ферменттик реакциялардын өзгөчөлүгү башка катализаторлордон аларды айырмалайт. Ар бир фермент белгилүү гана реакцияны катализдештирет. Ферменттин катализдөөчү атайын борборуна келип субстраттын молекуласы кошулат, ушул борбор белгилүү конфигурацияга ээ жана ага туура, дал келген молекула гана келип кошула алат, калган молекулалар ага эч качан туура келбейт.

Ферменттердин активдүүлүгү ар кандай факторлорго (ферменттин жана субстраттын салыштырма концентрациясы, температурага, pH ж.б.) жараша болот. Ар бир фермент үчүн өзүнүн температуралык жана pHтык оптимуму бар.

Микроорганизмдин клеткасы өтө майда өлчөмдө болгонуна карабастан ар түрдүү кызматты аткаруучу, бири-биринен айырмаланган көптөгөн ферменттерди өндүрүп чыгарышы мүмкүн.

Метаболизмге катышкан ферменттер негизинен организмдин клеткасында кармалат жана ошондуктан алар клетканын ичиндеги же э н д о ф е р м е н т т е р деп аталат. Кээ бир ферменттер микроорганизмдердин клеткалары тарабынан айлана чөйрөгө

бөлүнүп чыгарылат жана алар клетканын сыртындагы же э к з о ф е р м е н т т е р деп аталат. Эреже катары, сырткы чөйрөгө негизинен гидролиздик ферменттер бөлүнөт, алар микроорганизмдердин клеткасына кире албаган ири молекулалык массадагы кошулмаларды ажыратып бузат. Ажырап бузулган кошулмалар клетка тарабынан сиңирилет жана азык зат катары пайдаланылат.

Ферменттер микроорганизмдердин азыктануусунда маанилүү ролду ойношот. Микроорганизмдердин клеткалары синтездеп чыгарган ар түрдүү ферменттер микроорганизмдерге көп сандаган кошулмаларды (углеводдорду, белокторду, майларды, нефтини, парафинди) ажыратуу менен азык катары пайдалануусуна мүмкүнчүлүк берет.

АЧУУ

Ачуу – кычкылдануу жана калыбына келүү процесси, АТФтин пайда болушуна алып келет, мында суутек атомдорун берүүчү (донор) жана кабыл алуучу (акцептор) катарында, ушул ачуу процессинин негизинде пайда болгон органикалык кошулмалар ойнойт. Демек, ачуу өзүнчө бир кычкылдануу – калыбына келүү процессин элестетет.

Көбүнчө ачуу процесстеринде микроорганизмдер углеводдорду жана кээ бир башка заттарды (органикалык кислоталарды, аминокислоталарды, пуриндерди жана пиримидиндерди) пайдаланат.

Ачуу мезгилинде АТФнын пайда болушу субстраттын фосфордолушу жолу менен жүрөт.

Ачуу процесси облигаттык анаэробдор менен чакырылат жана жалаң гана анаэробдук шартта жүрөт. Луи Пастер (1860) көрсөткөндөй ачуу-бул кычкылтексиз тиричилик. Азыркы кездеги ой жүгүртүүлөргө ылайык тирүү организмдер алгач жердин атмосферасында кычкылтек жок кезде пайда болушкан. Ошондуктан ачуу процессин биологиялык кычкылдануунун жөнөкөй формасы катары кароо зарыл жана анаэробдук шартта тиричиликке керек болгон энергияны азык заттарынан алууну камсыз кылат.

Азыркы мезгилде ачуунун көптөгөн типтери белгилүү. Ар бир тиби өзгөчө топтогу микроорганизмдер менен чакырылат жана ар түрдүү акыркы продуктыларды берет. Ачуунун көпчүлүк түрү айыл чарбасында мааниге ээ. Ар кандай типтеги ачуу процессин

алып карасак да, бардыгы эле схема түрүндө эки стадияда жүрөт.

Биринчи стадия – глюкозанын пирожүзүм кислотасына айланышы, мында глюкозанын көмүртектик чынжыры айрылат жана эки жуп суутектин атомдору бөлүнүп кетет. Бул ачуунун кычкылдандыруучу бөлүгү, ал төмөндөгүдөй болуп сүрөттөлүшү мүмкүн:

$$C_6H_{12}O_6 - 2\ CH_3COCOOH + 2H_2$$

Углевод пирожүзүмкислотасы суутек (акцептор тарабынан кабыл алынат)

Экинчи стадиясында (калыбына келүү) суутектин атомдору пирожүзүм кислотасын калыбына келтирилиши же андан кошулмаларды алуу үчүн пайдаланат. Мисалы, сүт кычкыл ачууда пирожүзүм кислотасы сүт кислотасына чейин калыбына келет:

$$\underset{\text{пирожүзүм кислотасы}}{2CH_3COCOOH} + \underset{\text{суутек}}{2H_2} \longrightarrow \underset{\text{сүт кислотасы}}{2\ CH_3CHOH\ COOH}$$

Башка ачуу процесстеринде (спирттик, май кычкыл ж.б.) экинчи стадия башкачараак өтөт.

Углеводдордон пирожүзм кислотасынын пайда болуу процесси биринин артынан бири жүргөн бир катар реакциялардын тизмеги катары аяктайт. Булар ачуу процесси жана дем алуу (аэробдук) үчүн жалпы болгон катаболизм реакциялары. Микроорганизмдерде углеводдордон пирожүзүм кислотасынын пайда болушунун үч жолу бар экендиги белгилүү.

1-жолу ачыткыч козу карындарда жана жаныбарлардын булчуңдарында, андан кийин бактерияларда табылган, ал облигаттык жана факультативдик анаэробдорго мүнөздүү. Бул жол **Эмбден-Мейергофф-Парнастын же фруктозодифосфат жолу** катары белгилүү, ошондой эле гликолиз деп аталат.

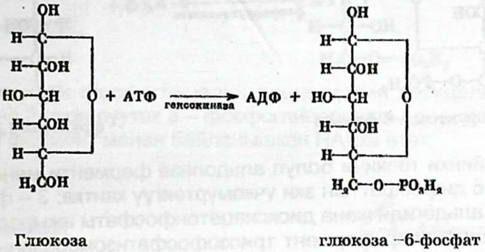
2-жолу **пентозофосфат жолу** катары белгилүү. Ал көпчүлүк микроорганизмдерде – прокариоттордо жана эукариоттордо ишке ашат.

3-жолу **Этнер-Дудоров** деп аталат – ал кээ бир микроорганизмдерде, негизинен аэробдук бактерияларда табылган.

Эмден-Мейергофф-Парнас же гликолиз жолу бир катар реакциялардан турат, алардын ар бири атайын ферменттер менен катализденет. Микробдук клеткадагы гликолиздик реакциялар глюкозанын фосфордонушу менен башталат. Мында глюкозанын

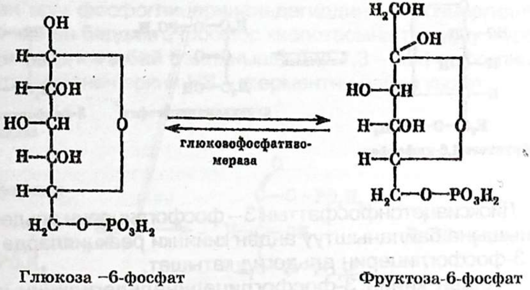
АТФ менен болгон өз ара аракети гексокиназа ферментинин таасири астында жүрөт, натыйжада глюкоза-6-фосфат (фосфат тобу көмүртектин 6 атомуна келип кошулат жана АДФ (аденозиндифосфат) пайда болот. АТФдан жалаң гана акыркы фосфат тобу ташылат жана аденозиндифосфат калат:

(1)



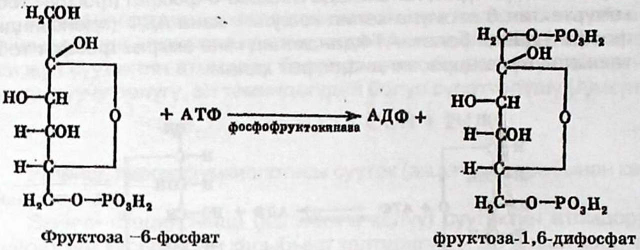
Глюкоза-6-фосфат глюкозафосфатизомераза ферментинин таасири астында фруктоза – 6 – фосфатка айланат:

(2)



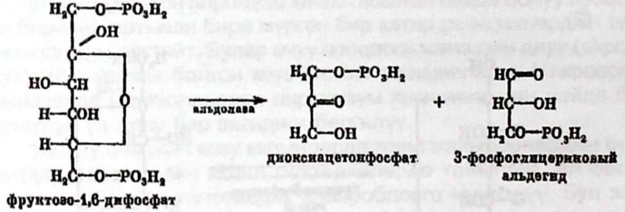
Пайда болгон фруктоза-6-фосфаттын 1-чи көмүртек атомуна Фосфофруктокиназа ферментинин жардамы менен АТФдан экинчи фосфаттык топ көчөт. Фруктоза-1,6-дифосфат (1 жана 6 көмүртек атомунда фосфаттык топтору бар фруктоза) пайда болот:

(3)



Кийинки тепкичи болуп альдолаза ферменти менен фруктозо – 1,6 дифосфаттын эки үчкөмүртектүү кантка: 3 – фосфатглицерин альдегиди жана диоксиацетонфосфаты ажырап бөлүнүшү эсептелет, алар фермент триозофосфатизомеразанын таасири астында бири-бирине айланат:

(4)

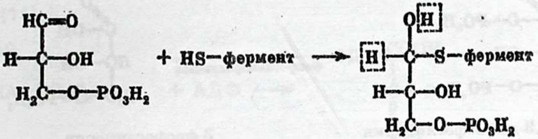


Диоксиацетонфосфаттын 3 – фосфоглицерин альдегидине айланышына байланыштуу андан кийинки реакцияларда 2 молекула 3-фосфоглицерин альдегид катышат.

Андан кийин 3-фосфоглицеринальдегидинин кычкылданаусу жүрөт. Ал фермент глицеральдегид – 3 фосфатгидрогеназа менен катализденет. Бул фермент белок болуп эсептелет, активдүү SH – сульфгидриль тобун өтө көп кармашы менен айырмаланат. Фермент кофермент никотинамидадениндинуклеотид (НАД+) менен байланышкан.Башталышында 3-фосфоглицери-

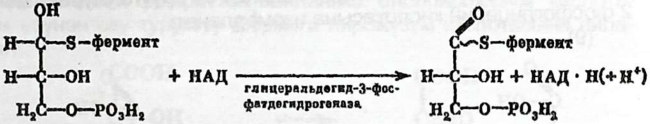
нальдегиддин альдегид тобунун глицеральдегид-3-фосфатгидрогеназанын тобу менен байланышы ишке ашат.

(5)



Андан кийин фосфоглицерин альдегиддин дегидрлениши жүрөт, анда 2 атом суутек 3 – фосфоглицеринальдегидден ажырайт жана фермент менен байланышкан НАДка өтөт:

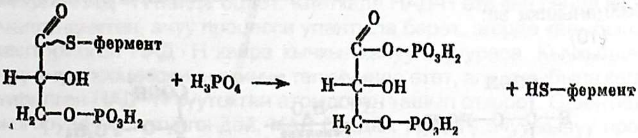
(6)



Фосфоглицерин альдегиддеринин дегидрлениши энергия берүүчү кычкылдануу реакциясы болуп эсептелет.

Андан ары фосфоглицеринальдегиддин макроэнергиялык байланыш менен бирдикте фосфор кислотасына ташуусу жүрөт, натыйжада энергияга бай байланышы бар 1,3 – дифосфоглицерин кислотасы менен эркин HS – ферментин пайда кылат.

(7)

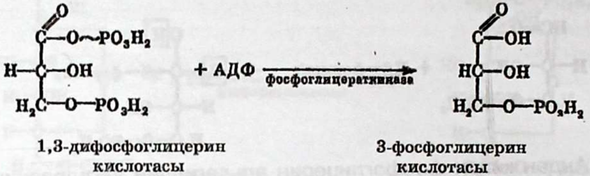


1,3-дифосфоглицерин кислотасы

Чынжырдагы 1 көмүртектин атомундагы фосфаттык топ энергияга бай байланыш менен кошулган жана фосфоглицераткина-

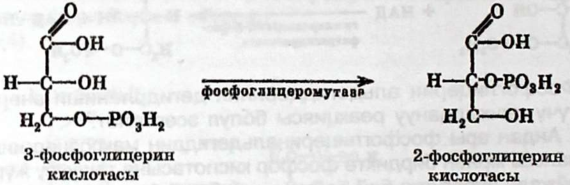
за ферментинин таасири астында АДФ менен реакцияга кирип АТФты пайда кылат:

(8)



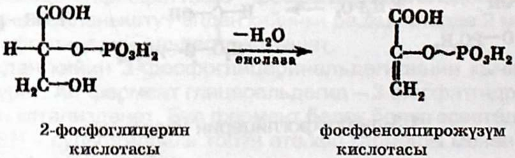
Ошентип, ушул этапта субстраттын деңгээлинде фосфордошуу ишке ашат. Андан кийин 3-фосфоглицерин кислотасы фосфоглицеринмутазанын таасири астында өзгөрүүгө учурайт жана 2 фосфоглицерин кислотасына изомерленет:

(9)



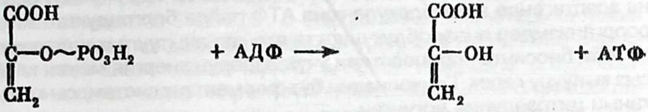
Бул процессте суу молекуласы бөлүнөт, андан кийин енолаза ферментинин катышуусу менен 2 – фосфоглицерин кислотасынан фосфофенол кислотасы пайда болот, ал энергияга бай байланышка ээ:

(10)



Фосфофенолпирожүзүм кислотасы пируваткиназанын таасири астында өзүнүн фосфат тобун жана энергия запасын АДФ молекуласына берет, АТФны жана енолжүзүм кислотасын пайда кылат:

(11)



Фосфофенолжүзүм Кислотасы — енолжүзүмкислотасы

Бул глюкозанын пирожүзүм кислотасына өтүшүндөгү экинчи энергияга бай фосфаттык байланыш. Енолпирожүзүм кислотасы өзүнөн өзү туруктуу формага пирожүзүм кислотасына айланат:

(12)

енолжүзүмкислотасы — пирожүзүмкислотасы

Гликолиз убагында, углеводдордун ажыроосунан бошотулган суутектин атомдору түздөн түз аяккы кабыл алуучуга (акцепторго) барып түшпөйт, НАДка өткөрүлөт, бардыгы болуп эки молекула НАД · Н пайда болот. Клеткада НАД-Н өтө көп санда кармалгандыктан, ачуу процесси улантыла берет, эгерде калыбына келтирилген НАД · Н кайра кычкылданууга учураса. Кычкылдануу ачуу процессинин экинчи тепкичинде өтөт, ага калыбына келтирилген НАД · Н суутектин атомдорун ташып өткөрөт. Ошентип, жогоруда көрсөтүлгөндөй, НАД бардык түрдөгү ачуу-кычуу процесстеринде суутектин атомдорун өткөрүп ташуучунун ролун аткарат.

Эмден - Мейергофф - Парнастын жолу боюнча глюкозанын пирожүзүм кислотасына айланусунда АТФтын төрт молекуласын пайда кылууга: фосфоглицерин альдегиди кычкылданганда – 2 АТФ жана 2 фосфорглицерин кислотасы, дегидратташкан-

да – 2 АТФ жетишерлик болгон эркин энергия бөлүнүп чыгат. Ошентип, АТФтын 4 молекуласы пайда болот. Бирок анын экөө глюкозаны фруктозо –1,6-дифосфатка айландыруу үчүн керектелет жана эки гана молекула АТФты синтездөө үчүн калтырылат.

Гликолиздин негизинде организм алган энергиянын максималдык саны 2,10 Дж түзөт. Гликолиз убагында ар бир молекуласына эсептегенде эки молекула гана АТФ пайда болгондуктан микроорганизмдер анаэробдук шартта өтө көп ачытууга жөндөмдүү, себеби биосинтез процесстери үчүн өздөрүн энергия менен камсыз кылуусу керек. Гликолиздин бүт ферменттик системасы клетканын цитозолунда чогулган.

Пентозофосфаттык жолдун Эмден-Мейергофф-Парнас жолунан айырмасы – түздөн түз пирожүзүм кислотасын пайда кылбайт. Пентозофосфат жолунда субстраттагы көмүртек атомдорунун бирөөсүнүн гана кычкылдануусу жүрөт жана CO_2 формасында бошотулат. Биринчи реакция глюкоза-6-фосфаттын пайда болушу менен жүргөн глюкозанын фосфордолушу, кийин ал дегидратташат -НАДФ калыбына келет жана 6-фосфоглюкон кислотасы пайда болот. Андан кийин 6-глюкон кислотасы кычкылданат, декарбоксилденет, ал болсо пентозофосфат Д рибулозо-5-фосфаттын пайда болушуна алып келет. Андан кийин изомеризация жолу менен Д-ксилулозо-5 жана рибоза-5-фосфат пайда болот. Андан ары пайда болгон Д-рибозо-5 фосфат жана Д-ксилулозо-5 фосфат бир катар транскеталазалык (транскеталаза ферменти менен гликоальдегид тобунун CH_2OH – СО-ташылышы) жана трансальдолазалык реакцияларга (трансальдолаза ферменти менен үч көмүртектүү диоксиацетон тобунун CH_2OH-CO-CHOH ташылышы) катышат жана кайрадан глюкозо-6-фосфатка айлануу жүрөт. Демек, пентозофосфаттык циклдүү болуп эсептелет. Бирок көбүнчө өзүнүн бир тепкичтеринде пентозо-фосфаттык жол Эмбден-Мейергофф-Парнас жолуна өтүп кетет.

Алты молекула глюкозанын пентозофосфаттык цикл менен өтүшүнүн натыйжасында бир молекула глюкозо-6-фосфаттын толугу менен CO_2 чейин кычкылданышы жана алты молекула $НАДФ^+$ тын НАДФ · Нка калыбына келиши жүрөт.

Пентозофосфаттык жолдун негизги кызматы төмөндөгүдөй: 1) нуклеин кислотасынын синтези үчүн керек болгон пентозаны, негизинен рибозо – 5-фосфатты жеткирип турат жана 2) ар түрдүү биосинтез реакциялары үчүн (май кислоталарынын, стероиддер-

дин синтези) микробдук клеткага зарыл болгон көп сандагы НАДФ · Н пайда болушун камсыз кылат.

Глюкозанын пирожүзүм кислотасына айланышы ошондой эле **Энтнер-Дудоров** жолу менен ишке ашырылышы мүмкүн. Башталышында глюкоза АТФ молекуласы менен фосфордошот, гексокиназа ферментинин катышуусу менен фосфордошуунун продуктысы глюкоза-6 фосфат 6-фосфоглюкон кислотасына чейин кычкылданат, ал дегидратацияга учурап, 2-кето-3-деокси-6-фосфоглюкон кислотасына (КДФГ) айланат. Акыркысы альдолазанын жардамы менен пирожүзүм кислотасына жана 3-фосфоглицерин альдегидке ажырайт, ал андан ары Эмбден-Мейергофф-Парнас жолунда ферменттердин таасирине учурайт жана пирожүзүм кислотасынын экинчи молекуласына айланат. Глюкозанын Энтнер-Дудоров жолу менен ажырашында бир молекула НАДФ · Н пайда болот.

Энтнер-Дудоров жолу менен глюкозаны ажыратуучу бактерияларда пирожүзүм кислотасынан сүт жана башка кислоталарды пайда кылууга керек болгон ферменттер жокко эсе. Бул жол негизинен аэробдук микроорганизмдерде көрсөтүлгөн.

Эмбден-Мейегофф-Парнас жолу менен канттын айланышында сөзсүз түрдөгү аралык продукт болуп пирожүзүм кислотасы эсептелет. Андан ары ырааты менен жүргөн реакцияларда ал айлануулларга дуушар болот, айлануулардын мүнөзү тигил же бул ачууну козгогучтардын ферменттик өзгөчөлүктөрүнө жараша болот.

Муну төмөнкү мисалдар менен түшүндүрүүгө болот. Жогоруда көрсөтүлгөндөй сүт кычкыл ачууда пирожүзүм кислотасы сүт кислотасына чейин калыбына келет. Суутектин ташылышы ушул учурда калыбына келген НАД менен ишке ашат:

$$\underset{\text{пирожүзүм кислотасы}}{CH_3COOCOOH} + 2H^+ + 2e^- = \underset{\text{сүт кислотасы}}{CH_3CHOHCOOH}$$

Эгерде пирожүзүм кислотасы Эмбден-Мейергофф-Парнас жолу менен пайда болсо, анда сүт кислотасы ачуунун жалгыз гана продуктысы болуп эсептелет. Бул ачуу процессин төмөндөгүдөй суммалап жазууга болот:

$$C_6H_{12}O_6 = 2\ CH_3CHOHCOOH$$

Ушул эки мисалга келтирилген реакцияларда пирожүзүм кислотасы жалаң гана суутек атомдору үчүн акцептор (кабыл алуучу) катары кызмат кылат.

Эмбден-Мейергофф-Парнас жолу менен жүрүүчү ачыткыч козу карындар чакыруучу спирттик ачууга токтолобуз. Мында кант этил спиртине жана көмүр кислотасына айланат. Ачыткыч козу карындардын клеткасы пируватдекарбоксилаза ферментин кармап жүрөт, ал болсо төмөнкү реакцияны тездеттирет:

$$CH_3COCOOH = CH_3COH + CO_2$$

Этил спирти уксус альдегидинин НАД · Н менен калыбына келишинен алынат, б.а. ушул ачуу процессинде уксус альдегиди суутектин аяккы акцептору катары кызмат кылат: $CH_3COH + 2H^+ + 2e^- = CH_3CH_2OH$

Спирттик ачуунун жалпы теңдемеси төмөндөгүдөй жазылышы мүмкүн:

$$C_6H_{12}O_6 = 2\ CH_3CH_2OH + 2\ CO_2$$

Сүт кычкыл ачуу жана спирттик ачуу процесстери кеңири таралган процесстер. Бирок аяккы продуктуларынын составы боюнча бири-биринен айырмаланган көптөгөн башка типтеги ачуулар бар. Алардын ичинде ар түркүн органикалык кислоталар, спирттер, CO_2 жана газ сыяктуу суутек болушу мүмкүн. Кээ бир ачуу процесстеринде экинчи стадиясы өтүп жаткан мезгилде эркин энергия пайда болот, клеткадагы АТФнын запасы жогорулайт.

ДЕМ АЛУУ

Дем алуу – АТФтын пайда болушу менен жүргөн кычкылдануу – калыбына келүү процесси, мында суутектин атомдорун (электрондорду) берүүчүлөрдүн ролун органикалык жана органикалык эмес кошулмалар, ал эми суутекти (электрондорду) кабыл алуучулар болуп дайыма органикалык эмес кошулмалар эсептелет. Эгерде аяккы электрондорду кабыл алуучуу болуп молекулалык кычкылтек эсептелсе, анда мындай дем алуу процесси аэробдук дем алуу деп аталат.

Кээ бир микроорганизмдерде аяккы электрондорду кабыл алуучу болуп молекулалык кычкылтек эмес, а органикалык эмес кошулмалар – нитраттар, сульфаттар жана карбонаттар болсо, анда анаэробдук дем алуу деп аталат.

Аэробдук дем алуу көпчүлүк микроорганизмдерге- сөзсүз түрдөгү аэробдорго мүнөздүү. Бирок ушул организмдердин ичинде факультативдик (чала) анаэробдор бар, алар кычкылтектин катышуусунда же ал жок болгон чөйрөдө деле өсүп өнүгө алат; алар

ачуу жолу менен АТФны пайда кылышат, ал эми молекулалык кычкылтектин таасири астында АТФтын алынуу жолдору өзгөрүлүп, ачуунун ордуна дем алуу жүрө баштайт.

Факультативдик анаэробдорго, ошондой эле электрондорду кабыл алуучу катарында нитраттарды пайдалануучу микроорганизмдер дагы кирет. Анаэробдук дем алууну ишке ашыруучу сульфаттарды жана карбонаттарды электрондорду кабыл алуучу катары пайдалануучу микроорганизмдер (анык) же чыныгы анаэробдор болуп эсептелет.

Аэробдук дем алуу эки фазадан турат. Биринчи фазасы бир катар реакцияларды камтыйт, реакция учурунда органикалык субстрат CO_2 газына чейин кычкылданат, ал эми бөлүнүп бошогон суутектин атомдору акцепторлорго жылат. Ушул фазада Кребстин цикли же үч-карбон кислотасынын цикли (ҮКЦ) деп аталган реакциялардын жыйындысы ишке ашат. Экинчи фазасы АТФты пайда кылуу менен жүргөн суутек атомдорунун кычкылдануу реакциясын камтыйт. Эки фаза бирдикте субстраттын CO_2 жана H_2O чейин кычкылдануусуна жана биологиялык пайдалуу энергиянын АТФ түрүндө пайда болушуна алып келет.

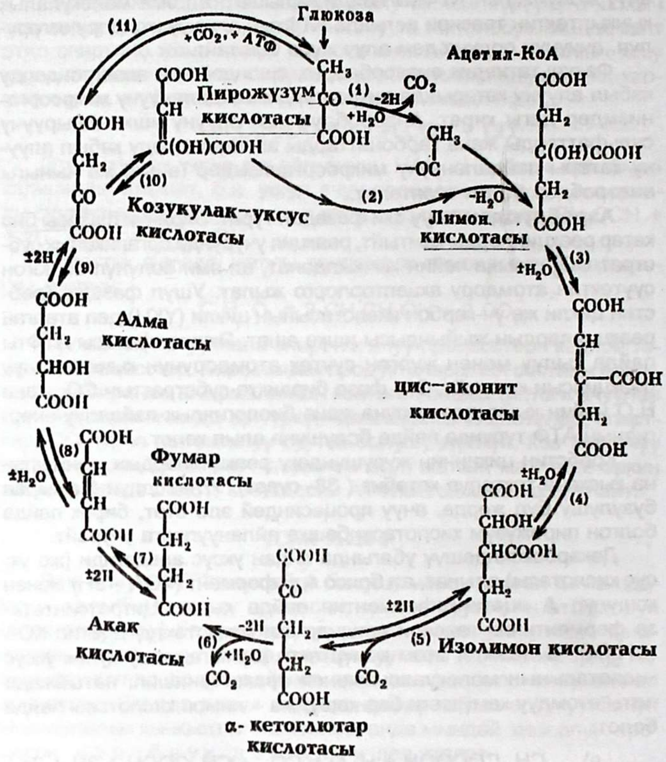
Кребстин циклинин жүрүшүндөгү реакциялардын чынжырына кыскача токтолуп кетебиз (38- сүрөт). Углеводдун 1 ажырап бузулушу бул жерде, ачуу процесиндей эле өтөт, бирок пайда болгон пирожүзүм кислотасы башка айланууларга учурайт.

Декарбоксилдешүү убагында андан уксус альдегиди (же уксус кислотасы) алынат, ал болсо А кофермент (КОА – SH) менен кошулуп А ацетилкоферментин пайда кылат. Цитратсинтетаза ферментинин таасири астында эки көмүртектүү ацетил КОА (CH_3CO - S - КОА) 4 атом көмүртекти кармаган козу кулак уксус кислотасынын молекуласы менен аракеттенишип, натыйжада алты атомдуу көмүртеги бар кошулма – лимон кислотасы пайда болот:

а) $CH_3\,COCOOH + H_2\,O = CO_2 + CH_3\,COOH + 2H + 2e$

б) $CH_3COOH + COOHCOH_2COOH = COOHCH_2CHOH$
$COOHCH_2\,COOH$

Лимон кислотасы фермент аконитазанын таасири астында суунун молекуласынан ажырап, цис-аконит кислотасына айланат, ал болсо ошол эле ферменттин таасири менен сууну кошуп алып, изолимон кислотасына айланат. Изоцитрат дегидрогеназанын таасири астында (анын активдүү тобу НАДФ) изолимон



38-сүрөт. Кребс реакцияларынын схемасы: (1), (6)кычкылдандыруучу декарбоксилдештирүүнүн системасы: (2) – цитрат-синтетаза, кофермент А; (3), (4) – аконитат-гидратаза; 5 – изоцитратдегидрогеназа; (7) – сукцинатдегидрогеназа; (8) – фумарат-гидратаза, (9) – малатдегидрогеназа; (10) – өзүнүн өзү айлануу, (11) – пируваткарбоксилаза.

кислотасынан эки атом суутек ажырап бошотулат, натыйжада ал козукулакак кислотасына айланат, өз учурунда; андан кийин дагы фермент декарбоксилазанын таасири аркасында көмүр кычкыл газы бөлүнүп чыгат (CO_2).

Пайда болгон а-кетоглутар кислотасында көмүртектин атомдору 5 барабар болот. а – кетоглутар кислотасы кетоглутарат дегидрогеназа ферменттик комплекстин таасири астында (НАД активдүү тобу бар) акак кислотасына айланат, CO_2 жана эки атом суутекти жоготот. Андан кийин акак кислотасынан фумар кислотасына, кычкылдануу реакциялары улантылат, фумаратгидратаза ферментинин катышуусу менен фумар кислотасы алма кислотасына айланат жана малатдегидрогеназа (НАД активдүү тобу бар) менен катализдештирилген алма кислотасынан козу кулак уксус кислотасына чейин кычкылдануусу жүрөт. Бул айлануулар суутектин эки жуп атомун жулуп алуу менен жүрөт. Козу кулак уксус кислотасы А коферменти менен аракеттенишип, кайрадан цикл башталат. Үч карбон кислоталарынын циклиндеги (бирөөдөн башкасы) реакциянын ар бири жеңил эле кайрадан калыбына келе берет. Ацетил – КОАнын көмүртек атомдору 2 молекула СО түрүндө бошотулат. Үч карбон кислоталарынын циклине катышкан ферменттер цитоплазмалык мембрананын ички бетинде же микроорганизмдердин мезосомаларынын мембраналарында жайгашкан.

Үч карбон кислоталарынын циклинин суммардык реакциясын төмөнкү теңдеме түрүндө жазууга болот:

$$CH_3\ \ COCOOH+2H_2O-2CO_2\ +2H+$$

Белгилеп кете турган нерсе, үч карбон кислоталарынын циклинде дагы микробдук клетканын макромолекулаларын биосинтездөө реакциялары үчүн алгачкы заттардын ролун аткаруучу аралык продуктылар пайда болот

Ошондуктан Кребс циклинин көпчүлүк ферменттери облигаттык анаэробдордо дагы болот (булар а – кетоглутар кислотасын акак кислотасына өткөрүүнү катализдөөчүү ферментке гана ээ эмес). Кребстин циклине май кислотасынын, кээ бир аминкислоталардын катаболизм продуктылары дагы кирет.

Демек, үч карбон кислотасы цикли дем алуу үчүн гана эмес, биосинтез үчүн дагы чоң мааниге ээ. Бул борбордук механизмдердин бири, анын жардамы менен көмүртектин бардык булактары микроорганизмдердин тиричилигине зарыл болгон кошул-

маларды синтездөө үчүн пайдаланылат. Чындыгында Кребс циклинин мааниси аминкислоталарга, белокторго, майларга, углеводдорго жеңил айлана турган заттарды бериши, алар болсо акырында клетканын структурасын курушу.

Кээ бир көмүртектин жөнөкөй заттарын, мисалы, уксус кислотасын өздөштүрүүчү микроорганизмдерде үч карбон кислотасынын циклинин өзгөргөн глиоксилат цикли деп аталган формасы бар.

Кребс циклинде дегидролиз реакцияларынын бардыгында атайын дегидрогеназа ферменти менен ажырап бөлүнүп кетүүчү суутектин атомдору НАД жана НАДФ коферменттери менен кабыл алынат жанан андан кийин ташуучулардын чынжыры менен ташылат. Бирок иш жүзүндө суутектин атомдору эмес, жалаң гана электрондору ташылат.Суутектин ядросунун атомдору, эриткичте протондор түрүндө жылып жүрөт. Ушул себептен ташуучулардын чынжыры көбүнчө электрон ташуучу чынжыр же д е м а л у у ч ы н ж ы р ы деп аталат. Электрондорду ташуучулардын чынжыры – кычкылдануу – калыбына келүү ферменттеринин – флавопротеиддер, хинондор жана цитохромдор болуп саналган үч ар түрдүү топтогу молекулаларды кармап турат.

Флавопротеиддер флавинадениндинуклеотид (ФАД) же флавинмононуклеотид (ФМН) кармап жүрөт, алар электрондорду калыбына келтирилген пиридин нуклеотиддерден дем алуу чынжырдагы кийинки ташуучуларга берет. Хинондор (кеңири таркалган убихинон же кофермент Q) молекулалык массасы анча чоң эмес белок эмес ташыгычтар. Алар флавопротеиддер менен цитохромдордун ортосундагы аралык компоненттер болуп саналат. Цитохромдор темири бар простеттик топторду кармап жүрөт жана гемоглобин менен миоглобинди элестетет. Цитохромдор менен электрондордун ташылуусунда темир атомдорунун кайрадан кычкылдануусу жүрөт.

39-сүрөт. Электрондорду ташуучу чынжыр же дем алуу чынжыры: А – субстрат,b,c,a, a_3 – цитохромдор.

Дем чыгаруу чынжырынын белгилүү бир жеринде электрондордун ташылуусунда маанилүү сандагы эркин энергия бөлүнүп чыгат. Бөлүнүп чыгарылган эркин энергияны пайдалануу үчүн микробдук клеткада атайын механизм бар, ал энергиянын бөлүнүшүн жана энергияга бай фосфаттык байланыштардын (АТФ) пайда болушун бир процесске бириктирип турат. Бул процесс **кычкылдандырып фосфордоштуруу** деп аталат, дем алуу учурунда схемалык түрдө 39-сүрөттө көрсөтүлгөн электрондордун ташылуу чынжыры.

Бардык аэробдук жана факультативдик – анаэробдук бактериялар дем алуу чынжырына ээ, ушул чынжырдагы электрондорду ташуучу процесстерди катализдөөчү ферменттер цитоплазмалык мембранада жана мезосомаларда жайгашкан.

Көпчүлүк анаэробдук микроорганизмдер электрондорду ташуучу чынжырга ээ эмес. Ошондуктан, чөйрөдө кычкылтек болгондо флавиндегидрогеназалардын (ФАД) жардамы менен суутектин түздөн түз кычкылтекке өтүшү жүрөт, ошентип суутектин өтө кычкылынын H_2O_2 пайда болушуна алып келет. Бул кошулма өтө уулуу келет жана ал алынып ташталышы керек, муну эки фермент – каталаза жана супероксиддисмутаза ишке ашырат, бирок бул ферменттер анаэробдук бактерияларда жок. Кычкылтектин анаэробдук микроорганизмдерге уу таасир этишинин бир себеби, ушул клеткаларда суутектин өтө кычкылынын леталдык дозада чогулушу.

Кычкылдандырып фосфордоштуруунун натыйжасында пирожүзүм кислотасынын көп бөлүгү микроорганизмдер үчүн жеткиликтүү болот. Глюкозанын толук түрдө кычкылдануусу төмөндөгүдөй теңдеме менен көрсөтүлөт:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6\ H_2O + 6\ CO_2 + 28{,}8 \times 10^5\ Дж$$

Дем алуу процессиндеги энергиянын чыгышын карап көрөлү. Глюкозанын 1 молунун (180г) толук кычкылдануусу 38 молекула АТФ берет. АТФтын ар бир байланышы жакыныраак алганда $3{,}4 \times 10^4$Дж, ал эми АТФтын 38 молекуласы $12{,}9 \times 10^5$ Дж берет. Глюкозанын 1 моль күйгөндө $28{,}8 \times 10^5$ Дж жылуулук бөлүнөт. Микроорганизмдердин клеткаларында глюкозанын пайдаланууга ыңгайлуу формага айланышы (АТФга $12{,}9 \times 10^5$ Дж же бардык энергиянын 44,1%инин бөлүнүшү менен жүрөт). Демек, глюкозада камтылган энергиянын 50%тен көбү жылуулук түрүндө бөлүнөт.

Ошентип, дем алуу – бул органикалык заттардан молекулалык кычкылтекке электрондорду өткөрүп берүү процесси, б.а. дем алуу учурунда электрондорду кабыл алуучу болуп кычкылтек эсептелет.

Дем алуудан айырмаланып, ачуу процессинде органикалык заттардан бөлүнүп, бошогон электрондор органикалык кошулмаларга эле өткөрүлүп берилет, б.а. ачуу процессинде электрондорду кабыл алуучулардын ролун процесстин жүрүшүндө пайда болгон кандайдыр бир органикалык кошулма аткарат. Ачуу процессинин негизинде химиялык энергиянын өтө аз бөлүгү бөлүнүп чыгат, ал глюкоза молекуласынан,анын CO_2 жана H_2O го чейин толук кычкылдануусунан алынышы мүмкүн. Буга оңой эле ишенсе болот, глюкозанын сүт кислотасына чейин анаэробдук ажырашынан пайда болгон эркин энергиянын санын, анын CO_2 жана H_2O чейин кычкылдануусунда пайда болгон энергиянын саны менен салыштырганда:

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2\ CH_3CHOHCOOH + 2{,}0 \times 10^5\ Дж$$
$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O + 28{,}8 \times 10^5\ Дж$$

Органикалык кошулмалардын толук эмес кычкылданышы. Дем алуу негизинен органикалык субстраттын толук кычкылдануусу менен жүрөт. Мисалы, углеводдордун ажырашынан акыркы продуктылары болуп жалаң гана CO_2 жана H_2O эсептелет.

Кээ бир бактериялар, көбүнчө Pseudomonas уруусунун өкүлдөрү жалаң гана бир катар козу карындар углеводдорду толук кычкылдандырбайт. Мында толугу менен кычкылданбаган төмөнкүдөй органикалык кошулмалар – глюкон, фумар, лимон, уксус кислоталары жана башкалар чөйрөдө чогулат. Ушул организмдердин дем алуусу кээ бир учурларда туура эмес түрдө "аэробдук же кычкылданган" ачуу деп аталат, бирок толук эмес кычкылдануунун ачуу процесси менен болгон жалпылыгы өтө эле аз. Мисалы, толук эмес кычкылдануу кычкылтектин катышуусу менен гана жүрөт, ал эми ачуу кычкылтекти талап кылбайт. Энергия жагынан алып караганда, толук эмес кычкылдануу – микроорганизмдерге өтө пайдалуу жана оңтойлуу процесс.

Анаэробдук дем алуу. Кээ бир микроорганизмдер органикалык жана органикалык эмес заттардын кычкылдануусу үчүн молекулалык эмес, мисалы, азот жана күкүрт кислоталарынын туздары, көмүр кислотасы байланышкан кычкылтекти пайдалануу-

га жөндөмдүү. Ушул процесстер анаэробдук шартта жүрөт жана алар анаэробдук дем алуу деп аталат:

$$2\,HNO_3 + 12H^+ \longrightarrow N_2 + 6\,H_2O + 2\,H^+$$

$$H_2SO_4 + 8\,H^+ \longrightarrow H_2S + 4\,H_2O$$

Демек, бул микроорганизмдер акыркы электрондорду кабыл алуучу катары кычкылтекти эмес, органикалык кошулмаларды, нитраттарды, сульфаттарды жана карбонаттарды пайдаланат. Аэробдук жана анаэробдук дем алуулардын ортосундагы айырмачылыктар электрондорду кабыл алуучунун табиятына жараша болот.

Электрондорду нитраттарга, сульфаттарга жана карбонаттарга өткөрүп берүүчү микроорганизмдердин касиети жетишерлик деңгээлде органикалык жана органикалык эмес заттардан молекулалык кычкылтекти пайдаланбастан толугу менен кычкылдануусун камсыз кылат жана алардын ачуу процессине салыштырмалуу деп саналган энергияны алуу мүмкүнчүлүгүн берет. Анаэробдук дем алууда энергиянын чыгышы аэробдук дем алууга караганда болгону 10%ке гана төмөн. Анаэробдук дем алуу мүнөздүү микроорганизмдер электрондорду ташуучу чынжырдагы ферменттердин жыйындысына ээ, бирок бул чынжырда цитохромооксидаза нитратредуктаза (нитраттарды пайдаланган учурда) же аденилсульфатредуктаза менен (сульфаттарды пайдаланганда) алмаштырылат.

Нитраттардын эсебинен анаэробдук дем алууну ишке ашырууга жөндөмдүү микроорганизмдер – факультативдик анаэробдор, алар негизинен Pseudomonas жана Bacillus урууларына кирет. Анаэробдук дем алууда сульфаттарды пайдалануучу микроорганизмдер, Desulfovibrio, Desulfomonas жана Desulfotomaculum анаэробдорго урууларынын өкүлдөрү, алар кирет.

ФОТОСИНТЕЗ

Кээ бир топтогу микроорганизмдерге (цианобактерияларга, көк жашыл жана жашыл балырларга) фотосинтез мүнөздүү – АТФтын пайда болушунда энергиянын булагы катары жарык пайдаланылат.

Өсүмдүктө, балырда жана цианобактерияларында электронду берүүчү болуп суу кызмат кылат, кычкылтек айлана чөйрөгө бөлүнөт. Мындай фотосинтез к ы ч к ы л т е к т ү ү деп аталат.

Ал эми фотосинтезге катышкан бактериялар электрондорду берүүчүлөр катары сууну пайдалана албайт жана алардын фотосинтези эч качан кычкылтекти пайда кылбайт. Аларда электронду берүүчү болуп H_2S, H_2 же органикалык кошулмалар кызмат кылат. Бул фотосинтез к ы ч к ы л т е к с и з деп аталат.

Көпчүлүк фотосинтез жүргүзүүчү организмде электрондорду кабыл алуучулар болуп негизинен CO_2 болуп эсептелет, бирок алар нитраттарды, азотту, суутек иондорун пайдаланышы мүмкүн. Фотосинтез процесси эки стадияда жүрөт. Биринчи стадияда – жарыктын таасири астында НАДФ калыбына келиши жана АДФ фосфорлонушу жүрөт, экинчи стадиясына НАДФ.Н жана АТФ көмүр кычкыл газын гексозго чейин калыбына келтирүү үчүн пайдаланат. Төмөнкү жана жогорку фотосинтез жүрүүчү организмдерде CO_2 пайдалануу калыбына келтирүүчү же Кальвиндин цикли аркылуу жүрөт.

Фотосинтез жүрүүчү организмдерде АТФ фотосинтездик система менен сиңирилип алынган жарык энергиясынын ташылышында пайда болот. Бул процесс фосфорлоштуруу деп аталат жана ал аэробдук микроорганизмдердеги кычкылддандыруучу фосфордоштурулууга окшош келет, б.а. АТФтагы электрондордун чынжыр менен ташылышында пайда болот.

Жогоруда көрсөтүлгөн фотосинтездин типтеринде молекулалык кычкылтек АТФ пайда болуу реакцияларында катышпагандыктан, ушул типтердин ар бири сөзсүз түрдө анаэробдук гана шартта өтүшү мүмкүн. Бирок өсүмдүктө, балырда, цианбактерияларында кычкылтектүү фотосинтез кычкылтектин катышуусу менен жүрөт. Ошол эле мезгилде кычкылтексиз фотосинтез мүнөздүү болгон организмдер сөзсүз түрдөгү анаэробдор болуп саналат, ал эми факультативдик аэробдордо АТФтын фотосинтездик пайда болушу кычкылтек менен басаңдатылат жана АТФ аэробдук дем алуу процессинде түзүлөт.

БИОСИНТЕЗ

Катаболизмге түрдүү жолдор мүнөздүү, бирок ал бир гана кызматка ээ – клетканын органикалык заттарын биосинтездөө процесстерине керектелүүчү АТФду пайда кылат. Микробдук клетканын органикалык заттарынын негизги бөлүгүн 4 класска кирген макромолекулалар – нуклеин кислоталары, белоктор, полисахариддер жана татаал липиддер түзөт. Ушул макромолекулалар-

ды синтездөөдө төмөнкү түзүлүштөгү алгачкы заттар катышат: нуклеин кислоталары үчүн – нуклеотиддер, белоктор үчүн – аминкислоталары жана полисахариддер үчүн – моносахариддер. Татаал липиддер өзүнүн составы боюнча ар түрдүү, бул молекулалардын алгачкы заттарынын ичинде май кислоталары бар. Алынган маалыматтарга ылайык 4 класстагы макромолекулалардын пайда болушу үчүн 70 жакын төмөнкү молекулалуу органикалык кошулмалар – керектелет. Алгачкы молекулалардын тышкары микробдук клеткага 20 жакын коферменттерди жана эң маанилүү катализдик ролду ойноочу электрондорду ташычууларды синтездөө керек. Жаңы клетканын пайда болушу үчүн болжол менен 150 көп чоң эмес ар түркүн органикалык кошулмалар керектелет. Бул майда кошулмалар өз кезегинде, негизги аралык заттардан синтезделет,ал эми бул заттар болсо, хемоорганотрофтордо катаболизмдин жүрүшүндө пайда болот же хемолитотрофтор тарабынан көмүр кычкыл газын пайдалануудан пайда болот.

Ушул аралык продуктулардын ичинен эң маанилүүлөрү – канттардын фосфордук эфирлери, пирожүзүм, уксус, козу кулак, акак жана а-кетоглутар кислоталары, рибоза жана башка болуп эсептелет.

Биосинтез үчүн аралык продуктуларды (көбүнчө аминкислоталардын, углеводдордун жана башка кошулмалардын биосинтези) жеткирип туруу негизинен үч карбон кислоталардын циклинин негизинде жүрөт.

Аминкислоталарынын жана белоктордун биосинтези. Көпчүлүк микроорганизмдер бардык аминкислоталарды синтездөө жөндөмдүүлүгүнө ээ. Белоктун биосинтезинин 1 этабы болгон аминкислоталардын биосинтези катоболизм менен биосинтездин тыгыз байланышынын ачыктан ачык мисалы болуп саналат. Аминкислоталардын биосинтезинин алгачкы заттары болуп үч карбон кислоталарынын циклинин жана пентозафосфаттык циклдин аралык продуктулары кызмат кылат. Мисалы, үч карбон кислоталарынын циклине пирожүзүм кислотасын киргизгенде ал козукулак, уксус кислотасына жана а-кетоглутар кислотасына айлануу менен, аспарагиндик, глутаминдик кислоталарынын башталышын берет, алардан кийинчерээк аспарагин, глутамин, треонин, изолейцин, метионин, лизин, аргинин жана пролин пайда болот.

Пентоздукфосфат циклинин (эритрозо 4 – фосфат) эки ортолук продуктуларынын конденсациялашынын жана гликолиздин (фосфофенолпирожүзүм кислотасы) натыйжасында, ошондой эле

кийинки реакциялардын натыйжасында жыпар жыттуу аминкислоталар – тирозин, фенилаланин жана триптофан пайда болот.

Углеводдордун катаболизминин аралык продуктуларынан микроорганизмдер аминкислоталардын көмүртектик скелетин гана түзүүгө мүмкүн. Аминокислоталардын биосинтезделишинин акыркы этаптарында аралык продуктунун молекуласына аминдештирүү жана кайрадан аминдештирүү реакцияларынын жардамы менен амин тобу киргизилет. Органикалык эмес заттардын органикалык заттарга айланышы аммоний иондорунун алдын ала пайда кылуу аркылуу ишке ашырылат, анан бул иондор органикалык заттардын составына киргизилет.

Бир катар аминокислоталар (L-аланин, L-аспарагин жана L-глутамин кислоталары жана амид L-глутамин) түздөн түз аминдештирүүдөн алынат. Калган, экинчилик деп аталган аминкислоталар аминдештирүү менен, б.а. донор катары кызмат кылган биринчилик аминкислоталарынан амин тобун, катаболизм реакцияларынын жүрүшүндө пайда болгон ылайык келүүчү кетокислоталарына өткөрүп берүү менен синтезделет.

Пайда болгон аминкислоталар ар бир микроорганизмдин түрүнө гана таандык болгон клетканын белокторун биосинтездөөгө жөнөтүлөт, ал эми бул процесс, эркин аминкислоталардан пептиддик байланыштарды синтездөөдөн башталат. Белоктун биосинтези үчүн аминкислоталарды алдын ала химиялык активдештирүү зарыл, ал эми бул болсо АТФ энергиясын сарп кылат жана аминкислоталардын фермент-ташыгычка биригиши менен аныкталат. Ушундай 20 ферменттер бар, алардын ар бири белгилүү гана аминкислоталарга дал келет. Кийинки полимеризация фермент – ташыгычтан өсүп жаткан белоктук чынжырга аминкислоталарды өткөрүп ташуунун эсебинен жүрөт. Микроорганизмдин клеткасы бир нече миңдеген ар кандай белокторду синтездөөгө жөндөмдүү, алардын ар бири, бири-бири менен белгилүү ырааттуулукта жайгашкан орточо 200 аминкислоталардын калдыктарын кармап жүрөт.

Нуклеин кислоталарынын биосинтези. Рибо жана дезоксирибонуклеотиддери РНК, ДНК жана нуклеотиддик ферменттердин түздөн түз алгачкы мономерлери болуп кызмат кылганына байланыштуу, мононуклеотиддердин биосинтези – жашоо тиричиликтеги маанилүү процесс. Мононуклеотиддердин биосинтезиндеги борбордук звено – бул пурин жана пиримидин негиздеринин синтези. Бардык микроорганизмдер, кээ бир түрлөрүнөн

башкасы көрсөтүлгөн негиздерди өтө жөнөкөй алгачкы заттардан жасап алышы мүмкүн: аминокислоталардан (глицин жана аспарагиндик кислоталар), ошондой эле инозин, аденил, гуанил жана уридил кислоталардан. Андан башка мононуклеотиддердин синтезинде фосфор кислотасы жана Д-рибозо-5-фосфат катышат. Аягында микроорганизмдер тарабынан синтезделген мононуклеотиддер атайын ферменттердин жардамы менен ДНК жана РНКга полимерленет.

Углеводдордун биосинтези. Жөнөкөй кошулмалардан глюкозаны жана башка углеводдордун биосинтези – биосинтездик процесстердин ичинен эң маанилүүсү. CO_2 ден жана H_2O дан фотосинтездөөчү организмдер гексозаларды пайда кылат, ал эми гексозалар өз кезегинде крахмалга, целлюлозага жана башка полисахариддерге айланат. Хемоорганогетеротрофтук организмдердин клеткаларында метаболизмдин эң башкы процесси болуп, ошондой эле пирожүзүм кислотасынын, аминкислоталардын жана дагы жөнөкөй кошулмалардын глюкозага жана гликогенге айланышы эсептелет.

Жогоруда көрсөтүлгөндөй, гликолиз ферменттери менен катализдештирилген пирожүзүм кислотасынын глюкозага айланышы – анаэробдук жана аэробдук микроорганизмдердин клеткасындагы углеводдордун катаболизминин негизги жолу болуп саналат. Ушуга окшош тескери процесс, башкача айтканда пирожүзүм кислотасынын глюкозага айланышы – моносахариддердин жана полисахариддердин биосинтезинин негизгиси. Биосинтездин ушул негизги жолуна эки башка колдоочу жолдор келип кошулат, алар болсо эки ар кандай жыйынактагы жөнөкөй углеводдук эмес кошулмалардан башталат. Алардын бирөө бир катар реакциялардан турат, булар үч карбон кислотасы циклинин аралык продуктуларын пирожүзүм кислотасына айлануусун камсыз кылат. Ушул процесс бардык организмдерде болот жана **глюконогенеза** деп аталат.

Экинчи жолу көмүр кычкыл газын глюкозага чейин калыбына келтирген реакциялардан турат. Бул жол хемоорганогетеротрофтордо жок, ал негизинен хемолитоавтотрофтор жана фотолитоавтотрофторго мүнөздүү.

АТФ энергиясын сарптоо менен борбордук биосинтездөө жол менен эки молекула пирожүзүм кислотасынан пайда болгон глюкоза – 6-фосфат бир катар кошулмалардын – эркин глюкозанын, крахмалдын, гликогендин, дисахариддердин, моносахариддердин микроорганизмдердин клетка кабыгынын компоненттерин (гли-

копептиддерди, тейхо кислотасын, липополисахариддердин), клетканын запас заттарынын синтезделишине түрткү берет.

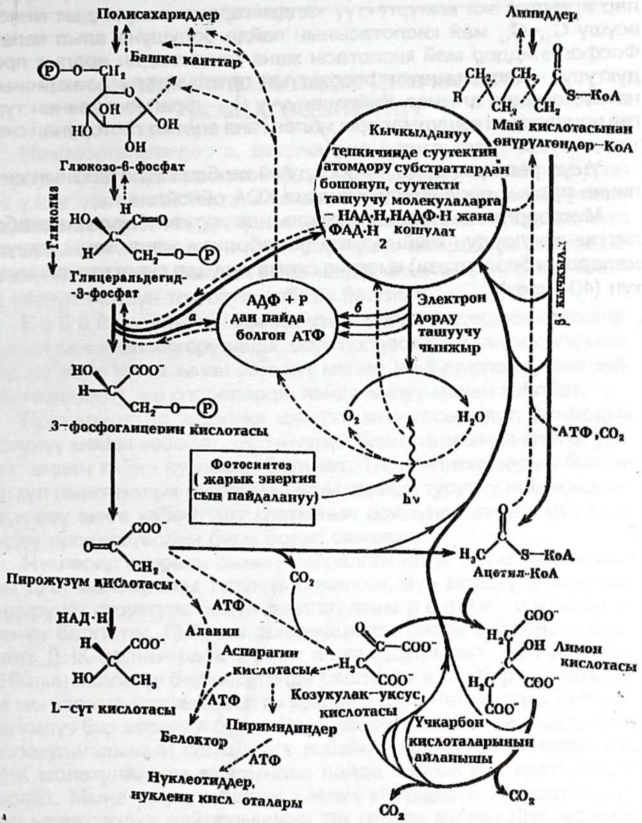
Хемолитоавтотрофтук микроорганизмдердин клеткасында жүргөн углеводдордун жана башка органикалык заттардын синтезделишинин өзгөчөлүктөрүнө токтолобуз. Ушул микроорганизмдер ишке ашырган органикалык эмес заттардын кычкылдануусу энергиянын бөлүнүшү менен жүрөт жана микробдорго энергияны АТФ формасында чогултууга мүмкүнчүлүк берет. Хемолитоавтотрофтордун көмүр кычкыл газды өздөштүрүү механизми фотосинтездегидей, б.а. калыбына келтирүүчү пентозофосфат же Кельвин цикли аркылуу жүрөт. Ушул цикл эукариоттор үчүн дагы, прокариоттор үчүн дагы универсалдуу (жалпы) мааниге ээ, алар CO_2ни көмүртектин негизги булагы катары пайдаланышат.

Хемолитоавтотрофтук бактериялардын клеткаларында рибулозо –1,5 дифосфат (PO_3H_2–CH_2O, CO-COOH–CHOH. CH_2O–PO_3H_2) бар экендиги табылган, ал рибулозадифосфат карбоксилаза ферментинин таасири астында CO_2ни сиңирип, фосфоглицерин кислотасынын пайда болушуна алып келет. Бул кислота фосфоглицерин альдегидге, ал болсо фруктозодифосфатка, андан кийин глюкозо – 6-фосфатка, аягында глюкозага айланат.

Органикалык эмес кошулмаларды кычкылдандыруудан топтолгон энергиянын бир бөлүгү CO_2 газын глюкозага чейин калыбына келтирүүгө сарпталат, ал эми бир бөлүгү микробдук клетканын органикалык кошулмаларын синтездөөгө жумшалат.

Липиддердин биосинтези. Микроорганизмдердин липиддери, химиялык жактан гетерогендик топтор болуп эсептелет, аларга төмөнкү кошулмалар кирет: майлар, фосфолипиддер, стероиддер, изопреноиддер жана поли – β-оксимай кислотасы. Алар 2 топко бөлүнөт. 1-топко эфирдик байланыштар менен биригишкен май кислотасын кармаган липиддер, экинчисине изопрен сыяктуу кайталануучу беш көмүртектик калдыктардан турган липиддер кирет. Май кислоталары өз алдынча бөлөк синтезделет жана андан ары эфирдик байланыштардын жардамы менен эфирге айланат. Узун чынжырлуу май кислотасынын биосинтези үчүн алгачкы зат катары, ошондой эле үч карбон кислотасынын аралык продуктасы – ацетил КОА кызмат кылат. Май кислотасынын синтези үчүн маанилүү ролду ацетил-ташуучу белок – АТБ ойнойт.

Узун чынжырлуу май кислотасынын синтези ацетил тобун ацетил КОАдан АТБга өткөрүп туруусу менен башталат. Ушул комплекс негиз катары кызмат кылат, ага эки көмүртектүү кошул-



40-сүрөт. Клеткада жүргөн зат алмашуу жолдорунун кыскача схемасы.

малар (C_2 – фрагменттер) ташылат. Бир катар аралык продуктулар аркылуу эки көмүртектүү калдыктардын акырындык менен өсүшү C_{14}–C_{18} май кислотасынын пайда болушуна алып келет. Фосфолипиддер май кислотасы жана гликолиздин аралык продуктусу – диоксиацетонфосфаттын ортосундагы реакциянын натыйжасында алынат. Кайталануучу C_5 – фрагментеринен турган полизопрен кошулмалары жалаң гана ацетил топторунан синтезделет.

Ушул реакцияларда чоң ролду үч карбон кислотасынын циклинин аралык продуктусу – ацетил КОА ойнойт.

Микроорганизмдердин клеткасында жүргөн бардык метаболиттик жолдордун жыйындысы (катаболизм жана жаңы кошулмалардын биосинтези) кыскача схема түрүндө сүрөттөлүшү мүмкүн (40-сүрөт).

МИКРООРГАНИЗМДЕРДИН ӨСҮШҮ ЖАНА КӨБӨЙҮШҮ

Микроорганизмдерге, бардык эле башка тирүү жандыктар сыяктуу эле өсүү жана көбөйүү мүнөздүү. Клеткалардын өсүшү деп анын бардык химиялык компоненттеринин (мисалы, белоктордун РНК, ДНК) санынын жогорулашы, аягында клетка массасынын жана өлчөмүнүн чоңойушу. Микробдук клетканын өсүшү чексиз эмес, белгилүү бир чоңдукка жеткенден кийин, клетка өзүнүн өсүшүн токтотуп, көбөйө баштайт.

Көбөйүү – популяцияда микроорганизмдердин клеткаларынын санынын жогорулашы. өсүү процессинде микроорганизмдер же экиге туурасынан бөлүнүү менен, же бүчүрлөнүү (өтө сейрек кездешет), же спораларды пайда кылуу менен көбөйөт.

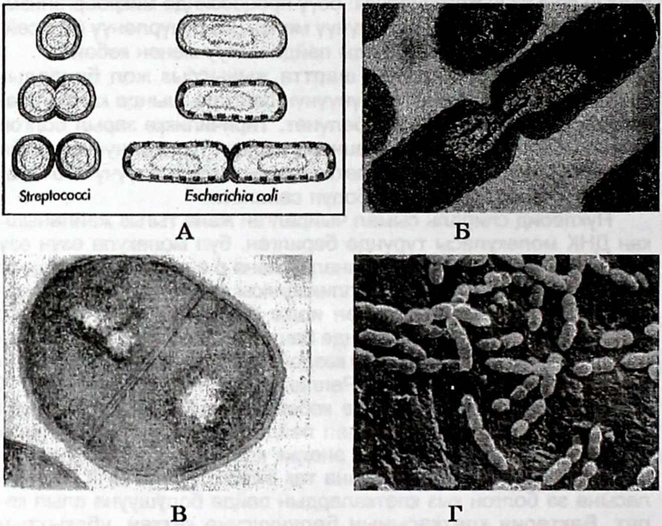
Прокариоттор кадимки шартта жыныссыз жол бинардык бөлүнүү менен көбөйөт. Бөлүнүүнүн башталышында клетка узарат, андан кийин нуклеоид бөлүнөт. Тиричиликке зарыл болгон бүткүл генетикалык информацияны кармап туруучу нуклеоиддин өзүн өзү экиге көбөйтүшү клетканын өсүшүндө өтүүчү өтө маанилүү процесстердин бири болуп саналат.

Нуклеоид спираль сымал чыйралган жана тыгыз жайланышкан ДНК молекуласы түрүндө берилген, бул молекула өзүн өзү өндүрүүчү структура болуп саналат жана репликон деген ат менен белгилүү. ДНКнын репликациясы (экиге көбөйүшү) фермент ДНК-полимераза менен ишке ашырылат. Бул процесс ДНКнын белгилүү бир чекитинде башталат жана бир эле мезгилде эки карама-каршы багытты көздөй жүрөт. Репликация ДНКнын белгилүү бир жеринде бүтөт. Репликациянын натыйжасында ДНК молекулаларынын саны экиге көбөйөт. Жаңыдан синтезделген ДНК молекулалары акырындап пайда болгон кыз клеткаларга тарайт. Мына ушунун баары энелик клеткадагы нуклеотиддердин ырааттуулук жайланышына так окшош келген ДНК молекуласына ээ болгон кыз клеткалардын пайда болушууна алып келет. Бактерия клеткасынын бөлүнүүсүнө кеткен убакыттын 80%тин ДНКнын репликациясы ээлейт деп эсептелет.

Репликация аяктагандан кийин клеткалардын ортосундагы тосмолордун пайда болушуна алып келүүчү татаал процесстер

башталат. Алгач клетканын эки жагынан тең эки катмар цитоплазма мембранасынын өсүп жайылышы башталат, андан кийин алардын ортосунда пептидогликан синтезделет жана эки катмар цитоплазма мембранасынан жана пептидогликандан турган тосмо пайда болот.

ДНКнын экиге көбөйүү мезгилинде жана бөлүнүп жаткан тосмонун пайда болушунда микроорганизмдердин клеткасы тынымсыз өсөт.Ушул мезгилде клетка кабыгынын пептидогликаны цитоплазма мембранасынан синтезделет, ошондой эле жаңы рибосомалар жана башка органеллалар, цитоплазманын составына кирүүчү кошулмалар синтезделет. Бөлүнүүнүн акыркы стадиясында кыз клеткалар бир-биринен ажырайт. Кээ бир бактерияларда бөлүнүү процесси аягына чейин жүрбөйт, ошондуктан клеткалардын чынжыры пайда болот (41-сүрөт) .



41-сүрөт: А-Бактерия клеткасынын бөлүнүү схемасы, Б – Escherichia coli бактерия клеткасынын бинардык бөлүнүшү, В-Sporosarcina ureae, бактерия клеткасынын эки кыз клеткасына тең бөлүнүшүнүн электрондук сүрөтү, Г – Streptococcus mutants бактериясынын бөлүнүүдө пайда болгон клеткалык чынжырлары (7,600x) *(Р.М. Атлас боюнча)*

Таякча түрүндөгү бактериялардын бөлүнүшүндө клеткалар узунунан өсөт (клеткалардын диаметри өзгөрүлбөйт). Качан гана бактериялардын узундугу экиге чоңойгондо таякча ортосунан ичкерет жана андан кийин эки клеткага бөлүнөт. Көбүнчө клетка эки бири-бирине барабар бөлүктөргө (изоморфтук бөлүнүү) бөлүнөт, бирок тең эмес бөлүнүү (гетероморфтук) да кездешет, андан кыз клеткасы энелик клеткадан чоңураак келет. Спирохеттер, риккетсиялар, кээ бир козу карындар жана ачыткыч козу карындар, жөнөкөй жана башка организмдер туурасынан бөлүнүү менен көбөйүшөт.

Миксобактерияларда кээ бир учурларда "жыныстык" процесс же коньюгация байкалат.

Микроорганизмдердин клеткаларынын өсүшүнүн жана өнүгүшүнүн негизинде микробдук укум-тукумдардын колониясы пайда болот.

Микроорганизмдер генерация (1 муун) убактысы менен туюндурулган жогорку ылдамдыктагы көбөйүү темпи менен айырмаланат. Генерациянын (муундун) убактысы микроорганизмдердин түрү, жашы жана сырткы чөйрөнүн шарттары (тамак чөйрөсүнүн составы, температура, pH жана башка факторлор) менен аныкталат.

Жагымдуу шартта көпчүлүк микроорганизмдерде генерациянын убактысы 20-30 мин ичинде өтөт. Ушундай ылдамдыктагы өсүүдө 2 сааттын ичинде 6 муунду алууга болот (адам баласында ушунча муунду алыш үчүн 120 жыл талап кылынат). Бактериялардын өтө көп ылдамдыкта көбөйүү жөндөмдүүлүгүнө байланыштуу, жаратылышта алардын саны башка тирүү организмдердин санынан басымдуулук кылат. Бирок бактериялар 20 минуталык генерацияга ээ болгону менен узак мөөнөткө чейин эле ушундай ылдамдыкта өсө албайт. Эгерде ушундай өсүп өнүгүү мүмкүн болсо, анда ичеги таякчасынын (Escherichia coli) бир жападан жалгыз клеткасы 24 сааттын ичинде 1022 жакын өзүнөн кийинки тукумдарды бермек, алардын жалпы массасы бир нече ондогон миң тоннаны түзмөк дагы, 24 сааттан кийин ушул бактериянын кийинки муундарынын массасы жердин массасынан бир нече жолу ашып түшмөк. Азыктын жетишсиздиги, ажыраган продуктулардын чогулушу бактериялардын дүркүрөп өсүп өнүгүшүн чектейт. Атайын түзүлгөн агын чөйрөдө – азык заттары тынымсыз берилип турса, бактериялар ар бир 15-18 мин ичинде бөлүнүшү мүмкүн.

Суюк чөйрөдө, туюк идиштерде өстүрүлгөн микроорганизмдердин өсүшүнө жүргүзүлгөн байкоолор, алардын өсүшүнүн ылдамдыгы белгилүү бир убакыттын ичинде өзгөрүлө тургандыгын көрсөттү. Азык чөйрөсүнө киргизилген микроорганизмдер дароо эле өнүкпөйт, алар чөйрөнүн шарттарына көнө баштайт. Андан кийин алардын чоң ылдамдык менен көбөйүшү башталат, алар өтө чоң чектерге чейин жетет. Бара-бара азык заттардын запасынын түгөнүшү, зат алмашуу продуктуларынын чогулушу менен өсүү басаңдап, андан кийин такыр эле токтоп калат. Бактериялардын өсүп өнүгүшү бир нече фазалардан турат (42-сүрөт).

42-сүрөт. Бактериялардын өсүү фазаларын чагылдырган ийри сызык.

I. А л г а ч к ы (стационардык) фаза, азык чөйрөсүнө микроорганизмдерди киргизүүдөн башталат дагы, 1ден 2 саатка созулат. Ушул мезгилдин ичинде бактериялардын саны көбөйбөйт жана клеткалар өспөйт.

II. Л а г фаза – көбөйүүнүн кармалып, токтоп туруу мезгили. Ушул мезгилде жаңы азык чөйрөсүнө киргизилген бактериялар интенсивдүү өсө баштайт, бирок алардын бөлүнүү ылдамдыгы төмөн бойдон кала берет.

Ушул биринчи эки фазалар бактерия популяциясынын жаңы чөйрөгө ыңгайлануу мезгили деп аталат. Лаг фазанын алдында клеткалар өзүнүн көлөмүн чоңойтот. Лаг фазанын узактыгы сырткы чөйрөнүн шартына, ошондой эле бактериялардын жашына жана түрлүк өзгөчөлүгүнө жараша болот.

III. И н т е н с и в д ү ү л о г а р и ф м а л ы к к ө б ө й ү ү фазасы. Бул фазада бактериялардын көбөйүшү өтө чоң ылдамдык менен жүрөт, клеткалардын саны геометриялык прогрессия менен көбөйөт.

IV. Т е с к е р и с и н ч е ы л д а м д а н у у фазасында бактериялардын клеткаларынын активдүүлүгү төмөндөйт, генерация мезгили узара баштайт. Көбөйүүнүн акырындап жай жүрүп калуусунун себеби азык чөйрөсүнүн түгөнүшү жана анда уу заттардын чогулушу. Кээ бир бактериялар көбөйүүсүн токтотот жана өлүмгө учурайт.

V. С т а ц и о н а р д ы к (туруктуу) фаза – кайрадан жаңы пайда болгон клеткалардын саны өлүмгө учураган клеткалардын санына барабар. Ошондуктан тирүү клеткалардын саны бир нече убакыт бою өзгөрүлбөй кала берет.

VI-VIII. Ө л ү м г ө у ч у р о о фазасы, мында өлгөн клеткалардын саны көбөйүүдөн үстөмдүк кылат. VI – фаза өтүп жатканда өлгөн клеткалардын саны жогорулайт. VII – фазада клеткалар туруктуу ылдамдык менен өлө баштайт. VIII – фазада бактериялардын өлүмгө учуроо ылдамдыгы акырындап төмөндөйт.

МИКРООРГАНИЗМДЕРДИН КӨМҮРТЕК КОШУЛМАЛАРЫН АЙЛАНТЫШЫ

Кычкылтектин жана көмүртектин жаратылышта айланышы

Микроорганизмдер жаратылыштагы бардык маанилүү биологиялык элементтердин, алардын ичинен көмүртектин жана кычкылтектин жаратылышта айлануусунда эң чоң роль ойнойт. Көмүртектин айланышында кычкылтектин бөлүнүп чыгышы жана сиңирилиши менен байланышкан эки процесс жүрөт:

1) CO_2 газынын сиңирилиши менен жүргөн кычкылтекүү фотосинтез процесси,

2) CO_2 газын бөлүп чыгаруу менен жүргөн органикалык заттардын минералданышы.

Биринчи процессти татаал түзүлүштөгү өсүмдүктөр, балырлар жана цианбактериялар ишке ашырат. Ал процесс көмүртектин кычкылданган формасын (CO_2) калыбына келген формасына (органикалык заттардагы)өтүшүн камсыз кылат, мында калыбына келген кычкылтек (H_2O) молекулалык (O_2) формасына чейин кычкылданат.

Экинчи процессти микрорганизмдер ишке ашырат, ал кычкылтекти сиңирип алуу менен жүрөт жана түздөн түз же кыйыр калыбына келген кычкылтек менен байланышта болот да, фотосинтез процесси үчүн керектелүүчү заттарды – CO_2 жана H_2O пайда кылат.

Абада көлөмү боюнча 0,003% ке жакын CO_2 кармалып турат. Атмосфердагы көмүр кислотасынын ушул көлөмдө туруктуу абалда кармалып турушу фотосинтез менен минералдашуунун ортосундагы тең салмактуулук менен камсыз кылынат. Эгерде абадагы CO_2 газы толукталып турбаса, анда жогоруда көрсөтүлгөн көлөм (0,03%) 20 жылга жетпей бүт бойдон фотосинтезге сарпталып кетмек.

Жер бетиндеги органикалык заттардын жылдык продукциясы болжол менен $33x.10^{11}$ тоннага жетет. Ушул заттын негизги массасын өсүмдүк кошулмалары түзөт. Өсүмдүк калдыкта-

рынын химиялык составында татаал белоктор, аминокислоталар, көмүртектүү кошулмалар (клетчатка, лигнин, гемицеллюлоза), ошондой эле майлар, мом ж.б.бар.Массасы боюнча целлюлоза, гемицеллюлоза жана лигнин басымдуулук кылат.

Өсүмдүктөр өлүмгө учурагандан кийин, өсүмдүк организми тарабынан түзүлгөн органикалык заттардын ажырап бузулушу жүрөт. Анда өсүмдүк жана жаныбарлар дүйнөсүнүн ар түрдүү өкүлдөрү – микроорганизмдерден баштап жогорку омурткалуу жаныбарларга чейин катышат. Ажырап бузулуунун негизги эки тиби белгилүү: **фитогендик жана зоогендик.**

Органикалык заттардын **фитогендик ажыроосу** козу карындардын (төмөнкү жана жогорку түзүлүштөгү), бактериялардын, актиномицеттердин жана башка микроорганизмдердин катышуусу менен жүрөт, ал эми зоогендик – омурткасыз жаныбарлардын (жөнөкөйлөрдүн, курт-кумурскалардын, моллюскалардын), сүт эмүүчүлөрдүн катышуусу менен жүрөт. Органикалык заттардын ажырап бузулуусунун негизги тиби – фитогендик ажыроо. Жаныбарлар дагы маанилүү ролду ойнойт: алар өсүмдүктөр менен азыктанып, микроорганизмдердин спораларын өздөрү менен кошо таратат. Топуракта ушул эки процесс бир мезгилде жүрөт деп эсептөө туура болот. Өсүмдүк калдыктарынын составына кирген заттардын өтө эле ар түрдүүлүгү, алардын микроорганизмдердин таасирине болгон туруктуулугунун ар кандай деңгээлде болушу, алардын ажырап бузулушунун баскыч – баскыч менен жүрүшүн камсыз кылат. Жөнөкөй жана аз полимерленген канттар (моно жана дисахариддер) өтө бат ажырап бузулат.

Полисахариддер (крахмал, гемицеллюлозалар, пектиндер, майлар) жай бузулат. Микроорганизмдердин таасирине туруктуу клетчатка жана ага жакын келген кошулмалар, ал эми өтө эле туруктуу – лигнин болуп эсептелет, ошондуктан ал топуракта чогулууга жөндөмдүү.

Чөйрө шарттарына жараша органикалык заттар аэробдук жана анаэробдук микроорганизмдер тарабынан бузулууга учурайт. Анаэробдук микроорганизмер менен бузулган органикалык заттардын акыркы продуктылары органикалык кислоталар жана спирттер, аэробдук микроорганизмдер катышкандагы продукт – CO_2 жана H_2O.

Төмөндө азотсуз органикалык заттардын анаэробдук жана аэробдук микроорганизмдер менен айлануу процесстерин карап көрөбүз.

СПИРТТИК АЧУУ

Спирттик ачууда микроорганизмдер углеводду этил спиртин пайда кылуу менен айландырат:

$$C_6H_{12}O_6 = 2\ CH_3\ CH_2OH + 2\ CO_2$$

Спирттик ачууну чакыруучуларга кээ бир ачыткыч козу карындар, негизинен Saccharomyces уруусунун S. cerevisiae, S. vini, S.globosus өкүлдөрү кирет.

Этил спиртин жана CO_2 газын пайда кылуу менен ачыткыч козу карындардын канттарды ачытышы Эмден-Мейергоф-Парнас жолу менен жүрөт. Мында этил спиртинен башка дагы сивуш майлары деп аталган заттар – амил, изоамил, изобутил ж.б. спирттер пайда болот.

Адатта спирттик ачуу кычкыл чөйрөдө (pH 4-5) өтөт. Эгерде азык заттар кармаган чөйрөнүн реакциясын щелочтук деңгээлде (pH -8) кармай турган болсок, анда ачуунун негизги продуктусу глицерин болуп эсептелет. Мындай учурда спирттик ачуу төмөнкү теңдеме менен жазылат:

$$2\ C_6\ H_{12}\ O_6 + H_2\ O = CH_3\ COOH + CH_3CH_2\ OH + 2\ CH_2\ OH$$

Эгерде ачуу процесси сульфит натрийдин (Na_2SO_3) катышуусу менен жүрсө, глицериндин чыгышы андан ары жогорулайт. Мында уксус альдегиди сульфит менен байланышат жана суутек менен этил спиртине чейин калыбына келе албайт. Суутекти кабыл алуучу болуп аралык кошулма диоксиацетонфосфат кызмат кылат, ал алгач фосфоглицеринге, анан фосфат тобу бошолуп кеткенден кийин глицерин пайда болот.

Бардык эле канттар ачыткыч козу карындар менен ачууга учурабайт. Гексозалар жакшы өздөштүрүлөт. Бирок пентоздорду белгилүү гана сандагы ачыткыч козу карындар пайдаланат. Татаал канттар ачуунун алдында ачыткыч козу карындардын ферменттеринин таасири астында моносахариддерге ажырап бузулат.

Ачыткычтардын өсүп өнүгүү температуралык диапозону кеңири (3-5^0 ден 38-40^{0}С).

Ачуу процессинде төмөнкү жана жогорку козу карындар катышат. Жогоркуларын 18-30^{0}С температурада өтүүчү ачуу процесстеринде пайдалынылат. Ушул шартта адатта көмүр кислотасынын бөлүнүшү жана көбүк пайда болуу жүрөт. Ачыткыч карындар өздөрү болсо, ачып, көбүрүп жаткан суюктуктун үстүнкү бетине көтөрүлөт. Ушул жогорку ачыткычтардын ичинен көбүнчө

S. cerevisiae расасы спирт өндүрүү өнөр жайында, нан бышырууда ж.б. пайдаланылат. Төмөнкү ачыткыч козу карындарды төмөнкү температурада (4–10°C) өтүүчү ачуу процесстеринде колдонулат. Мында ачуу процесси тынч жүрөт, ал эми ачыткыч клеткалардын массасы идиштин түбүндө калат. Мындай ачыткычтар пиво кайнатуу өнөр жайында пайдаланылат, булар дагы S. cerevisiae расалары, бирок төмөнкү температурага ыңгайланган түрлөрү колдонулат. Вино жасоодо негизги ролду S. vini, Sac.var.ellipsoides ойнойт.

Ачыткыч козу карындар чөйрөнүн нейтралдык реакциясында деле өрчүй алышат, бирок ачытуу чөйрөнү кычкылдандырганда активдүүрөөк жүрөт. Ошондуктан практикада ачыткычтардын көбөйүшү үчүн кычкыл чөйрө түзүлөт, ошондой эле башка бөтөн бактериологиялык микрофлораныны өнүгүшү мындай чөйрөдө начарлайт.

Спирттик ачуунун мааниси өтө чоң. Бул процесс вино жасоонун, пиво кайнатуунун, спирт өндүрүүнүн, нан бышыруунун негизи. Ушул тармакта ачыткыч козу карындардын таза культурасы колдонулат. Ошондой эле ачыткыч козу карындар тоют белокторун жасоодо да пайдаланылат. Кийинки мезгилде тоют ачыткыч козу карындарын нефт өнөр жайынын таштандыларында өстүрүп алуу ыкмасы иштелип чыккан.

Ачыткыч козу карындардын кээ бир түрлөрү өзүнүн клеткаларында көп санда май чогултууга жөндөмдүү. Ушундай жол менен май алуу үчүн алар сунуш кылынган. Дагы бир башка түрлөрү көп сандаган витаминдерди чогултууга жөндөмдүү болгондуктан, алардын негизинде медицина жана айыл-чарба үчүн витаминдерди өндүрүү жөнгө салынган.

Бирок, бардык эле ачыткыч козу карындар адам үчүн пайда алып келбейт. Ачытуу процессинде катышпаган ачыткычтардын ичинде тамак продуктуларын жана винолорду бузуучу зыянкечтери да бар.

Ачыткыч козу карындар жаратылышта кеңири таралган – топуракта, өсүмдүктөрдүн үстүнкү беттеринде ж.б.

СҮТ КЫЧКЫЛ АЧУУ

Атайын бир топтогу бактериялар тарабынан чакырылган сүт кычкыл ачуу процессинде глюкозанын сүт кислотасына чейин ажырашы жүрөт, көмүр кислотасы, CO_2, кээ бир учурларда этил спирти кошумча продуктулары болуп саналат.

Сүт кычкыл ачыткыч бактериялары менен ишке ашырылган үч типтеги ачуу процесси бар экендиги белгилүү:

1. Гомоферменттик сүт кычкыл ачуу, мында глюкозадан жалаң гана сүт кислотасы пайда болот:

$$C_6H_{12}O_6 = 2\ CH_3\ CHOHCOOH$$

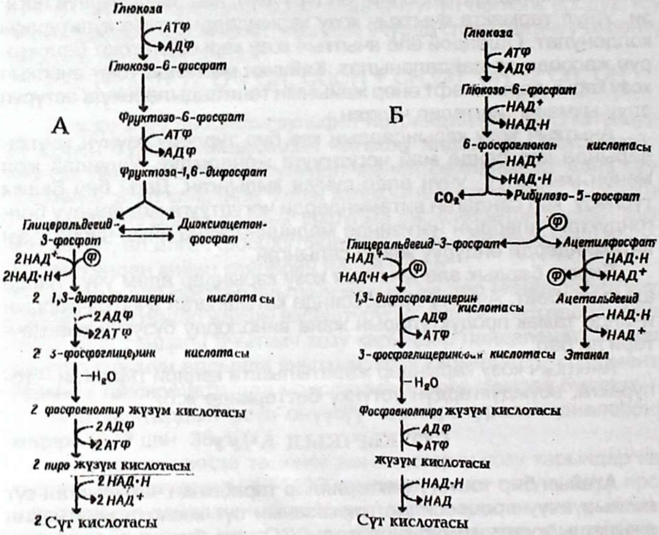
2. Гетероферменттик сүт кычкыл ачуу, мында глюкозадан сүт кислотасынан башка дагы этил спирти жана CO_2 алынат:

$$C_6H_{12}O_6 = CH_3\ CHOHCOOH + CH_3CH_2OH + CO_2$$

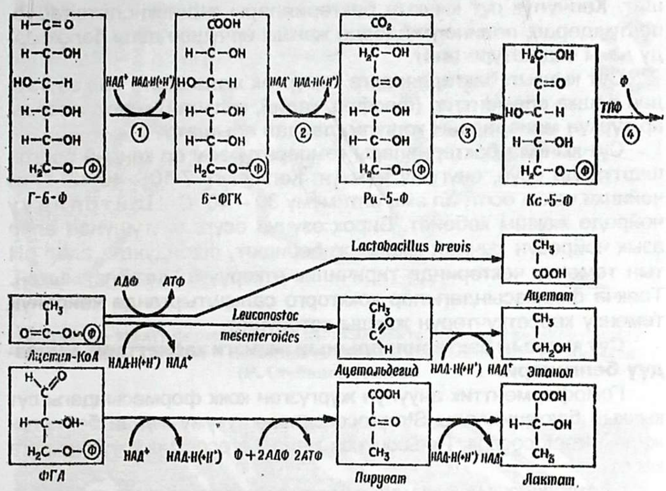
3. Бифидиобактериялары менен чакырылган бифидио ачуу, мында глюкозадан уксус жана сүт кислоталары пайда болот:

$$C_6H_{12}O_6 = 3\ CH_3COOH + 2\ CH_3CHOHCOOH$$

Гомоферменттүү сүт кычкыл ачуунун негизинде Эмбден-Мейергоф-Парнас жолу менен жүрүүчү реакциялар, ал эми бифидио ачуунун негизинде – Этнер-Дудоров жана пентозофосфаттык жол менен жүргөн реакциялар жатат (43-сүрөт).



43-сүрөт. Сүт кычкыл бактериялары ишке ашырылган глюкозанын ажыроо жолдору: А – гомоферменттик ачуу, Б – гетероферменттик ачуу.



44-сүрөт. Lactobacillus brevis жана Leuconostoc mesenteroides бактериялары жүргүзгөн гетероферментативдик сүткычкыл ачуу процесси. Ферменттер: 1– глюкоза – 6– фосфат-дегидрогеназа; 2– 6– фосфоглюконатдегидрогеназа; 3– эпимераза; 4-пентозофосфокетолаза.

Сүт кычкыл бактериялары (Streptococcus cremoris, Leuconostoc cremoris) ачыткан чөйрөлөрдө аз санда болсо дагы ацетон жана диацетил заттары чогулушу мүмкүн, алар жагымдуу жытка ээ болушат. Ошондуктан, ушул бактериялар өрчүгөн продуктуларга ошол жыт берилет (44-сүрөт).

Глюкозадан башка дагы сүт кычкыл бактериялары көп сандаган канттарды: фруктозаны, галактозаны, маннозаны, сахарозаны, лактозаны, мальтозаны, пентозаны ачытат.

Сүт кычкыл бактериялары – анаэробдор, бирок, алар кычкылтектүү чөйрөдө деле өнүгүшү мүмкүн .

Ушул бактериялар энергиянын булагы катары негизинен моно- жана дисахариддерди (полисахариддердин кээ бир түрлөрүн гана ачытат) пайдаланышат.

Сүт кычкыл бактериялары азоттук азык булактарына өтө муктаж болушат. Алар азоттун органикалык формасын пайдаланы-

шат. Көпчүлүк сүт кычкыл бактериялары аминокислоталарда, пептиддерде, полипептиддерде жакшы өрчүшсө дагы белокторду дагы өздөштүрө алат.

Сүт кычкыл бактерияларга көмүртек жана азоту бар заттардан башка элементтер (фосфор, калий, кальций) керек, аларды ар түркүн минералдык кошулмалардан алышат.

Сүт кычкыл бактериялары температурасы ар кандай болгон шарттарда өсүп, өнүгүшү мүмкүн. Көпчүлүгү 7-10 – 40-42^0 С ге чейинки чекте өсөт, ал эми оптимуму 30 – 40^0 С Нейтралдуу чөйрөдө жакшы көбөйөт. Бирок өзүнүн өсүп, өнүгүшүндө алар азык чөйрөсүн кычкыл кылып жиберишет, ошондуктан алар pH тын төмөнкү чектеринде тиричилик өткөрүүгө ыңгайланышкан. Таякча формасындагылар коккторго салыштырганда чөйрөнүн төмөнкү көрсөткүчтөрүн жакшы көтөрүшөт.

Сүт кычкыл бактерияларынын негизги касиеттери, мүнөздүү белгилери.

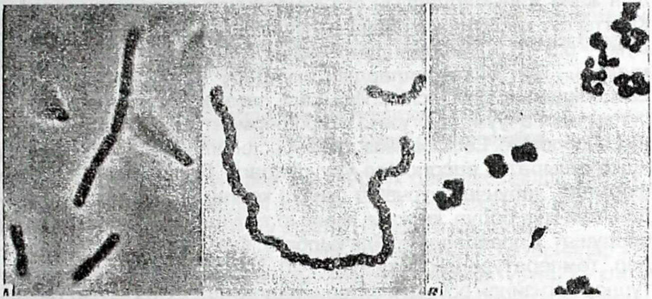
Гомоферменттик ачуунун жүргүзгөн кокк формасындагы сүт кычкыл бактериялары Streptococcaceae тукуму менен берилген жана Streptococcus, Pediococcus жана Aerococcus уруулары ага кирет.

Streptococcus уруусундагы бактериялар тегерек же сүйрү, жоондугу 0,5 – 0,6 ден 1 мкм чейин жеткен клеткалар, жалгыздан, түгөй болуп же чынжырларды түзүп жайгашышат. Алар жаратылышта кеңири таркалып, өсүмдүктө, топуракта, кыкта, ошондой эле сүттө ж.б. субстраттарда кездешет. Бул урууга төмөнкү түрлөр кирет: Streptococcus lactis, Str.cremoris, Str.diacetilactis, Str.thermophilus. Str.thermophilus жогорку температурада (50^0 С) өнүгүүгө жөндөмдүү. Болгар таякчасы (Lactobacillus bulgaricus) менен бирдикте айран жасоодо колдонулат. Ошондой эле, кээ бир сырларды өндүрүүдө дагы пайдаланылат (45-сүрөт).

Pediococcus уруусундагылардын өкүлдөрү – грам оң, спора пайда кылбоочу кыймылсыз кокктор, түгөй-түгөй, тетрада түрүндө же жалгыздан жайланышат. Гомоферменттик сүт кычкыл ачуусуну ишке ашырат.

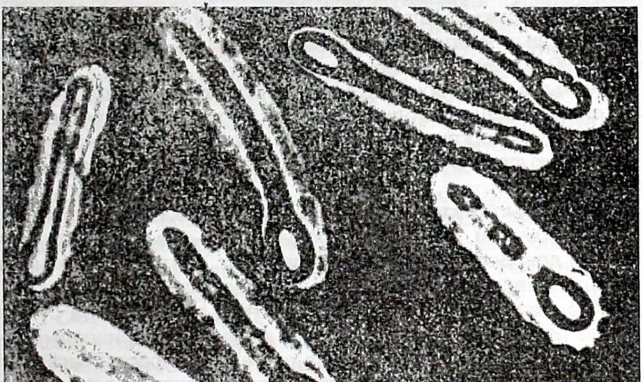
Lactobacillus уруусу таякча түрүндөгү бактерияларды бириктирет, аларга ар кандай – тегерек, дан сымал же узун жип сымал форма мүнөздүү. Жалгыздан, жуп-жуп болуп же чынжыр түрүндө жайланышат.

Ушул урууга кирген бактериялар сүт, дан жана эт продуктуларында, пиводо, винодо, туздалган маринаддарда, сууда, адам-



А Б В

45-сүрөт. А түрдүү формадагы сүт кычкыл бактериялары (фазаконтрастуу микроскоп х 2180). А – Lactobacillus, Б – Streptococcus, В – Pediococcus (Р. Стейниер боюнча)



46-сүрөт. Май кычкыл ачууну жүргүзгөн Clostridium уруусуна кирген бактериялар. (С.Робиноу боюнча)

дын жана жаныбарлардын ооз көңдөйүндө кездешиши мүмкүн. Кантты сүт кислотасын пайда кылуу менен ачытат. pH-тын оптимуму – 5,5 – 5,8, бирок андан төмөнкү маанилерде деле өнүгүшү мүмкүн. Бул бактериялардын өкүлдөрү (Lactobacillus lactis, Lact.bulgaricus, Lact. acidophilus, Lact. casei ж.б.) гомоферменттик сүт кычкыл ачууну жүргүзөт.Гетероферменттик сүт кычкыл ачууну Leuconostoc, Lactobacillus, Bifidiobacterium уруусунун өкүлдөрү ишке ашырат. Leuconostoc уруусундагы бактериялар тегерек формада, көбүнчө буурчакка окшош келген клеткалар. Жалгыздан, жуп-жуп болуп, кыскача чынжыр түрүндө жайгашат. Грам оң боелушат. Спораларды пайда кылбайт. Факультативдик анаэробдор, температуралык оптимуму –20–30^0 С. Ушул урууга кирген түрлөр негизинен өсүмдүк материалдарында (кээдэ сүттө) табылган.

Bifidiobacterium уруусуна түз же бутактанган – ν-формасындагы эки ачаланган, төөнөгүч формасындагы бактериялар кирет. Спора пайда кылбайт, кыймылсыз, грам оң боелот. Булар анаэробдук бактериялар, негизги өкүлү B. bifidium.

Бифидиобактериялар – адамдын, жаныбарлардын, курт-кумурскалардын ичегисинде жашайт. B.bifidium – адамдын заңынын 50-90 % микробдук маңызын түзөт.

Сүт кычкыл бактериялардын антибиотиктерди синтездөө (низин, диплококцин, лактолин, бревин ж.б.) жөндөмдүүлүгүнө байланыштуу, бул организмдер өздөрүн адамдын, жаныбарлардын оорусун чакырган микрофлорага каршы антагонистер катары алып жүрүшү мүмкүн.

Сүт кычкыл бактериялары өтө чоң практикалык мааниге ээ. Алар сүт кычкыл, ачытылган продуктуларды, сыр, кычкыл каймак май даярдоодо кеңири пайдаланылат. Сүттө кездешкен сүт кычкыл бактериялары адатта анын уюшун, иришин чакырат.

Жер шаарынын ар түрдүү климаттык зоналарында сүттүн ичинде ар кандай түргө кирген сүт кычкыл бактериялары кездешет. Түндүк зонасында адатта сүттө Streptococcus lactis, ал эми түштүктө – таякча түрүндөгү бактериялар (Lactobacillus caucasicus, Lact. bulgaricus) болот. Ошого байланыштуу, ар түрдүү зоналар кычкыл сүт даамдык сапаты боюнча бирдей эмес. Ар бир өлкөдө өзүнүн улуттук сүт кычкыл продуктулары бар.

Өндүрүштүк шарттарда пастерелген сүттү ылайык келген бактериялардын таза культуралары менен жугуштуруп ар түркүн сүт кычкыл продуктылары даярдалат. Ушул максатта сүт кычкыл

стрептококк (Streptococcus lactis), болгар таякчасы (Lact.bulgaricus), ацидофилдик таякча (Lact.acidophilus) ж.б. микроорганизмдер колдонулат.

Clostridium уруусундагы бактериялар чакырган ачуу процесстери

Clostridium уруусундагы анаэробдук бактерияларды 1861-ж. Л.Пастер ачып, булардын кээ бирлери май кислотасын пайда кылуу менен углеводдорду ачыта тургандыгын тапкан.

Азыркы мезгилде ушул урууга 60 тан ашкан бактериялар кирет. Clostridium уруусундагы бактериялар таякча түрүндөгү клеткалар. Адатта алар кыймылдуу, перитрих шапалактары менен жылышат. Спораларды пайда кылат. Споралары тегерек жана сүйрү формада болот, көбүнчө энелик клетканы чоюп, кеңейтет (46-сүрөт). Грам оң боелот. Облигаттык анаэробдор. Хемоорганогетеротрофтор. Кантты, көп атомдуу спирттерди, аминокислоталарды,органикалык кислоталарды, пуриндерди, пиримидиндерди ж.б. органикалык кошулмаларды ачытып ажыратат. Бир катар түрлөрү атмосферанын молекулалык азотун топтоого жөндөмдүү. Тиричилик өткөргөн жерлери – топурак, суу көлчүктөр,адамдын жана жаныбарлардын тамак сиңирүү көңдөйүү.

Clostridium уруусуна кирген бардык түрлөрү тигил же бул органикалык кошулмаларды ачытуусуна жараша топторго биригишет.

1-топ кант бузуучулар. Алар эрүүчү углеводдорду, крахмалды же пектинди, май, уксус кислоталарын, CO_2 жана H_2 пайда кылуу менен ачытышат. Кээ бирлери канттардан кошумча нейтралдык кошулмаларды (бутил спирти, ацетон, изопропил спирти жана бир аз сандагы этил спиртин) пайда кылат. Ушул топко май кычкыл жана ацетон бутил ачууну жүргүзүүчү бактериялар кирет: Clos. butyricum, Cl. pasteuranium, Cl. tyrobutyricum, Cl. acetobutylicum, Cl.butylicum ж.б.

2-топ протеолиттик түрлөрү : амин кислоталарды бузат. Белоктордун гидролизин ишке ашырат. Белоктуу чөйрөдө аммиактын, CO_2, H_2, май кислоталарынын жана башка өтө жагымсыз жыттуу, учуп кетүүчү кошулмалардын пайда болушу менен жүрөт. Бул топко төмөнкү түрлөрү кирет: Cl.sporogenes, Cl.perfingens, Cl. histolyticum ж.б. кирет.

3-топ – азоттуу циклдүү кошулмаларды – пуриндерди жана пиримидиндерди ажыратып бузуучу түрлөр. Cl.acidiurici жана Cl.

cylindrosporum таасири астында пуриндер аммиакка, уксус кислотасына жана CO_2 ге айланат. Пиримидиндер болсо Cl.uracilicum жана Cl oroticum тарабынан бузулат, мында урацил b – аланинге, CO_2, жана NH_3 чейин ажырайт, ал эми орот кислотасы болсо, уксус кислотасына, CO_2 жана NH_3 чейин ажырайт.

4-топ. Бул топко этил спирти менен уксус кислотасынын аралашмасын май жана капронкислотасын пайда кылуу менен ажыратуучу Cl.kluyveri түрү кирет.

Ачуу процесстеринин эки түрүнө толугураак токтолобуз.

Май кычкыл ачуу

Май кычкыл бактерияларынын эң негизги өкүлү – Clos. butyricum. Бул чоң таякча (1 – 2 – 10 мкм), жаш клеткалары кыймылдуу. Өнүгүүнүн акыркы стадияларында шапалактарын жоготот, ийик түрүндөгү формага келет жана клетканын ичинде запас затты-полисахарид бүртүкчөлөрүн топтойт. Алар ийик формасындагы жана барабан таякчасына окшош спораларды пайда кылат.

Май кычкыл бактериялары көмүртектин булагы катары моно- жана полисахариддерди, сүт жана пирожүзүм кислоталарын, маннит, глицерин жана башка кошулмаларды пайдаланат. Азоттун булагы катары ар кандай заттар – аминокислоталары, аммиак кошулмалары жана жада калса молекулалык азот кызмат кылат. Бирок татаал белоктук чөйрөдө углевод жок болуп калса, бул бактериялар начар өсөт же таптакыр өспөйт.

Май кычкыл ачуу Эмден-Мейэргоф-Парнас жолу менен канттардын жүзүм кислотасына айланышы менен башталат. Пирожүзүм кислотасынынын пайда болуу процесси өтө татаал, ошондуктан кыскача түшүнүк берүүгө аракет кылабыз.

Пирожүзүм кислотасынын ацетил – КоА, CO_2 жана H_2 айланышы атайын ферменттик система – пируватферродоксидоредуктазанын катышуусу менен жүрөт. Ацетилфосфат аркылуу ацетил – КоАдан уксус кислотасы синтезделет. Май кислотасынын пайда болушу эки молекула ацетил – КоАнын конденсацияланышынан башталат, анын негизинде ацетоацетил – КоА пайда болот, ал болсо бутирил – КоАга чейин калыбына келет. Май кислотасы бутирил – КоАнын гидролизге учурашынан алынат (47-сүрөт).

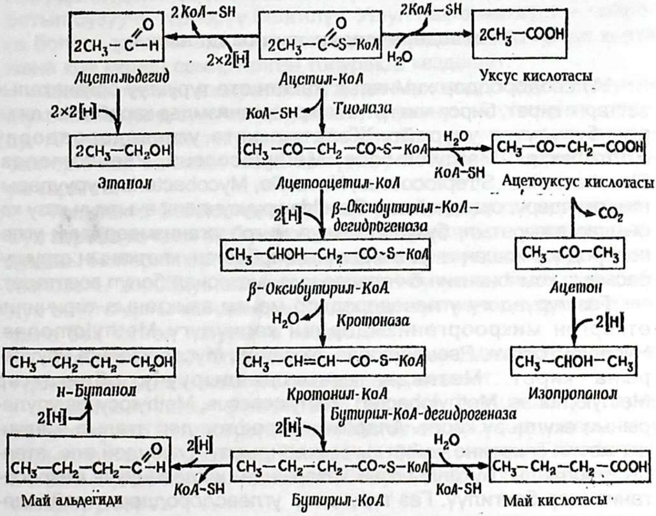
Май кычкыл ачуунун суммардык тендемеси төмөндөгүдөй түрдө болот:

$$4\ C_6H_{12}O_6=3CH_3CH_2CH_2COOH + 2CH_3COOH+8CO_2+8H_2$$

Май кычкыл бактерияларынын арасында мезофилдик жана термофилдик формалары бар.

Clostridium уруусу патогендик жана сапрофиттик формаларга ээ. Сапрофиттерге төмөнкү май кычкыл бактериялары кирет: Cl.pasterianum, Cl.butyricum, Cl.felsineum, патогендерге – Cl.botulinum, Cl.tetani ,Cl.perfingens ж.б. Сапрофиттик жана патогендик формалары топурактарда, ж.б. табыгый субстраттарда кеңири таралган.

Май кычкыл ачуу кээ бир учурларда зыяндуу касиеттерге алып келет. Мисалы, ачытылган тоюттун белоктук бөлүгү май кычкыл ачуунун негизинде ажырап бузулат, ал эми чогулган май кислотасы тоютка жагымсыз жыт берет. Ошону менен бирге эле май кислотасы парфюмерияда ар кандай жыттуу буюмдарды алууда колдонулат.



47-сүрөт. Clostridium бактериялары жүргүзгөн май кычкыл ачуу *процессинин негизги* тепкичтери.

Ацетонбутилдик ачуу – практикалык мааниге ээ, себеби ушул процесстин натыйжасында бир катар баалуу заттар алынат: бутил $CH_3CH_2CH_2OH$ жана этил CH_3CH_2OH спирттери, ацетон CH_3COCH_3, изопропил спирти $CH_3CHOHCH_3$, ошондой эле уксус жана май кислоталары. Ушул процесстин козгогучу – Clostridium acetobutylicum.

Ацетенобутилдик ачуунун суммардык тендемеси төмөндөгүдөй берилет:

$$C_6H_{12}O_6 = CH_3CH_2CH_2CH_2OH + CH_3COCH_3 + CH_3CH_2OH + CH_3CHOHCH_3 + H_2 + CO_2$$

Ачуунун ушул түрү өнөр жай өндүрүшүндө ацетон жана бутил спиртин жүгөрү унунан же крахмалдык заттардын алууда кеңири колдонулат. Ацетон болсо жасалма кездеме, тери, сүрөт тасмалар, жасалма цемент ж.б. продуктуларды өндүрүү үчүн пайдаланылат. Ошондой эле ачуу процессинде пайда болгон газдар метил спиртин CH_3OH синтездеп өндүрүүгө керектелет.

Углеводороддордун кычкылданышы

Углеводороддор химиялык жактан өтө туруктуу органикалык заттарга кирет, бирок көпчүлүк микроорганизмдер тарабынан ажырап бузулууга учурайт. Жаратылышта углеводороддорду Arthrobacter, Methylomonas, Methylococcus, Pseudomonas, Flavobacterium,Streptococcus, Nocardia, Mycobacterium урууларынын өкүлдөрү, ошондой эле Candida уруусундагы ачыткыч козу карындар ажыратып, бузушат. Ушул микроорганизмдер үчүн углеводороддор жалаң гана энергияны бербестен, клетканын структурасынын компонентин синтездөө үчүн материал болуп эсептелет.

Газ түрүндөгү углеводороддор менен азыктанып тиричилик өткөргөн микроорганизмдердин көпчүлүгү Methylomonas, Hyphomicrobium, Pseudomonas, Nocardia, Mycobacterium урууларына кирет. Метанды кычкылдандыруучу облигаттар Methylomonas, Methylobacter, Methylococcus, Methylocystis урууларынын өкүлдөрү кирет. Алар метилтрофтор деп аталып, метанды метил спиртине чейин кычкылдандырат. Ошондой эле, этанды, пропанды, бутанды азык катарында пайдалануучу микроорганизмдер белгилүү. Газ түрүндөгү углеводороддорду пайдалануучу микроорганизмдер нефт жана газдарды чалгындоо иштеринде, ошондой эле шахтада чогулуп калган метан менен күрөшүүдө пайдаланууга аракет кылынып жатат.

ЦЕЛЛЮЛОЗАНЫН АЖЫРАП БУЗУЛУШУ

Целлюлозанын (клетчатканын) курамына 50% тен көп биосфера көмүртеги кирет. Целлюлоза – өсүмдүк дүйнөсүнүн эң кеңири аралган полисахариди, татаал түзүлүштөгү өсүмдүктөр 15-50 % целлюлозадан турушат.

Целлюлозаны аэробдук микроорганизмдер (бактериялар жана козу карындар) жана анаэробдук мезофилдик жана термофилдик бактериялар ажыратып бузат.

Аэробдук ажыроо. Целлюлозаны ажыратып бузуучу бактериялар топуракта көп кездешет. 1918 жылы Х.Б.Хутчинсон жана Дж. Клейтон топурактан целлюлозаны ажыратып бузуучу, учтары учтуу келген ийик сымак, таякча түрүндөгү бактерияларды бөлүп алышкан. Бул микроорганизмге Spirrochaeta cytophaga деген ат берилген. Азыркы мезгилде бул бактерия Cytophagaceae уруусуна, Cytophaga түрүнө кирет. Кийин цитофагдан башка түрлөрү дагы жазылап табылган. Азыр Cytophaga нын хитинди ажыратып бузуучу түрлөрүү белгилүү. Ушул бактериялардын чөйрөгө болгон талабы өтө күчтүү жана адатта алар көп санда кыкта жана кык менен семиртилген топуракта кездешет.

Целлюлозаны ажыратып бузууда Myxococcaceae тукумунун Myxococcus уруусу, Archangiaceae тукумунун Arohangium уруусу, Polyangiaceae тукумунун Polyangium уруусу кирген миксобактериялар катышат жана ар түрдүү зонадагы топуракта кеңири таралган.

Топуракта Cellulomonas уруусунун өкүлдөрү дагы кездешет. Бул аэробдук, грам оң боелгон, таякча түрүндөгү, туура эмес формадагы бактериялар, культура эскиргенде кокторго айланат. Целлюлозаны аэробдук шартта ажыратып бузушат, бирок анаэробдук өсүүгө дагы жөндөмдүү. Алар азоттун минералдык формасына бай келген топуракта кездешет.

Pseudomonas,Vibrio жана Bacillus уруусундагылардын кээ бир түрлөрү дагы целлюлозаны пайдалана алышат.

Целлюлозаны ажыратып бузуучу актиномицеттерге Streptomyces, Streptosporangium, Micromonospora өкүлдөрү, козу карындарга – Fusarium, Dematium,Chaetomium, Trihoderma, Verticillium, Aspergillus, Penicillium, Botrytis, Rhizoctonia, Myrothecium өкүлдөрү кирет.

Анаэробдук ажыроо. Целлюлозаны анаэробдук ажыратып бузуучу бактериялардын көпчүлүгү Bacillaceae тукумуна кирген

Clostridium уруусундагы бактериялар. Алар топуракта, кыкта, туруп калган сууларда тиричилик өткөрөт. Кислотага туруктуу болгондуктан, алар жалаң гана нейтралдуу эле топуракта эмес, кычкылдарында да таралган. Уруунун эң маанилүү өкүлү – Clostridium omelianskii, ал целлюлозаны 30-40 ^{0}C температурада ажыратат. Бул бактерияны биринчи жолу белгилүү микробиолог В.Л.Омельянский 1902 ж. бөлүп алган. Бул микроорганизм таякча түрүндөгү формага (4,8х0,3 – 5мкм) ээ, кыймылдуу, клеткада жоон спораларды пайда кылат, ошондуктан спора пайда кылуучу клетка абдан күчтүү чоюлуп, кеңейет жана барабан таякчасына окшоп калат.

Целлюлозаны, ошондой эле дагы башка мезофилдик түрү – Clostridium cellbioparum ажыратышы мүмкүн.

Анаэробдук шартта целлюлозаны ажыратып бузучулардын ичинде топуракта, кыкта кездешүүчүү термофилдик түрлөрү бар. Аларга Clos.thermocellum кирет, ал үчүн оптималдык температура 60^0, ал эми максималдык 70^{0}Cге жакындайт. 40-45^{0}C алар начар өнүгөт.

Кепшөөчү жаныбарлардын жумурунда атайын целлюлозаны ажыратып бузуучу бактериялар бар. Алар тоюттун, чөптүн составындагы целлюлозаны глюкозага чейин ажыроосун чакырат, ал андан ары органикалык кислоталарды (уксус, пропион, май, сүт, кумурска, акак) пайда кылуу менен ачыйт. Целлюлозанын жумурда ажырашы кокк жана таякча бактериялары менен ишке ашырылат: Ruminococcus flavefaciens, Rum.albus, Bacteroides succinogenes, Butyrovibrio fibrisolvens, Ruminobacter parvum. Кепшөөчү жаныбарлардын азыктануусунда жумурдагы бактериялар чоң мааниге ээ. Целлюлозанын же клетчатканын биохимиялык ажыроо процессине токтолуп өтөлү. Целлюлоза β – 1,4 гликозиддик байланыштар менен байланышкан глюкозанын калдыктарынан турган жогорку молекулалуу полимер, калдыктардын саны бир молекулада 1400 дөн 10000ге чейин жетет. Целлюлозанын микроорганизмдер тарабыннан бузулушу бир нече этаптарды өтөт. Башталышында полимердин ферменттик гидролизи жүрөт. Бул процесс целлюлоза ферментинин таасиринде жүрөт, ал β – 1,4 гликозиддик байланыштарды ажыратат.Натыйжада целлюлоза дисахарид целлибиозго айланат, ал андан ары β – глюкозидаза ферментинин таасири астында глюкозага өтөт.

Целлюлозанын аэробдук ажыроосунда глюкозадан аягында эки продукт – CO_2 жана H_2O алынат. Аз санда органикалык кислоталар чогулат.

Целлюлозанын анаэробдук ажыроосунда гидролиздин биринчи продуктусу глюкоза андан ары ачып, көп сандагы органикалык заттарды пайда кылат, ал заттардын составы ар түрдүү микроорганизмдер үчүн ар башка. Целлюлозаны ажыратып бузуучу кээ бир түрдөгү бактериялар пайда кылган продуктулар төмөндө көрсөтүлгөн.

Мезофилдер:

Clostridium omelianskii – этил спирти, уксус, сүт жана кумурска кислоталары, CO_2, H_2.

Clostridium dissolvens – этил спирти, уксус, сүт жана кумурска кислоталары, CO_2, H_2

Clostridium cellbioparum – этил спирти, уксус, кумурска жана сүт килоталары, CO_2, H_2.

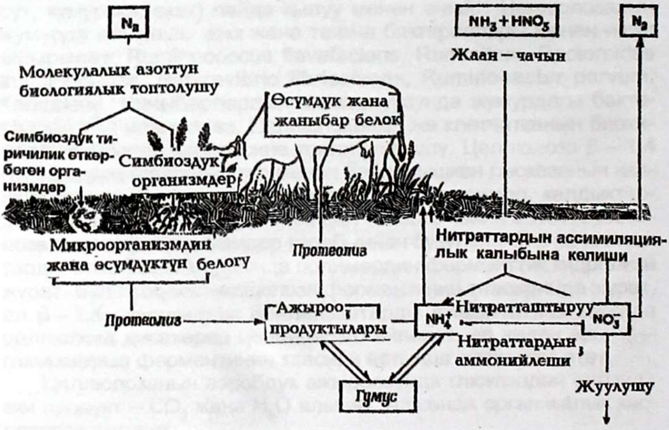
Термофилдер:

Clos.thermocellum – этил спирти, уксус, сүт, кумурска кислоталары, CO_2, H_2

МИКРООРГАНИЗМДЕРДИН АЗОТ КОШУЛМАЛАРЫН ЖАРАТЫЛЫШТА АЙЛАНТЫШЫ

Азот – айыл чарба өсүмдүктөрүнүн түшүмүн аныктоочу негизги элемент. Азоттун өтө эле чоң запасы атмосферага кармалган. Бирок ушул абада көп санда кармалып турган газ түрүндөгү молекулалык азотту өсүмдүктөр өздөштүрө алышпайт. Ал эми топурактагы азоттун запастары да органикалык татаал кошулмалар,калдыктар түрүндө кездешкендиктен, алар дагы өсүмдүктөр тарабынан өздөштүрүлүшү кыйын. Өсүмдүктөр азык катары азоттун жалаң гана минералдык кошулмаларын пайдаланат. Ошондуктан азотту өсүмдүктөр өздөштүрө ала турган формага айландырууда микроорганизмдердин жүргүзгөн иштери, аракети өтө зор.

Азот кошулмаларынын микроорганизмдердин жардамы менен жаратылышта айлануусу татаал жана төмөнкү схема менен көрсөтүүгө болот (48-сүрөт):



48-сүрөт. Табиятта азоттун айланышы

Атмосфералык азот

Азоттун топтолушу

Атмосфералык азот Azotobacter, Clostridium, Rhizobium, көк жашыл балырлар ж.б микроорганизмдердин жардамы менен топтолот. Топтолгон азот өсүмдүктөр тарабынан пайдаланылат жана өсүмдүк белогуна айланат. Өсүмдүктөрдү жаныбарлар азык катары пайдаланат жана жаныбарлар белогу пайда болот.

Белоктун аммонийлениши

Өсүмдүк жана жаныбар калдыктарындагы белокту топуракта Pseudomonas, Bassilus, Clostridium микроорганизмдер менен ажырап бузулат. Натыйжада аминокислоталары пайда болот. Алар NH_3 ж.б. кошулмаларды пайда кылуу менен минералдашат.

Нитриттештирүү

Аммиакты нитраттарга чейин Nitrosomonas бактериялары кычкылдандырат, ал эми нитраттарды нитриттерге чейин Nitrobacter кычкылдандырат.

Денитриттештирүү

Нитраттар Pseudomonas бактерияларынын жардамы газ абалындагы азотко чейин калыбына келет.

Белоктун аммонийлениши. Белоктун көп бөлүгү топуракка жаныбар, өсүмдүк калдыктары менен кошо түшөт. Микроорганизмдердин таасири астында белоктор ажыраганда азот аммиак түрүндө бөлүнүп чыгат. Бул процесс аммонийлештирүү же азоттун минералданышы деп аталат. Белокторду аэробдук жана анаэробдук бактериялар, актиномицеттер, козу карындар ажыратышат.

Өзгөчө төмөнкү уруудагы Pseudomonas (Pseudomonas fluorescens, Pseudomonas aeruginosa), Bacillus (Bacillus mycoides, Bacillus cereus, Bacillus subtilis), Clostridium (Clostridium sporogenes, Clostridium putrificus), Proteus (Proteus vulgaris) ж.а. бактериялар өтө активдүү ажыратат .

Белоктун составына адатта 20 α – амин кислоталары кирет. Белоктун молекуласы амин кислоталардын тизилип жайгашышынан турган бир нече полипептиддик чынжырчалардан турат.

Белоктун молекулалары микроорганизмдер тарабынан клетканын сыртына бөлүнүп чыгарылган ферменттердин таасири астында ажырап бузулат, мына ушундан кийин гана алар цитоп-

лазма мембранасы аркылуу өтө алат. Протеолиздик ферменттер (протеазалар) белок молекулаларындагы бир катар пептиддик байланыштардын гидролизин-ажырап бузулушун ишке ашырат. Натыйжада пайда болгон чөп чоң эмес белок молекулаларынын бөлүкчөлөрүн (полипептиддерди жана олигопептиддерди) микроб клеткалары пайдаланат, клетканын ичине киргенде алар андан ары клетканын ичиндеги пептидаза ферменттеринин жардамы менен эркин аминокислоталарга чейин ажырайт.

Аминокислоталарынын клетканын ичинде жана сыртында ажырап бузулуу жолдору ар түрдүү. Төмөндөгүдөй процесстер болушу мүмкүн: а) аммиактын бөлүнүп кетиши менен жүргөн дезаминдештирүү:

$$R \cdot CH_2CHNH_2 \cdot COOH \rightarrow R \cdot CH = CHCOOH + NH_3;$$

б) кычкылданган дезаминдештирүү:

$$R \cdot CHNH_2COOH + 1/2\ O_2 \rightarrow R \cdot CO \cdot COOH + NH_3;$$

в) калыбына келтирилген дезаминдештирүү:

$$R \cdot CHNH_2 \cdot COOH + 2H \rightarrow R \cdot CH_2COOH + NH_3;$$

г) декарбоксилдештирүү;

$$R \cdot CHNH_2 \cdot COOH \rightarrow R \cdot CH_2\ NH_2 + CO_2;$$

Белоктордон пайда болгон аминокислоталар ар кандай ылдамдыкта минералдаштырылат. Алардын ичинен треонин, метионин туруктуу келет, тескерисинче башкалары, мисалы, аргинин, триптофан жеңил ажырайт.

Дезаминдештирүү аяктагандан кийин көмүртек калдыгы аэробдук жана анаэробдук шартта микробдордун таасири астында CO_2 жана ар түрдүү органикалык кошулмаларды пайда кылат.

Белоктордун аэробдук ажыроосунда акыркы продуктулар болуп: CO_2, аммиак, сульфаттар жана суу эсептелет.

Белоктор анаэробдук шартта ажыраганда аммиак, аминдер, CO_2, органикалык кислоталар (май жана жыпар жаттуу – бензой, ферулин), меркаптандар, ошондой эле жыты жагымсыз келген заттар – ендол, скатол жана күкүрттүү суутек пайда болот. Булардан башка белоктун анаэробдук ажыроосунда уулуу кошулмалар, көбүнчө биринчилик аминдер пайда болот, алардын катарына кадаверин кирет. Ал көрүстөндө адамдын өлүгү чиригенде пайда болот жана "өлүктүн уусу" деген ат менен белгилүү.

Кадаверин лизинден алынат:

$$NH_2CH_2(CH_2)\ CHNH_2COOH \rightarrow NH_2CH_2\ (CH_2)_3\ CH_2NH_2 + CO_2$$

лизин кадаверин

Анаэробдук шартта, топуракта чогулган белоктун ажыроо продуктулары өсүмдүктөрдү ууландыруу касиеттерине ээ жана көпчүлүк учурда өсүмдүктөрдүн өсүшүн басаңдатып алардан түшүмдүүлүгүн төмөндөтөт.

Нуклеин кислоталарынын ажырашы. Нуклеин кислоталары татаал белоктордун – нуклеопротеиддердин составына кирет, организмдердин жашоо тиричилигинде, негизинен тукум куучулук кубулуштарында эң маанилүү ролду ойнойт. Нуклеин кислоталары чоң молекулалык массага ээ болгон полимер болуп эсептелет.

Өсүмдүк жана жаныбар клеткасы эки типтеги нуклеин кислоталарын – рибонуклеин кислотасын (РНК) жана дезоксирибоза нуклеин кислотасын (ДНК) кармап турат. Алар гидролизге учураганда пурин жана пиримидин негиздери, кант жана фосфор кислотасы пайда болот.

Нуклеин кислоталарынын бузулушу ферменттердин – рибонуклеаза жана дезоксирибонуклеазанын катышуусу менен жүрөт. Аларды кээ бир козу карындар, актиномицеттер жана бир катар бактериялар синтездейт. Пайда болгон мононуклеотиддерден нуклеотидаза ферментинин таасири астында алгач фосфор кислотасы, андан кийинчерээк кант, пурин жана пиримидин негиздери пайда болот.

Микроорганизмдердин зат алмашуу тибине ылайык канттын кычкылтек менен CO_2 жана H_2O чейин кычкылданышы же органикалык кислоталарды, спирттерди пайда кылуу менен ачыпкычышы мүмкүн.

Азоттуу негиздер мочевина жана аминокислоталарга чейин ажырайт жана аягында аммиак жана органикалык кислоталар пайда болот.

Мочевинанын, сийдик жана гиппур кислоталарынын, цианамиддин, хитиндин ажырашы. Жаратылышта кеңири кездешүүчү азоттуу кошулмаларга мочевина, сийдик жана гиппур кислоталары кирет. Алар болсо адамдын жана жаныбарлардын заарасында кармалат. Мочевина, ошондой эле өсүмдүктөр тарабынан дагы синтезделиши мүмкүн. Мисалы, шампиньон козу ка-

рынынын кургак массасынын 13%ин мочевина түзөт. Мочевина ошондой эле аргиназа ферментинин таасири астында аргининдин гидролиздик ажыроосунда пайда болот:

Жер бетинде бир жылдын ичинде тирүү организмдер тарабынан 30 млн/т жакын мочевина синтезделет. Бул азоттун маанилүү ресурстары болуп эсептелет, себеби мочевина 40% ушул элементтен турат жана ал жер семирткич катары пайдаланылат.

Мочевина уреаза ферментин кармаган микроорганизмдердин таасири астында топуракта аммиакка жана CO_2 айланат:

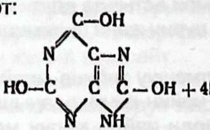
$$CO\,(NH_2)_2 + 2H_2O \rightarrow (NH_4)_2\,CO_3$$

Пайда болгон көмүр аммиак тузу туруксуз, бат эле составдык бөлүктөргө ажырап кетет:

$$(NH4)_2\,CO_3 = 2NH_3 + CO_2 + H_2O$$

Көпчүлүк бактериялар жана козу карындар уреаза ферментине ээ болот жана мочевинаны азоттун булагы катары белокторду синтездөө үчүн пайдаланат. Мочевинаны ажыратып бузган бактериялар уробактериялар деп аталат. Бул бактериялар жогорку щелочтуу (pH 9-10) чөйрөдө өсүп өрчүүгө жөндөмдүү, мына ушунун өзү аларга көп сандаган мочевинаны аммиакка чейин ажыратууга мүмкүнчүлүк берет. Уробактерияларга төмөнкүлөр кирет: Micrococcus urea, Bacillus pasteurii, Sporosarcina urea.

Сийдик жана гиппур кислоталарынын ажырашы. Бул кошулмалар бир катар микроорганизмдердин жардамы менен бузулушат. Алардын гидролизге учурашы төмөндөгүдөй теңдемеде көрүнөт:



$+ 4H_2O \rightarrow 2\,(NH_2)_2CO + HOOCCHOH \cdot COOH$

Сийдик кислотасы — мочевина — татрон кислотасы

$$C_6H_5CONH\ .\ CH_2COOH - H_2O \rightarrow C_6H_5COOH + CH_2\,NH_2COOH$$

гиппур кислотасы — бензой кислотасы — гликокол

Цианамид кальцийдин ажырашы. Цианамид кальций ($CaCN_2$) азоттук жер семирткич катары пайдаланылат, ал өз алдынча өсүмдүк тарабынан сиңирилбейт, бирок топуракта бат эле аммиакка айланат.

Цианамид кальцийдин ажырашы үч этапта жүрөт. 1-этабында топурактын нымдуулугунун таасири астында өзүнөн өзү ажыроо жүрөт жана цианамид кальций цианамидге айланат. Бир катар топурак катиондору Са, Mn, Fe, ж.б. цианамидди мочевинага айландырат. Мочевина болсо, уробактериялардын таасири астында гидролизге учурайт.

Ушул айлануулар төмөнкү теңдемелер менен берилген:

$$CaCN_2 + 2H_2O \rightarrow H_2CN_2 + Ca(OH)_2$$

$$H_2CN_2 + H_2O \rightarrow CO(NH_2)_2$$

$$CO(NH_2)_2 + H_2O \rightarrow 2NH_3 + CO_2$$

Хитиндин ажырашын көпчүлүк микроорганизмдер ишке ашырат, себеби хитин дайыма топуракта болот. Хитин – бул азоттуу полисахарид, ацетилглюкозаминдин полимери. Ал омурткасыз жаныбарлардын сырткы скелетинде, курт-кумурскалардын панцирдик кабыктарында, көпчүлүк козу карындардин клетка кересинде кармалып турат.

Хитинди ажыратып бузуу жөндөмдүүлүгүнө Pseudomonas, Flavobacterium, Bacillus, Cytophada уруусундагы бактериялар Streptomyces, Nocardia, Micromonospora уруусундагы актиномицеттер, мукор козу карындары жана аспергиллдер (Aspergillus fumigatus) ээ. Өзгөчө хитинди активдүү түрдө актиномицеттер ажыратат. Ушул микроорганизмдер бөлүп чыгарган хитиназа ферментинин таасири астында хитин хитобиозага жана хитотриозага чейин ажырайт, алар андан кийин хитобиоза ферментинин жардамы менен уксус кислотасына, глюкозага жана аммиакка ажырайт.

НИТРИТТЕШТИРҮҮ

Топуракта, кыкта, сууда органикалык заттардын ажырап бузулушунан пайда болгон аммиак бат эле азотко, андан кийин азот кислотасына чейин кычкылданант. Бул процесс **нитриттештирүү деп аталат.**

XIX кылымдын орто ченине чейин, тагыраак айтканда Л. Пастердин эмгектерине чейин, нитраттардын пайда болушун химиялык реакция – аммиактын атмосфералык кычкылтек менен кычкылданышы катары каралып келген, андан дагы топурак химиялык катализатордун ролун аткарат деп божомолдошкон. Л. Пас-

тер нитраттардын пайда болушу микробиологиялык процесс деген ойду айткан.

1890-1892 жылдары гана С.Н. Виноградский өзгөчө методиканы колдонуу менен нитрификаторлордун таза культурасын бөлүп алган. Ал органикалык заттарды кармаган кадимки азык чөйрөлөрдө нитриттештирүү бактериялары өспөйт деп туура ойго келген жана өзүнө чейинки иштегендердин кемчилдигин ушуну менен түшүндүргөн. Нитрификаторлор чөйрөдөгү органикалык кошулмалардын болушуна өтө сезгич келет,б.а. алар хемолитоавтотрофтор болуп саналат. Бул окумуштуу микроорганизмдерди минералдык тамак чөйрөлөрүн пайдалануу менен бөлүп алган.

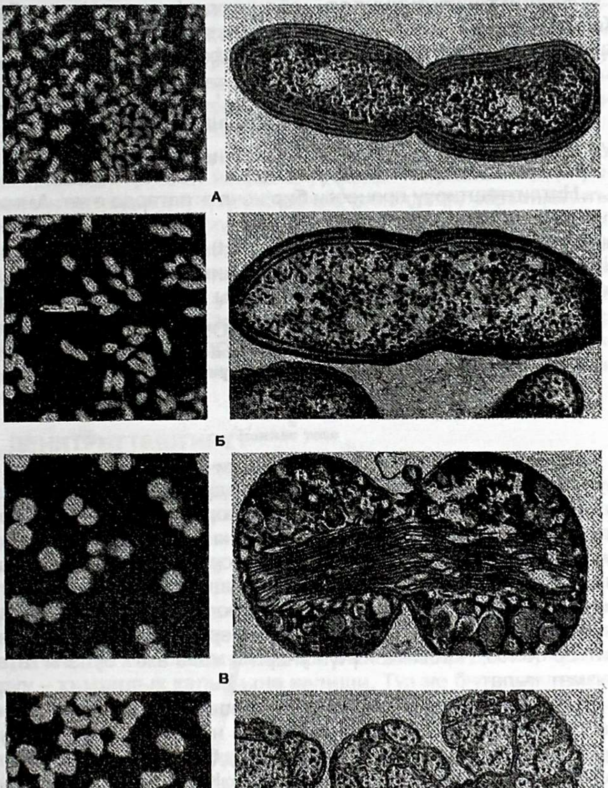
С.Н. Виноградский эки топтогу нитрификаторлор бар экендигин далилдеген. Бир тобу аммиакты азоттуу кислотага ($NH_4^+ \rightarrow NO_2^-$) чейин кычкылданышын – **нитриттештирүүнүн биринчи фазасын** ишке ашырат, экинчи тобу азоттуу кислотаны азот кислотасына ($NO_2^- \rightarrow NO_3^-$) чейин кычкылдандырат – **нитриттештирүүнүн экинчи фазасы.**

Эки топтун бактериялары тең Nitrobacteriaceae тукумуна кирет. Булар бир клеткалуу грам терс бактериялар. Алардын ичинде морфологиясы боюнча айырмаланган түрлөрү бар – таяк сымал, эллипсоид түрүндө, тегерек, ийри-буйру, плеоморфдук, үлүш-үлүш түрүндө. Клеткаларынын туурасы 0,3-1 мк, узундугу 1-6,5 мкм. Кыймылдуу жана кыймылсыз формалары бар. Nitrobacter уруусунан башкасы негизинен бөлүнүү жолу менен көбөйөт (49-сүрөт).

Нитриттештирүүнүн биринчи фазасын ишке ашыргандар төмөнкү уруулар менен берилген: Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrospira, Nitrosolobus ж.б.

Экинчи фазадагы **нитриттештирүүнү** Nitrobacter, Nitrospira жана Nitrococcus уруусунун өкүлдөрү ишке ашырат. Булардын ичинен Nitrobacter winogradskii боюнча көп изилдөөлөр жүргүзүлгөн. Nitrobacter алмурут формасына ээ, ичке учу тумшук түрүндө ичин көздөй кайрылып турат. Алар бүчүрлөнүү менен көбөйүшөт, пайда болгон кыз клеткалары адатта кыймылдуу келет, себеби бир шапалакчасы болот. Өсүп өрчүү циклинде кыймылдуу жана кыймылсыз стадиялары бири-бири менен кезектешет.

Алар pH 6-8,6 чөйрөдө өнүгүшөт, оптималдык мааниси 7,5-8 түзөт. pH 6 дан төмөн, 9,2 ден жогору болгондо, бул бактериялар начар өрчүйт. Оптималдык температура 25-30°С.



49-сүрөт. **Нитриттештирүү бактериялардын фазо-контрастык (солдо) жана электрондук (оңдо) микроскоптон алынган сүрөттөрү: А – Nitrosomonas europea, Б –Nitrosomonas sp, В – Nitrosolobus multiformis** ***(Р. Стейниер боюнча).***

Нитриттештирүүчүлөр –облигаттык(чыныгы) аэробдор. Кычкылтектин жардамы менен аммкакты кислотага чейин кычкылдандырат (**нитриттештирүүнүн** 1-фазасы):

$NH_4^+ + 1\ 1/2\ O_2 \rightarrow NO_2^- + H_2O + 2H^-$;

азоттуу кислотаны азот кислотасына (2-фазасы):

$NO_2^- + 1\ 1/2\ O_2 \rightarrow NO_3^-$ кычкылдандырат.

Нитриттештирүү процесси бир нече этаптарда өтөт. Аммиактын кычкылдануусунун биринчи продуктусу гидроксиламин, ал андан кийин нитроксилге ($N \rightarrow O \rightarrow H$) же пероксинитритке (O NOOH), ал өз кезегинде нитритке же нитратка айланат. Нитриттешүү процессинини жүрүшүнүн жалпы схемасы:

NH_3 –	NH_2OH –	NOH –	$ONOOH$ –	NO_2^- –	NO_3^-
аммиак	гидроксиль амин	нитросил	перок-синитрит	нитрит	нитрат

N_2O
азот закиси

Нитриттештирүү процессинин тепкичтүүлүгү – **метабиоз кубулушуна** мүнөздүү, мында микробдордун ортосунда өз ара азык заттык катнаш түзүлөт, б.а. бир микроорганизм башка микроорганизмдин жашоо тиричилигинин негизинде пайда болгон заттардын эсебинен күн көрөт. Мисалы, жогоруда көрсөтүлгөндөй аммиак аммонификация процессине катышкан бактериялардын тиричилик продуктусу жана ал Nitrosomonas бактериялары тарабынан пайдаланылат, ал эми бул бактериялар пайдаланган нитриттер болсо, Nitrobacter үчүн унергия жана азык булагы катары кызмат кылат.

Дыйканчылыкта нитриттештирүү процессинин мааниси жөнүндө суроо туулат. Ар түрдүү топуракта нитраттардын топтолушу ар кандай ылдамдыкта болот. Бирок, бул процесс топурактын асылдуулугуна түздөн түз көз каранды. Канчалык топурак күрдүү болсо, ошончолук чогулган азот кислотасынын саны көбүрөөк болот.

Ошону менен бирге эле нитриттештирүү убагында өсүмдүк үчүн азык зат болгон бир заттын экинчи затка – аммиактан азот кислотасына өтүшү жүрөт. Бирок нитриттер кээ бир жагымсыз касиеттерге ээ. Аммоний топурак менен сиңирилип жатса, азот кислотасынын туздары андан оңой эле жуулуп кетишет. Андан

башка, нитраттар денитриттештирүүнүн негизинде N_2 ге чейин калыбына келип, топурактагы азоттун запасын дагы азайтат. Ушунун бардыгы өсүмдүк тарабынан нитраттарды пайдалануу коэффициентин төмөндөтөт. Өсүмдүк организминде азот кислотасынын туздары, аларды синтез үчүн пайдаланууда калыбына келтириш керек, ал үчүн энергия сарпталат.

Аммоний болсо түз эле пайдаланылат. Ушуга байланыштуу атайын ингибиторлорду пайдалануу менен нитриттештирүү процессинин интенсивдүүлүгүн жасалма төмөндөтүү зарылчылыгы турат.

Кээ бир гетеротрофтук микроорганизмдер дагы нитриттештирүүнү жүргүзүүгө жөндөмдүү. Аларга Pseudomonas, Arthrobacter, Corynobacterium уруусундагы бактериялар жана Fusarium, Aspergillus, Penicillium, Cladosporium уруусундагы козу карындар кирет. Мисалы, Arthrobacter органикалык субстраттардын катышуусунда аммиакты гидроксиламинге, андан кийин нитратка чейин кычкылдандырат.

ДЕНИТРИТТЕШТИРҮҮ

Топуракта бир катар процесстер жүрөт, алардын натыйжасында азоттун кычкылданган формалары (нитраттар, нитриттер) молекулалык азотко чейин калыбына келет. Бул өсүмдүктөр үчүн баалуу кошулмалардын топурактан жоголушуна алып келет. Нитриттердин жана нитраттардын газ абалындагы азот кошулмаларына айланып калыбына келиши түз жана кыйыр жүргөн денитреттештирүүнүн негизинде жүрөт. **Түз денитриттештирүү – нитриттердин биологиялык, ал эми кыйыр денитриттештирүү – химиялык калыбына келиши.** Түз же биологиялык денитриттештирүү өз кезегинде ассимиляциялык жана диссимиляциялык болуп бөлүнөт.

Ассимиляциялык денитриттештирүү убагында нитраттар NH_3 ка чейин калыбына келет жана бул зат клеткалык заттарды куруу үчүн азоттун булагы катары кызмат кылат. Мындай денитриттештирүүгө өсүмдүктөр жана микроорганизмдер жөндөмдүү.

Диссимиляциялык денитриттештирүү процессинде нитраттарды молекулалык кычкылтектин ордуна органикалык заттарды кычкылдандыруучу катары пайдаланат жана микроорганизмди зарыл энергия менен камсыз кылат. Бул энергия процесси **нитраттык дем алуу** деп аталат.

Диссимиляциялык денитриттештирүүнү жүргүзүүгө жалаң гана факультативдүү – анаэробдук бактериялар жөндөмдүү. Топуракта Pseudomonas, Paracoccus (Ps. aeruginosa, Ps. fluorenscens) денитриттешүүчүлөр көп кездешет. Жогоруда көрсөтүлгөн мезофилдерден башка дагы денитриттештирүүнү 55-65^0 С температурада өсүп, өрчүүчү термофилдер дагы чакырат. Алар Bacillus уруусунун спора пайда кылуучу бактериялары.

Денитриттештирүүгө катышкан бактериялар нитраттарды кычкылтектин ордуна органикалык заттарды кычкылдандыруучу үчүн пайдаланышат. Ушул анаэробдук дем алууда органикалык заттар толугу менен CO_2 жана H_2O чейин кычкылданат. Ошентип, денитриттештирүүнү чакырган микроорганизмдер чөйрөдө нитраттар жокто аэробдук жол менен, ал эми алардын катышуусу менен анаэробдук жол менен өнүгүшөт.

Микроорганизмдердин түрүнө жараша, диссимиляциялык денитриттештирүүнүн акыркы продуктулары төмөнкүлөр болушу мүмкүн: N_2, N_2O жана NO; $NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO\uparrow - N_2O\uparrow - N_2\uparrow$

Мында нитраттардын калыбына келишинин баштапкы заттары нитратредуктаза ферменти менен катализдештирилет. Ушул ферменттин микроорганизмдердин клеткаларында пайда болушу жалаң гана анаэробдук шартта нитраттардын таасири астында жүрөт. Кычкылтектин катышуусунда нитратредуктазанын синтезделиши жүрбөйт.

Микробиологиялык денитриттештирүү топуракта минералдык азоттун азайышын чакырат. Бул жаратылышта кеңири таралган процесс, анын натыйжасында жыл сайын топурактан жана суулардан атмосферага 270-370 млн. т. азот чыгып турат. Өзгөчө бул процесс өтө нымдуу топуракта, ошондой эле нитраттар формасында минералдык азоттук жер семирткичтерди кык же башка органикалык кошулмалар менен кошо киргизгенде күчөйт .

Азоттун топуракта жоголушу, ошондой эле ар түрдүү химиялык реакциялардын (кыйыр денитриттештирүүнүн) натыйжасында жүрөт. Мисалы, кычкыл топуракта (чөйрөнүн pH-3,5) төмөндөгүдөй химиялык реакциянын жүрүшү байкалат:

$$2\ HNO_2 \rightarrow 2NO\uparrow + HNO_3 + H_2O$$

Молекулалык азот, азот кислотасы менен аминокислоталардын же аммоний туздарынын ортосунда pH 5,5 чөйрөдө жүргөн реакциянын натыйжасында пайда болот:

$$R - NH_2 + HNO_2 \rightarrow N_2\uparrow + R - OH + H_2O$$

МОЛЕКУЛАЛЫК АЗОТТУН БИОЛОГИЯЛЫК ТОПТОЛУШУ

Азот топтоочу микроорганизмдердин ачылышы.

Газ түрүндөгү азоттун атмосферадагы запасы түгөнгүс. 1км^2 жер бетинде 8 млн тоннага жакын азот кармалып турат, бирок мындай эбегейсиз сандагы азотту өсүмдүк дагы, жаныбарлар дагы пайдалана алышпайт.

Ошондой болсо дагы молекулалык азот менен азыктанууга, андан өзүнө керек ар түркүн азоттуу органикалык кошулмаларды курууга жөндөмдүү келген азот топтоочу микроорганизмдер бар. Мындай микроорганизмдер топуракта эркин жашашат же өсүмдүк менен симбиоздо болот. Азот топтоочу микроорганизмдер топурактын асылдуулугун жогорулатууга көп таасир көрсөтөт, ошондуктан аларды изилдөөгө көп көңүл бурулган.

Азот топтоочу микроорганизмдин таза культурасын биринчи жолу С.Н. Виноградский (1893) бөлүп алган. Бул Clostridium pasteurianum деп аталган анаэробдук спора пайда кылуучу таякча. Кийинчерээк голландия микробиологу М. Бейерник (1901) молекулалык азотту топтоого жөндөмдүү болгон дагы бир аэробдук бактерияны – Azotobacter chroococcum ачкан.

Алгачкы жолу, молекулалык азотту жалаң гана атайын бир түрдөгү микроорганизмдер топтоого жөндөмдүү деп эсептелген, бирок кийинки убакта, азот топтоо функциясы ар түркүн микроорганизмдердин өкүлдөрүнө – бактерияларга, актиномицеттерге, ошондой эле көк-жашыл балырларга таандык экендиги аныкталган.

Молекулалык азотту топтоочу эркин жашоочу микроорганизмдер.

Азыркы мезгилде 40 жакын түрдөгү эркин жашоочу бактериялар молекулалык азотту топтоого жөндөмдүү экендиги далилденген. Азотту топтоодо эң чоң мааниге Azotobacteriaceae токумундагы бактериялар ээ. Мисалы, М. Бейерник ачкан Azotobacter chroococcum бактериясы.

Азотобактердин жаш клеткалары 2-3 х 4-6 мкм өлчөмдөрүндөгү таякчалар. Кийинчерээк диаметрлери 4 мкм жеткен чоң кокторго айланат. Кокк түрүндөгү клеткалар көбүнчө капсула менен жабылып, ар түркүн бүртүкчөлөрдү (май, крахмал ж.б.) кармап жүрөт. Кээ бир учурларда кокк түрүндөгү клеткаларда калың кабыкча пайда болот, алар цистага айланат. Таякча түрүндөгү микробдор шапалак жиптерине ээ жана кыймылдуу келет. Тегерек формага өткөндө алардын шапалактары жоголот (50-сүрөт).

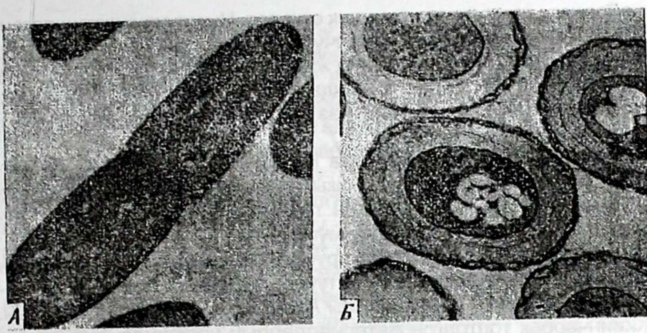
Табылган азот топтоочу бактериялардын ичинен: Azotobacter chroococcum, Azotobacter vinelandii жана Azotobacter agilis жакшы изилденген. Бул түрлөр клеткаларынын өлчөмдөрү жана формалары жана башка белгилери, көбүнчө колониялардын пигментациясы боюнча айырмаланат. Мисалы Azotobacter chroococcum колониялары кара-боз же кара түстө болот, Azotobacter agilis үчүн түссүз колониялар мүнөздүү, Azotobacter vinelandii жарыкты чагылдырган саргыч-жашыл түстөгү колонияларды пайда кылат.

Azotobacter chroococcum топуракта көп көздешөт. Азот топтоочу бактериялардын түрлөрү аэробдор. Азоттун булагы катары аммоний туздарын, нитриттерди, нитраттарды жана аминкислоталарын пайдаланышат. Ушул кошулмалар жокко эссе болгондо молекулалык азотту топтоого киришет. Азоттуу кошумалардын аз дозасы азоттун топтолушун басандатпайт, тескерисинче күчөтөт. Бирок алардын санынын жогорулашы азоттун топтолушун таптакыр токтотот.

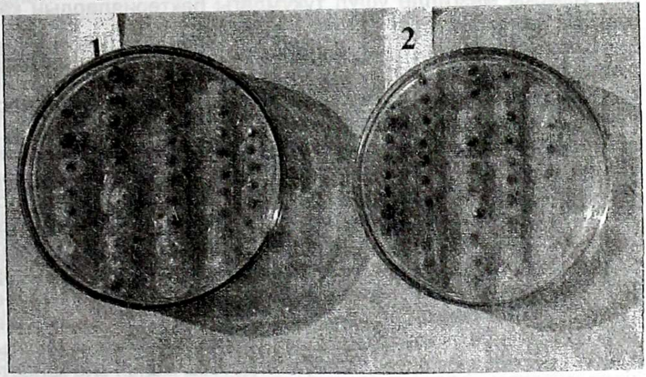
Азот топтоочу бактериалар органикалык кошумалардын көп сандаган түрлөрүн пайдаланууга жөндөмдүү, мисалы; моно, дисахариддер кээ бир полисахариддер (декстрин, крахмал), көпчүлүк спиртттер, органикалык кислоталар алардын ичинен жыпар жыттуулар. Ошентип азот топтоочу бактерияларга органикалык заттар өтө керек. Ошондуктан алар органикалык жер семирткич менен жакшы семиртилген топуракта көп кездешет.

Азот топтоочу бактериялар өзүнүн өсүп өнүгүшүндө минералдык элементтерге, өзгөчө фосфорго жана кальцийге муктаж болот. Ушул элементтерге болгон талабы күчтүү болгондуктан, бул бактерияны топурактагы фосфордун жана кальцийдин бар экендигин көрсөтүүчү биологиялык индикатор катары пайдаланышат.

Молекулалык азотту көбүрөөк жана тез сиңирип алуу үчүн азот топтоочу микробдорго микроэлементтер өтө зарыл. Азот



50-сүрөт. Azotobacter уруусундагы бактериялардын электрондук микроскоптон алынган сүрөттөрү: А – Azotobacter vinelandi вегетативдик клеткалары, Б – цисталары. *(Р.Стейниер боюнча).*



51-сүрөт. Azotobacter уруусундагы бактерияларынын Эшби чөйрөсүндө өсүп чыккан колониялары

топтоо процессин катализдөөчү ферменттин составына кирген молибден чоң мааниге ээ.

Жогоруда белгилеп кеткендей азотобактердин физиологиялык өзгөчөлүктөрү ушул организмдин экологиясын аныктайт. Ал жогорку түшүмдүү, нымдуулугу жетиштүү болгон, нейтралдык

чөйрөдөгү топуракта тиричилик өткөрөт. Нымдуулук жетишпегенде, бул микроорганизмдин көпчүлүк клеткалары өлүп жок болот. Көбүнчө кара топуракта, күрөң жана боз топуракта азот топтоочу бактериялар көп санда жазында гана кездешет. Жайкы кургакчылыкта топуракта алардын аз сандаган түйүлдүктөрү гана калат.

Azotobacteriaceae тукумуна Beijerinckia уруусундагы касиеттери боюнча азотобактерге жакын бактериялар кирет. Азотобактерден алар кислотага болгон туруктуулугу, кальцийфобдуулугу ж.б. чөйрөдө өсүп өнүгүшү мүмкүн.

Биринчи жолу Beijerinckia урусундагы бактериялар Индиянын кычкыл талааларында окумуштуулар Р. Старки П. Де (1939) тарабынан бөлүнүп алынган. Аны Azotobacter indium деп аташкан. Кийинчереек топтолгон материалдардын негизинде, бул каралган микроорганизм өзгөчө урууга кире тургандыгы көрсөтүлүп, ага голландия окумуштуусу М. Бейеринктин ысмы – Beijerinckia коюлган. Азыркы мезгилде ушул тукумдагы бактериялардын көп түрлөрү жазылган.

Beijerinckia клеткалары ар түркүн формага (таякча, сүйрү же тегерек) ээ. Кээ бир түрлөрү кыймылдуу, башкалары кыймылсыз. Кээ бир убакта капсула пайда кылат. Циста жана эндоспораларды пайда кылбайт.

Глюкоза кошулган азотсуз азык чөйрөсүндө бул уруудагы бактериялардын көпчүлүгү томпок, жылтырак, былжырлуу, чоюлган консистенциядагы колонияларды пайда кылат. Колониялар эскирген сайын кызыл же кара-күрөң түскө боелот. Азотобактерден айырмаланып, Beijerinckia жыпар жыттуу кошулмаларды өздөштүрүүгө жөндөмдүү жана органикалык кислоталарды начар сиңирет. Ошондой эле чөйрөдөгү фосфор кошулмаларынын концентрациясына болгон талабы дагы төмөн. Кальцийдин аз сандагы дозасы Beijerinckia өсүп өнүгүшүн токтотот. Молибденге дагы муктаж болот, бирок анын аз сандагы дозасы менен эле канааттанат.

Beijerinckia уруусундагы бактериялар субтропик жана тропик зоналарындагы кычкыл топуракта кеңири таралган. Салкын климаттуу зоналардагы топуракта сейрек кездешет. Алар грузиянын кызыл топурактарында табылган. Түштүктө айдалган кычкыл топурактарында Beijerinckia дың жерлерге салыштырмалуу көп кармалат. Дың шалбаа топурактары, токой топурактары салыштырмалуу Beijerinckia бактерияларына бай келет.

Эркин жашоочу азот топтоочу Azotobacteriacea тукумуна дагы голландия микробиологу Г. Деркасанын наамына аталган Derxia уруусундагы бактериялар кирет. Бул азотсуз чөйрөдө жай өсүүчү таякча сымал бактериялар. Колониялары былжырлуу же каймактуу болушу мүмкүн. Эскиргенде алар сары-күрөң түскө өтөт. Тропик зонасындагы топуракта кездешет.

Топуракта дагы азот топтоочу Klebsiella (Enterobacteriaceae) уруусундагы бактериялар табылган. Алар грам терс боелгон, шапалактары бар факультативдүү – анаэробдук таякчалар. Алар pH - тын төмөнкү маанилеринде тиричилик өткөрө алышат жана токой күл топурактарында көп санда кездешет. Салкын зоналарда чөп астындагы топуракта кеңири таралган.

Ушул эле тукумга Erwinia уруусундагы бактериялар кирет, алардын өкүлдөрү чөп өсүмдүктөрүнүн жер бетиндеги органдарында кездешип, атмосфералык азотту өздөштүрүүгө жөндөмдүү келет.

Азот топтоочуларга дагы Pseudomonas fluorescens расасынын кээ бирлери кирет. Ушул аэробдук микробдорго түндүк зонадагы топурактар бай келет.

Анаэробдук азот топтоочу бактериялардын ичинен Clostridium уруусунун өкүлдөрү (Bacillaceal тукуму) жакшы изилденип окулган.

Азоттун булагы катары Clostridium уруусундагы бактериялар аммоний туздарын, азот кислотасын жана көптөгөн азоттуу органикалык кошулмаларды пайдалана алат. Ушул заттар жетишсиз болгондо гана молекулалык азотту өздөштүрө баштайт. Атмосфералык азотту топтоо жөндөмдүүлүгү Clostridium уруусундагы башка түрлөргө да мүнөздүү (Clostridium butyricum, Clostridium acetobutylium, Clostridium pectinovorum, Clostridium felsineum ж.б.).

Анаэробдук азот топтоочу топурактагы бактерияларга дагы Bacillacea тукумундагы Bacillus polymyxa кирет. Бул микроорганизм көмүртек булагы катары жөнөкөй канттарды жана бир полисахариддерди жана пектинди пайдаланат.

Суунун астындагы, көбүнчө күрүч талаалардагы азот топтоочу микроорганизмдер үчүн өзгөчө бир абалдар түзүлөт. Суу катмарынын алдындагы топуракта өсүмдүк калдыктарынын ажырап бузулушунда башка заттар менен катар газ түрүндөгү кошулмалар-суутек, метан, CO_2 пайда болот. Суутек менен метан көпчүлүк азот топтоочу бактериялар үчүн энергиянын жана азык булагы болуп эсептелет. Корине-жана микобактериялар суутекти кыч-

кылдындырат, CO_2 газын сиңирип алып автотрофтуу тиричилик өткөрүшөт. Ошол эле, мезгилде алар молекулалык азотту топтойт.

Метан атайын бир Methylomonas уруусундагы азот топтоочу бактериялар тарабынан пайдаланат, алар аэробдук шартта метанды жана метил спиртин гана кычкылдандырып жашай алышат. Булар көп чоң эмес монотрихтер, спораларды пайда кылбайт.

Күрүч талааларындагы сууларда, ошондой эле башка көлчүктөрдө анаэробдук азот топтоочу бактериялар табылган. Аларга фототрофтуу көгүлтүр күкүрт бактериялары (Thiocapsa, Choromatium, Thiocystis ж.б.), көгүлтүр күкүртсүз бактериялары (Rhodospirillum, Rhodopseudomonas ж.б.), жана жашыл күкүрт бактериялары (Cheorobium, Pelodiction) кирет.

Нефть продуктылары менен булганган топуракта өзгөчө бир молекулалык азотту сиңирип алуучу микробдордун ценозу өрчүйт. Негизинен бул жерде углеводдорду пайдалануучу коринебактериялар (Arthrobacter) көбөйөт.

Активдүү азот топтоочуларга аэробдук цианбактериялары (көк-жашыл балырлар) кирет. Ушул топтогу микроорганизмдер гетероцистага ээ (калың кабыкчага) жана N_2 топтоого жөндөмдүү.

Жалпысынан алганда азот өздөштүрүүчүлөргө Anaebaena, Nostoc, Cylindrospermum, Calothris, Tolypothrix жана Scytonema уруулары кирет, ал эми топуракта кеңири таркалганы Nostoc уруусунун өкүлдөрү. Молекулалык азоттун өздөштүрүлүшү гетероцисталарда б.а. кычкылтексиз клеткаларда өтөт. Ошондой болсо да азотту байлаштырып алуучу ферменттик аппарат цианбактерияларынын вегетативдик клеткаларында дагы табылган. Цианбактериялары бардык зоналардын топурагында таралган. Көпчүлүк цианбактериялары башка өсүмдүк организмдери, мисалы, козу карындар менен симбиоздо жашап, эңгилчектерди пайда кылат. 0^0 С ге жакын температурада азотту сиңирип алууга ыңгайлашкан, кээ бир убакытта азоттун топтолушу жада калса -5^0 С жүрөт, ушул процесс үчүн оптималдык температура 15 – 20^0 С.

Кыргызстандын топурактарында кездешүүчү азот топтоочу микроорганизмдер.

Э.Г. Бухердин (1968) изилдөөлөрүнө ылайык Борбордук Тянь-Шандын дүң топурактарында азот бактериялары кездешпейт. Тоо жана аймак күрөң топурактарында, субальпы жана альпы тоо-

шалбоо топурактарында анаэробдук азот топтоочу Clostridium уруусундагылар көп санда таралган. Бийик тоолуу, күрөң топуракта (Ак-Сайда), ал аз санда кездешет. Биздин изилдөөлөр бийик тоолуу (3000 м ден жогору), ниваль зоналарында Azotobacter уруусундагы бактериялардын кездешпегендигин көрсөттү (2000-ж).

Борбордук Тянь-Шандын бардык топурактарында олигонитрофилдер көп. Алар өз алдынча же башка микробдор менен симбиоздо атмосфералык азотту топтоого жөндөмдүү. Бул микробдордун сырт тоо кыркаларындагы топурактарда кеңири таралышы Борбордук Тянь-Шандын топурактарын азот менен байытат деген пикирлерди пайда кылат.

Кыргызстандын түндүк жана түштүк топурак зоналарында азотобактер(1700-2000 м) басымдуулук кылат (51-сүрөт). Бул сүрөттөрдө бийик тоолуу күрөң топурактардан бөлүнүп алынган азотобактер бактерияларынын Эшби чөйрөсүндө өсүп чыккан колониялары көрүнүп турат.

ЧАНАКТУУ ӨСҮМДҮКТӨРДӨ АЗОТТУН СИМБИОЗДУК ТОПТОЛУШУ

Чанактуу өсүмдүктөрдүн тамыр системасында түймөктөрдү пайда кылуучу атайын бир бактериялар болот. Бул микроорганизмдер "түймөк бактериялары" деп аталат. Бактерия менен өсүмдүктөрдүн ортосунда симбиоздук катнаштар түзүлөт. Бактериялар өсүмдүк синтездеген органикалык кошулмалар менен азыктанат, ал эми өсүмдүк болсо түймөктөрдө топтолуп, байланган азот кошулмаларын алып, пайдаланат.

1886 жылы М. Бейеринк тарабынан чанактуу өсүмдүктөрдүн түймөктөрүнөн бөлүнүп алынган бактериялар Rhizobium уруусуна кирет. Ар түрдүү өсүмдүктөрдүн түймөк бактериялары бири-биринен айырмаланат. Ошондуктан, Rhizobium уруусун бири-бирине жакын келген микроорганизмдердин бир бүтүн тобу катары кароого болот. Бул бактериялар грамтерс, спора пайда кылбайт, туурасы 0,5-0,9 мкм, узундугу 1,2-3 мкм болгон аэробдук таякчалар. Rhizobium уруусунун өкүлдөрү шапалактарга ээ. Алардын кээ бирлери монотрихтер, башкалары – перитрихтер. Rhizobium эскирген культурасы бактериологиялык чөйрөдө болсун, ошондой эле түймөктө болсун жоонойгон, бутактаган, алмурут же те-

герек формадагы клеткаларды пайда кылат. Мындай өлчөмдөрү боюнча чоңойгон клеткалар б а к т е р о е и д д е р деп аталат. Алар кыймылсыз же көбөйүүгө жөндөмсүз клеткалар. Көпчүлүк изилдөөчүлөр бактероиддерди инволюциялык формада деп эсептешет. Ошондой болсо да, азоттун өздөштүрүлүүсү ушул бактероиддерде күчөйт.

Түймөк бактериялары азоттун булагы катары ар түркүн кошулмаларды, аммоний туздарын, азот кислоталарын, көпчүлүк аминокислоталарды, пурин жана пиримидин негиздерин, биуреттерди пайдаланат. Кадимки азык чөйрөлөрүндө таза культурада түймөк бактериялары молекулалык азотту өздөштүрбөйт. Түймөк бактериялары өзүнө зарыл болгон фосфорду минералдык жана органикалык кошулмалардан, К, Са жана башка элементтерди органикалык эмес заттардан алат. Бул бактерияларга ошондой эле, темир жана кээ бир микроэлементтер керек.

Эгерде чөйрөдө В тобундагы витаминдер болсо, түймөк бактериялары жакшы өрчүшөт. Бир катар витаминдерди (тиамин, B_{12}, рибофлавин) жана өстүрүүчү заттарды (гетереауксин, гиббериллин, цитокинин) бул бактериялар өздөрү синтездешет.

Көпчүлүк Rhizobium культурасы үчүн pH оптималдык мааниси 6,5-7,5 чегинде жатат, ал эми pH 4,5-5 жана 8 болгондо алардын өсүшү токтойт. Оптималдык температура – 24-26^0 га барабар. 5^{0}С ден төмөн, 37^{0}С дан жогору болгондо өсүшү токтойт.

Rhizobium айрым культуралары өздөрүнүн өсүмдүк ээсине карата атайын тандоо катнашынын болушу менен мүнөздөлөт. Ушул касиети түймөк бактерияларын систематикага бөлүүдө негиз болуп калды, ошентип төмөнкү түрдөгү Rhizobium бар экендиги белгилүү: Rh.leguminosarum – буурчактын, тоют чанактууларынын бактериялары, Rh.phaseoli – төө буурчактын, Rh.japonicum – сояныкы,Rh.vigna – машаныкы, жержаңгактыкы, Rh.cicer – нуттуку, Rh.lupini – люпиндики, Rh.trifoli – бедeники, Rh.meliloti – люцернаныкы, Rh.simplex – эспарцеттики, Rh.robini – акацияныкы.

Кээ бир учурларда жалаң гана түрлүк эмес, сорттук дагы атайын тандоо байкалат. Буурчактын, беденин, люцернанын жана эспарцеттин сорттук тандоосу начар көрүнөт, ал эми соянын, люпиндин бактерияларында кескин байкалат.

Түймөк бактерияларынын түрдүк тандоосу кээ бир учурлада бузулат. Rhizobium кээ бир учурларда кайчылаш жугушууну пайда кылат, б.а. ар түркүн, бири-бирине тууганчылыгы жок чанактуу

өсүмдүктөрүн деле жугуштура алат. Өзүнө тиешелүү эмес түймөк бактериялары менен жугушулган өсүмдөктөр атмосфералык азотту начар топтошот. Ошондуктан кайчылаш жугушуу пайдасыз кубулуш катары эсептелинет.

Кийинки убакта өсүмдүк-ээсин микробдук "тандап-билүү" механизмине көп көңүл бурулуп келе жатат.Изилдөөлөрдүн негизинде чанактуу өсүмдүктөрдүн клетка кабыгынын үстүнкү бетинде атайын белок бар экендиги, ушул өсүмдүккө тиешелүү гана түймөк бактериялары келип жабыша тургандыгы далилденген. Демек бактериялар тамыр чачыларынын үстүндө жайлашкан белокторго өздөрүнүн клетка кабыкчасындагы полисахариддер аркылуу кошулат. Бактериянын полисахариддеринин тийгизген таасирине жооп катары чанак өсүмдүктөрүнүн клетка кабыгында лектин деп аталган "антитело-белок" пайда болот . Ал Rhizobium кабыкчаларынын полисахариддерин байланыштырат. Андан кийин түймөк бактериялары тамыр ткандарына кирип ал жерде көбөйүү, түймөктөрдү пайда кылуу жөндөмдүүлүгүнө ээ болот. Түймөк бактерияларынын ушул касиети алардын в и р у л е н т т ү ү л ү г ү деп аталат.

Азоттун күчтүү же жакшы өздөштүрүлүшү качан гана өсүмдүк Rhizobium вирулентттүү культурасы менен жугушканда жүрөт, себеби бул культура топуракта, башка атаандаш микроорганизмдер тарабынан басылып калбашы керек. Вирулентттүүлүк – бул культуранын табыгый касиети, бирок аны жасалма түрдө түймөк бактерияларын өсүмдүк аркылуу өткөрүү менен, ошондой эле аларга мутагендерди таасир көрсөтүү менен жогорулатып же күчөтүп алууга болот. Белгилүү бир чөйрөлөрдө түймөк бактериялары өзүнүн вирулентттүүлүгүн төмөндөтүп же таптакыр жоготуп коюшу мүмкүн.

Түймөк бактерияларынын эң маанилүү касиеттеринин бири – алардын а к т и в д ү ү л ү г ү (эффективдүүлүгү), б.а.чанактуу өсүмдүктүр мене болгон симбиоздо молекулалык азотту сиңирип алуу жөндөмдүүлүгү. Топуракта түймөк бактерияларынын эффективдүү жана эффективдүү эмес штаммадары бар. Чанактуу өсүмдүктөрдү түймөк бактерияларынын эффективдүү штаммдары менен жугуштуруу азоттун топтолушун күчөтөт. Эффективдүүлүгү начар штамм түймөктөрдү пайда кылат, бирок аларда азоттун топтолушу жүрбөйт. Түймөк бактерияларынын эффективдүүлүгү сырткы чөйрөгө жараша өзгөрүлүп турат. Өзгөчө бактериялардын эффективдүүлүгү аларды узак убакыт бою жа-

салма чөйрөлөрүндө өстүрүүдөн же жагымсыз топурак чөйрөлөрүндө бат эле жоголууга учурайт.

Эффективдүү эмес расаларды эффективдүү расаларга айландыруу өтө кыйын. Активдүү жана активдүү эмес Rhizoibuim расалары менен пайда болгон түймөктөр бир катар белгилери боюнча айырмаланышат.Бул бириңчиден түймөктөрдүн тамыр системасы боюнча ар кандай болуп таралышы.Түймөк бактериялардын активдүү расалары негизги тамырда көп сандаган түймөктөрдү пайда кылат, ал эми каптал тамырларында алар өтө аз болушат. Активдүү расалар менен пайда болгон түймөктөр кызгылт түскө боелот. Бул түстү химиялык составы боюнча кандын гемоглобинине жакын пигмент берет. Ал леггемоглобин б.а. түймөк бактерияларынын гемоглобини деп аталат. Леггемоглобин өсүмдүк клеткасынын вакуолдорунда жайгашкан жана жеңил түрдө суунун жардамы менен алардан алынып таштоого болот. Леггемоглобин кычкылдануу – калыбына келүү абалын белгилүү деңгээлде кармап туруу менен, азотту өздөштүрүү процессин жөндөйт. Активдүү эмес Rhizobium расалары менен жугушулган учурда пайда болгон түймөктөр леггемоглобинге жарды болот дагы, жашгылтым түскө ээ. Активдүү культуранын бактериоддеринде гликоген топтолбойт, ошол эле мезгилде активдүү эмес штаммдардын бактероиддеринде ал дайыма сакталат.

Активдүү культуралар тарабынан пайда болгон түймөк ткандарынын изоэлектр чекити активдүү эмес штаммдар тарабынан пайда болгон ткандардагы чекитке (pH –8,5) салыштырмалуу көп эле төмөн(pH 3-4).

Чанактуу өсүмдүктөрдүн тамырында түймөктөрдүн пайда болуу процессин карап көрөлү.Топуракта өнүгүп жаткан чанактуу өсүмдүктөрдүн тамырында ризосферага мүнөздүү келген микрофлора, анын ичинде ушул гана өсүмдүккө тиешелүү болгон түймөк бактериялары дагы көбөйөт. Өсүмдүктөрдүн тамырларына бактериялардын кириши негизинен тамыр чачтары аркылуу өтөт.

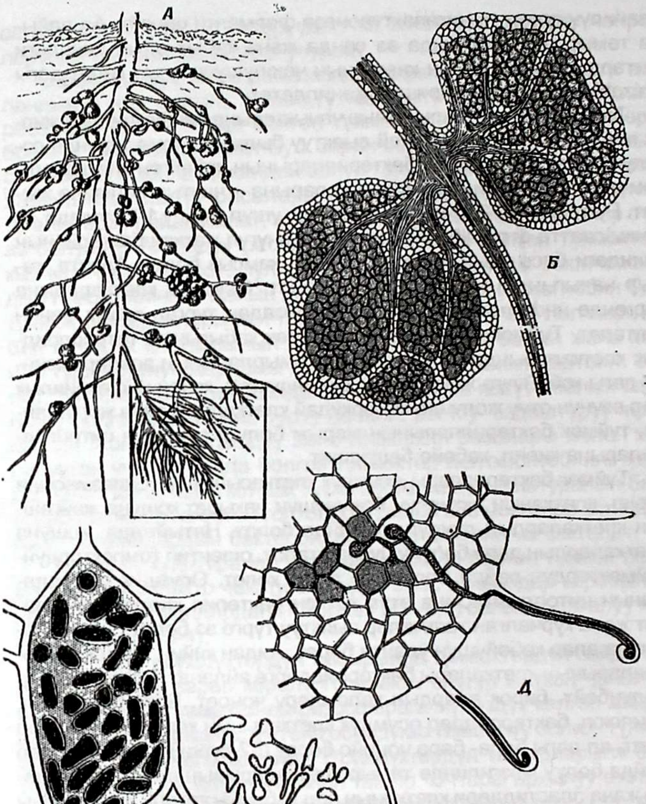
Тамыр системасы тарабынан бөлүнүп чыгарылуучу ар кандай продуктылардын ичинде бир аз санда триптофан бар.Түймөк бактерияларынын таасири астында триптофан индол-3 уксус кислотасына айланат. Бул кислота тамыр чачыктарынын формаларынын өзгөчө бир өзгөрүлүшүн пайда кылат, алар кол чатырдын сабы сымал ийилет. Түймөк бактериялары кайсы жерде кабыкча өткөрө турган болсо, ошол жерлерден тамыр чачыктарына киришет. Тамыр кабыкчасынын өткөрүмдүүлүгүн жакшыртууда

маанилүү ролду полигалактуроназа ферменти ойнойт. Ал дайыма тамыр чачыктарында аз санда жана кабыкчанын ичиндеги заттарды эритүү менен клетканын чоюлушуна алып келет дагы Rhizobium тамырга киришин жеңилдетет.

Тамыр бактериялары тамыр чачыктарында инфекциялык жипти пайда кылат. Ал шилекей сыяктуу былжыр тасма түрүндө созулуп жатат, ага түймөк бактерияларынын көбөйгөн клеткалары чөмүлгөн. Жип эпидермис клеткаларына – чачтын негизине жылат. Бул жол 100-200 мкм-ге барабар, ушул жолду 1-2 суткада, 5-8 мкм\саатта өтөт. Жиптин жылышы өнүгүп жаткан бактериянын ичиндеги басымдын жардамы менен камсыз болот. Адатта, тамыр чачыгында бир жип пайда болот. Өсүмдүк клеткаларына киргенде инфекциялык жип целлюлозадан турган кабык менен капталат. Түймөк бактериялары сөңгөк кабыгынын тетраплоиддик клеткаларында жана өсүмдүк тамырларынын эпидермисинде дагы көбөйүүгө жөндөмдүү. Ошондуктан, качан инфекциялык жип өзүнүн өтүү жолунда жогоркудай клеткалар менен жолукканда, түймөк бактерияларынын жарым бөлүгү алардын цитоплазмаларына кирип, көбөйө башташат.

Түймөк бактериялары өсүмдүк клеткасынын цитоплазмасына кирип, клетканын активдүү бөлүнүшүн чакырат,кошуна жайгашкан клеткалардын дүүлүгүшү пайда болот. Натыйжада кошуна клеткалардын дагы бөлүнүшү башталат, ошентип томпоктордун-түймөктөрдүн пайда болушуна алып келет. Өсүмдүк клеткаларынын цитоплазмасына өтүп кеткен бактерия клеткалары узарат жана курчалган таякчалар сыяктуу түргө ээ болот. Ушул абалында алар көбөйүшүн уланта берет. Андан кийин түймөк бактерияларынын клеткалары бактероиддерге айланат. Бактероиддер бөлүнбөйт, бирок алардын көлөмдөрү чоңоет. Бара-бара көөп, томпоюп, бактероиддер өсүмдүк клеткасынын көп бөлүгүн ээлеп алат, ал дагы бара- бара чоңойо берет (52-сүрөт). Бактероиддер пайда болуу мезгилинде тамыр клеткаларынын митохондрийлери жана пластиддери клетканын чел кабыгын көздөй жылып, аны бойлото жайланышат. Ушул мезгилде түймөктөрдө леггемоглобин пайда болот.

Убакыт өткөндө түймөктөр эскирип, өлүшөт. Ушул процессте түтүкчө системасында клеткалардын пробкаланышы (суу менен газды өткөрбөгөн катмардын пайда болушу) белгилүү ролду ойнойт, себеби өсүмдүк – ээси менен түймөк ткандарынын ортосундагы азык заттардын алмашышы токтолот.

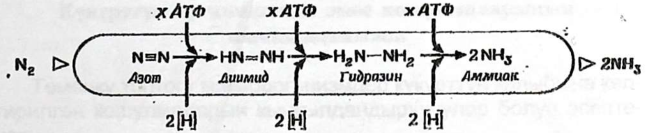


52-сүрөт. Чанактуу өсүмдүктөрдүн тамырындагы түймөктөрдө азоттун симбиоздук топтолушу схема-сүрөт түрүндө берилген: А. Буурчактын тамырындагы түймөктөр, Б. Түймөктөрдүн жара кесилиши, В. Rhizobium бактерияларына толгон өсүмдүк клеткасы, Г. Бактероиддер, Д. Тамыр чачыгы аркылуу бактериялардын кириши жана инфекциялык жиптин өнүгүшү *(Г. Шлегель боюнча)*

МОЛЕКУЛАЛЫК АЗОТТУН ТОПТОЛУШУНУН БИОХИМИЯСЫ

Молекулалык азот күчтүү инертүүлүккө ээ болгондуктан, башка заттар менен химиялык байланыштарга кыйынчылык менен кирет. Молекулалык азоттун атомдору бири-бири менен үч байланыш менен бириккен N ≡ N. Алардын ичинен биринчи байланышты бузуу эң кыйын, экинчисин бузуу жеңилирээк, ал эми үчүнчүсү андан да жеңил бузулат. Бул байланыштардын бузулушу дароо эле жүрбөйт, ар түркүн ферменттик системалардын таасири менен ырааттуулук менен, биринин артынан бири жүрөт.

Микроорганизмдердин клеткаларында молекулалык азоттун топтолушу калыбына келүү жолдору менен өтөт. Азоттун топтолушунун химиясы аэробдук жана анаэробдук формадагы микроорганизмдерде бирдей, жакын.Чөйрөдө молибден жана темир кошулмалары болгондо гана бул процесс активдүү жүрөт. Белгиленген элементтер нитрогеназа аттуу, молекулалык азотту топтоочу каталиттик ферменттик системанын ичине кирет. Нитрогеназа эки бөлүктөн турат. **Алардын бири Мо кармайт, молибдобелок деп аталат**. Молибден түздөн түз азотту топтооого катышат, мында ал калыбына келитирүүчү системаны жана молекулалык азотту активдештирет. Нитрогеназанын экинчи бөлүгү темирди кармайт жана **темирбелок деп аталат.** Ал эки бири-бирине барабар болгон белок бирдиктеринен турат. Ушул нитрогеназанын эки бөлүктөрүнүн курамына сульфид группалары кирет жана эки бөлүк тең кычкылтектин таасиринде активдүүлүгүн жоготот.



Азоттун аммиака (NH_3) айланышы үчүн зарыл болгон азоттун жана суутектин активдештирилиши азот топтоочулардын клеткаларында ферродоксин (Fd} белогунун жардамы менен ишке ашат. Анын кычкылдандыруу-калыбына келтирүү потенциалы суутек электроддорунун потенциалынын зонасында жатат. Азот-

тун аммиакка чейин калыбына келүү процесси жүрүшү үчүн АТФ түрүндөгү энергиянын булагы, ошондой эле магний иондору керек. Азоттун аммиакка чейин калыбына келиши тепкичтүү жүрөт. Алгач N_2 диамидге айланат(HN = NH), андан кийин гидрозинге ($H_2N - NH_2$), аягында аммиакка NH_3 айланат:

Суутекти кабыл алуучу болуп калыбына келген ферродоксин болушу мүмкүн. Азотту калыбына келтирүүчү суутектин булагы болуп дитионит кызмат кылат, ал эми суутектин ташылышы метилвиологендин катышуусу менен ишке ашырылат.

N_2 топтолгондо пайда болгон аммиак кетокислоталар менен байланышат, бул болсо аминокислоталардын синтезине алып келет. Мисалы, L – кетоглютарат + $NH_3 \rightarrow$ глютоамин кислотасын пайда кылат, аткулак кислотасы + $NH_3 \rightarrow$ аспарагин кислотасын, пирожүзүм кислотасы + $NH_3 \rightarrow$ L аланин пайда болот.

Андан ары аминокислоталар өсүмдүктөрдүн жер бетиндеги бөлүктөрүнө ташылат жана белоктун, башка органикалык кошулмалардын синтезделишине сарпталат. Кээ бир чанактуу өсүмдүктөрдө азот кошлумаларынын түймөктөрдөн кетиши амид формасында жүрөт.

КҮКҮРТ, ФОСФОР, ТЕМИР КОШУЛМАЛАРЫНЫН МИКРОБИОЛОГИЯЛЫК ЖОЛ МЕНЕН АЙЛАНЫШЫ

Күкүрт кошулмаларынын биологиялык айланышы

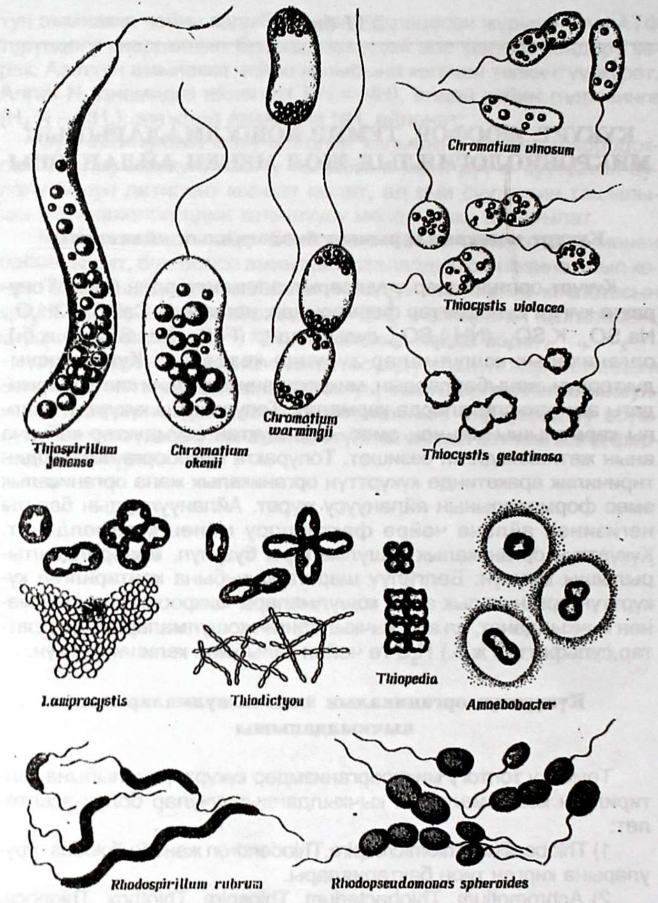
Күкүрт организмдер үчүн зарыл элементтердин бири. Топуракта күкүрт сульфаттар формасында, негизинен $CaSO_4$ x $2H_2O_4$, Na_2SO_4, K_2SO_4, $(NH_4)_2SO_4$, сульфиддер (FeS_2, Na_2 S, ZnS ж.б.), органикалык кошулмалар түрүндө кездешет. Күкүрт өсүмдүктөрдүн, жаныбарлардын, микроорганизмдердин клеткаларындагы аминокислоталарда кармалат. Топурактагы күкүрттүн жалпы кармалышы көп чоң эмес, ошондуктан өсүмдүктөр көбүнчө анын жетишсиздигин сезишет. Топуракта микроорганизмдердин тиричилик аракетинде күкүрттүн органикалык жана органикалык эмес формаларынын айлануусу жүрөт. Айлануулардын багыты негизинен айлана чөйрө факторлору менен көзөмөлдөнөт. Күкүрттүн органикалык кошулмалары бузулуп, минералдаштырылышы мүмкүн. Белгилүү шартта калыбына келтирилген күкүрттүн органикалык эмес кошулмалары микроорганизмдер менен кычкылданат, ал эми кычкылданган кошулмалары (сульфаттар,сульфиттер ж.б.) H_2S ге чейин калыбына келиши мүмкүн.

Күкүрттүн органикалык эмес кошулмаларынын кычкылданышы

Төмөнкү топтогу микроорганизмдер күкүрттүн калыбына келтирилген кошулмаларын кычкылдандыруучулар болуп эсептелет:

1) Thiobacillus, Thiomicrospira,Thiodendron жана Sulfolobus урууларына кирген тион бактериялары.

2) Achromotium, Thiobacterium, Thiospira, Thiothrix, Thiopoca, Beggiatoa жана башка урууларына кирген бир клеткалуу жана көп клеткалуу (жип сымал) трихомаларды пайда кылуучу формалар (53-сүрөт.)



53-сүрөт. **Күкүрттүн органикалык кошулмаларын пайдалануучу бактериялардын өкүлдөрү.** ***(Г.Шлегель боюнча).***

3) Bacillus, Pseudomonas урууларына кирген хеморганогетеротрофтуу организмдер, актиномицеттер жана козу карындар (Penicillium, Aspergillus).

Биринчи топтогу микробдор топуракта жашайт. Жип сымал формалары негизинен булганыч көлчүктөрдө кездешет. Алардын өрчүшү күкүрттүн калыбына келген формалары бар суу каптаган топуракта дагы жүрүшү мүмкүн. Фотосинтезге катышуучу бактериялар суу чөйрөлөрүнө (көлчүктөр, деңиз чөгүндүлөрү, көлдөр) мүнөздүү.

Эң эле кеңири таралганы Thiobacillus уруусундагы тион бактериялары, алар биринчи жолу 1902-жылы Натансон, 1904-ж. М.Бейеринк тарабынан деңиз чөгүндүсүнөн бөлүнүп алынган. Бул бактериялар тиосульфатты, күкүрттүү суу текти, сульфиддерди, тетратионаттарды жана тиоцианаттарды кычкылдандырууга жөндөмдүү. Thiobacillus уурусу көптөгөн түрлөр (Th.thiooxidans, Th.thioparus, Th.novellus, Th.denitrificans, Th.ferrooxidans) менен берилген. Бул бактериялар спора пайда кылбайт, грам терс, узундугу 1ден 4мкм, туурасы 0,5 мкм таякчалар.

Уруунун көпчүлүк түрлөрү кыймылдуу,полярдык жайгашкан шапалактары менен жылат. Көмүртектин булагы катары CO_2 жана биокарбонаттарды пайдаланат.

Th.novellus жана башка кээ бир түрлөрүнөн башкасы (алар факультативдик хемолитоавтотрофтор жана хемолитогетеротрофтор) облигаттык хемолитоавтотрофтор, б.а. күкүрттүн органикалык эмес кошулмаларынын кычкылдануусунда бөлүнүп чыккан энергиянын эсебинен жашайт. Күкүрт бактериялары менен чакырылган кычкылдандыруучу процесстердин жүрүшү төмөнкү теңдемелер менен берилиши мүмкүн:

$$2S+3O_2+2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$$

$$5Na_2S_2O_3+4O_2+H_2O \rightarrow 5Na_2SO_4 + H_2SO_4 +4S$$

$$2\ Na_2S_2O_3+1/2O_2+H_2O \rightarrow Na_2S_4O_6+2NaOH$$

Тератионаттар андан ары күкүрт кислотасына чейин кычкылданат:

$$Na_2S_4O_6+SO_2+6H^+ \rightarrow Na_2SO_4+3H_2SO_4;$$

Ошентип Thiobacillus уруусундагы бактериялар менен жүргүзүлгүн күкүрт элементинин кычкылдануу реакцияларынын чынжыры төмөндөгүдөй берилиши мүмкүн:

$$S^0 \rightarrow S_2O_3 \rightarrow S_4O_6 \rightarrow SO_4 \rightarrow SO_3 \rightarrow SO.$$

Күкүрт тиобоктериялардын клетка вакуолуна диффузия менен кирет жана запастык материал түрүндө чогулат жана керектерилишине жараша кычкылданып турат.Анын кычкылдануу ылдамдыгы күкүрттүн бактерия клеткасы менен болгон тийишүү, жабышуу аянтына көз каранды. Андан ары күкүрт бактерия клеткалары бөлүп чыгарган ферменттердин таасири астында күкүрт сульфид ионуна чейин калыбына келет, анын андан ары кычкылданышы клетканын ичинде жүрөт.

Тион бактериялары –облигаттык аэробдор,алардын ичинен Th.denitrificans гана нитраттын катышуусунда анаэроб катары өсөт.

Бир клеткалуу түзсүз күкүрт бактериялары: Achromatium, Thiobacterium, Macromonas, Thiospira уруулары менен берилген. Булар тегерек, сүйрү, таякча же ийри-буйру формадагы, кыймылдуу же кыймылсыз, грам терс организмдер.

Көп клеткалуу түссүз жип сымал күкүрт бактериялары Beggiatoa, Thioploca, Thiothrix урууларына кирет. Бул организмдер күкүрттүү суутекти элементтик күкүрткө чейин кычкылдандырат, ал болсо убактылуу клетканын ичинде топтолот. Бул бактериялардын күкүрттү кычкылдандырууга жана органикалык заттарды колдонууга жөндөмдүү экендиги далилденген. Сульфиддин жана күкүрттүн кычкылданышы төмөнкү теңдемелер менен жүрөт:

$$H_2S + 1/2O_2 \rightarrow S + H_2O$$
$$S + 1/2O_2 \rightarrow H_2O - H_2SO_4$$

Кийинки мезгилде pH 2-3 чөйрөдө ,70-75^{0}C температурада өсүүгө жөндөмдүү болгон күкүрт кычкылдандыруучу бактериялар табылды. Алар ацидотермофилдер деп аталат, хемолитоавтотрофтор, Sulfolobus уруусуна кирет. Ысык кычкыл булакта, кычкыл топуракта таралган.

Күкүрт кошулмаларын ошондой эле хемоорганогетеротрофтук микроорганизмдер кычкылдандарышы мүмкүн. Мисалы, Bacillus, Pseudomonas уруусундагы кээ бир бактериялар, жана ошондой актиномицеттер, козу карындар күкүм түрүндөгү күкүрттү кычкылдандырышат. Алар хемоорганогетеротрофтор катары күкүрттү органикалык заттардын катышуусунда деле кычкылдандыра берет.

Органикалык эмес кошулмаларды кычкылдандыруучу бактериялар пайдалуу кендерди иштетүүдө пайдаланылат. Бул мак-

сатта Thiobacillus ferrooxidans күкүрттү кычкылдандыруучу бактериясы сульфид кендерин эриген абалында сууга бөлүп чыгарууда колдонулат. Өзгөчө жездин күкүрт менен байланышкан минералдарында кармалган жезди микробиологиялык жол бөлүп алуу ыкмасы жакшы иштетилген жана кеңири пайдаланылат.

Күкүрттүн органикалык эмес кошулмаларынын калыбына келиши

Аба жетишпеген, суунун астында калган топуракта,ошондой эле сууларда (кээ бир деңиздерде, көлчүктөрдө) сульфаттардын микробиологиялык калыбына келиши жүрөт.Кээ бир учурларда бул процесс десульфатташтыруу деп аталат.

Сульфаттардын калыбына келишин чакырган бактериялар эки урууга бөлүнөт: спора пайда кылбоочу – Desulfovibrio жана спора пайда кылуучу – Desulfotomaculum. Desulfovibrio уруусуна спора пайда кылбаган грамтерс, ийри-буйру формадагы, S – сымал же спиралдык таякчалар кирет. Алар бир учунда жайгашкан шапалактары бар жана өтө кыймылдуу болушу менен айырмаланат. Булар облигаттык анаэробдор,мезофилдер. Деңиз сууларында, агын сууларда жана топуракта табылган. Өкүлү Desulfovibrio desulfuricans .

Desulfotomaculum уруусундагы бактериялар грамтерс, түз же ийрилген таякчалар. Спора пайда кылат, кыймылдуу шапалактары бүткүл денесинин бетинде жайгашкан. Облигаттык анаэробдор, сульфаттарды сульфиддерге чейин калыбына келтирет. Агын сууларда, топуракта, бузулган кээ бир тамак аш заттарында, курт-кумурскалардын ичегисинде, жаныбарлардын жумурунда табылган. Ушул урууга кирген бир түрү- Desulfotomaculum nigrifia жогорку температурада сульфаттарды сульфиддерге айландырат.

Сульфаттарды калыбына келтирүүчү бактериялар өзгөчө бир атайын топтогу микроорганизмдер, алар сульфаттагы электрондорду (суутекти) анаэробдук шартта кабыл алуучу катары пайдаланат. Алар автотрофтук азыктанууга (CO_2 газын сиңирип) жөндөмсүз жана өзүнүн өсүп өнүгүшүндө даяр органикалык заттарга муктаж, б.а. хемоорганогетеротрофторго кирет. Углеводдор,органикалык кислоталар,спирттер жана молекулалык суутек электрондорду (суу текти) берүүчүлөр болуп эсептелет.

Сульфатты калыбына келтирүүчү бактериялар менен органикалык заттардын анаэробдук кычкылданышыш толук эмес жүрөт жана акыркы продук катары уксус килотасынын чогулушуна алып келет.

Реакция төмөндөгүдөй жүрүшү мүмкүн:

$$CH_3CH\,OH\,COONa + MgSO_4 \rightarrow H_2S + 2\,CH_3COO\,Na + CO_2 + MgCO_3 + H_2O$$

Сүт кычкыл натрий — уксус кычкыл натрий

Сульфат калыбына келтирүүчү бактериялар күкүртүү суутекке туруксуз материалдарды бузуу менен көп зыян келтириши мүмкүн. Мисалы ушул организмдер менен нефть продуктыларынын бузулушу, H_2S менен өнөр жай газдарынын булганышы ж.б. жүрөт.

Ушул микроорганизмдердин жашоо аракети анаэробдук зонада металл жабдыктарын коррозияга (дат басууга) учурашынын бир себеби. Ошондой эле жер алдындагы түтүктөрдүн дат басуусу дагы ушул микроорганизмдер менен чакырылат.

Күкүрттүү суутек уу касиеттерге ээ. Анын топуракта чогулушу өсүмдүктөрдүн бат куурашына алып келет.Эгерде күкүрттүү суутек көлчүктөрдө пайда болсо, андагы өсүмдүктөр жана жаныбарлар өлүмгө учурайт.Ошондой болсо да, сульфаттарды калыбына келтирүүчү бактериялар геология процесстеринде чоң роль ойнойт. Алар күкүрт рудаларынын пайда болушуна катышып, күкүрттүү суутекти пайда кылат. H_2S-тин күкүрт бактериялары менен кычкылдануусунда өнөр жайлык мааниге ээ болгон күкүрт катмарлары пайда болот.

ФОСФОРДУН ОРГАНИКАЛЫК КОШУЛМАЛАРЫНЫН АЙЛАНЫШЫ

Өсүмдүктөрдүн азыктануусунда мааниси боюнча фосфор азоттон кийинки орунду ээлейт.Ал топуракта, өсүмдүктө, микроорганизмде органикалык жана органикалык эмес кошулмалар түрүндө болот.

Топуракта фосфор ар түркүн формаларда болушу мүмкүн:

1. Ал биринчилик минералдардын структурасына кирет жана кальций фосфаттары(апатиттер,оксиапатиттер,фтороапатиттер, фосфориттер),фосфаттар же темирдин оксифосфаттары түрүндө кездешет.

2. 25тен-85 % ке чейин жалпы фосфордун топуракта кармалышы органикалык формада болот. Органикалык фосфор топурактын органикалык затынын 0,5 тен 2,0% ке чейинки санын түзөт. Фосфор фитиндин жана башка инохзитфосфаттарынын, нуклеин кислотасынын,нуклеотиддердин,лецитиндин жана гумус кошулмаларынын составына кирет.

Топуракка фосфордун кошулмалары өсүмдүк жана жаныбар калдыктары жана минералдык жер семирткичтери менен бирге кирет.

Айыл чарба өсүмдүктөрү өздөрүнүн ткандарында 0,05 – 0,5 % фосфорду кармап жүрөт. Өсүмдүктө жаныбарлардыкындай эле бул элемент органикалык кошулмалар формасында (фитин,фосфолипиддер нуклеин кислотасы жана башка) болот. Органикалык эмес ортофосфат түрүндө ал клеткалык вакуолдордун ичинде буфер катары болушу мүмкүн.

Фосфордун органикалык кошулмалары Pseudomonas, Bacillus урууларындагы бактериялар менен, Penicillium, Aspergillus Rhizopus, Trichothecium урууларындагы козу карындар менен, кээ бир актиномицеттер жана башка микроорганизмдер менен ажырап бузулат. Ошондой эле ажыратып бузууну ачыткыч козу карындар (Rhodotorula, Sarromyces, Candida, Hansenula) дагы ишке ашырат.

Органикалык кошулмалар микроорганизм тарабынан ар кандай ылдамдыкта ажырап бузулат.

Нуклеин кислотасы бардыгынан жеңил, фитин өтө жай, лицетин болсо орточо ылдамдыкта бузулат.

Мисалы, фитаза ферментинин таасири астында фосфат инозит фосфор кислотасынан же кальцийдүү магний тузунан-фитинден инозитти жана фосфор кислотасынан пайда кылуу менен бошойт.

Органикалык заттардын ажырап бузулушунда микроорганизмдер өздөрүнүн клеткасында белгилүү сандагы фосфорду кармап калышат. Ошондуктан топуракка фосфорго жарды органикалык кошулмаларды киргизүү, мисалы, саманды, фосфаттардын биологиялык катып калышын жана аны менен байланыштуу болгон өсүмдүктөрдүн фосфордук ачкалыкка учурашын чакырат.

Органикалык эмес фосфаттардын айланышы

Топуракта фосфордун бир катар органикалык эмес формалары сууда эрибеген кальций фосфаттары (мисалы, апатиттер, оксоапатиттер, фосфориттер) түрүндө берилген, алар негизинен нейтралдуу жана жегичтүү топурактарда кармалат. Минералдардын курамына кирген фосфордун бул кошулмалары өсүмдүктөр үчүн жетишерлик эмес. Бирок көпчүлүк микроорганизмдер фосфор кислотасынын эрибеген кошулмаларын эрий турган абалга өткөрүшү мүмкүн. Аларга бактериялардын, актиномицеттерддин, козу карындардын жана башка топтогу микроорганизмдердин өкүлдөрү кирет. Фосфаттардын топуракта эриши CO_2 газын жана ар түрдүү кислоталарды пайда кылуу менен жүрөт.

Дем алуу процессинде жана органикалык заттардын бузулушунун натыйжасында пайда болгон CO_2 суунун катышуусу менен көмүр кислотасына өтөт, ал болсо эрибеген фосфатты эритет:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2CO_2 + 2H_2O \rightarrow 2CaHPO_4 + Ca(HCO_3)_2$$

Кээ бир учурларда фосфаттардын эрип бузулушуна нитриттештирүүчү бактериялар тарабынан пайда болгон азот кислотасы дагы көмөк көрсөтөт, ушундай күкүрттү кычкылдандыруучу бактериялардын тиричилик аракетинен пайда болгон күкүрт кислотасы дагы эритүүгө өбөлгө түзөт.Мына ушулардын бардыгы өсүмдүктүн фосфорду өздөштүрүүсүн жогорулатат.

ТЕМИРИ БАР ОРГАНИКАЛЫК КОШУЛМАЛАРДЫН МИНЕРАЛДАНЫШЫ

Темир бүт жандыктарга аз санда болсо да керек.Ал топуракта органикалык жана органикалык эмес кошулмалар түрүндө жолугат. Өсүмдүктөр топурактагы темирдин органикалык эмес кошулмаларын эриген түрдө гана өздөштүрөт. Темирдин жаратылыштагы айлануусунда, негизинен эрибеген кошулмаларын эриген кошулмаларга өткөрүүдө маанилүү ролду микроорганизмдер ойнойт. Темири бар органикалык заттар (каталаза, пероксидаза ферменттери, цитохромдор жана башка кошулмалар) микроорганимздер менен бузулат.

Органикалык кошулмалардын минералдашын көпчүлүк хемотрофтуу организмдер (бактериялар,актиномицеттер, козу карындар) ишке ашырат. Темири бар молекуланын органикалык

бөлүгүн тигил же бул микроорганизм пайдаланат, ал эми темир болсо бошоп, аэробдук шартта, адатта, гидроокис түрүндө чөгүндүлөрдү пайда кылат. Ошентип, бул элементтин чөгүшү көбүнчө микроорганизмдердин кошулмалардын темир эмес, жалаң гана органикалык бөлүгүнө таасир көрсөтүүсүнүн натыйжасында өтөт.

Темирдин калыбына келтирилген кошулмаларынын кычкылданышы жана кычкылдангандарынын калыбына келиши.

Көпчүлүк микроорганимздер темирдин кычкылданышына түздөн түз же кыйыр катышат. Алардын ичинде хемоорганогетеротрофтор бар. Алар темирдин бириккен органикалык кошулмаларын кычкылдандырат, пайда болгон темир кычкылы микроорганимздин клеткасынын үстүнкү беттерине топтолот, катмарланат. Мындай микроорганизмдер сууда(Blastocaulis уруусундагы бактериялар) жана топуракта (Hyphomicrobium, Seliberia уруусундагы бактериялар) жашайт. Ошондой эле сазда, агын сууларда, көлдө, темир булактарында темирдин органикалык эмес кошулмаларын кычкылдандырууга жөндөмдүү келген, ар кандай морфологиядагы микроорганизмдер табылган. Бул организмдер темир бактериялары деп аталат. Аларга жип сымал бактериялар (Leptothrix, Crenothrix, Galloinella, Metallogenium уруусундагы) кирет. Leptothrix уруусу клеткалардын чынжырын пайда кылуучу темир бактерияларынан турат, алардын каптал беттери темирдин гидрат кычкылын бөлүп чыгарат, ал болсо бүткүл чынжырды жаап туруучу цилиндр кутучасын пайда кылат.Кутуча улам жоонойп отуруп клеткаларга темир закисинин, кычкылтектин жана CO_2 газынын киришин чектейт. Ушуга байланыштуу бактерия клеткалары эски кутучаларын таштап, жаңы кутучаны кийе баштайт. Бошогон кутучалар чогулуп, сууларда охристтик чөгүндүлөрдү пайда кылат. Leptothrix эки валенттүү темирди ($FeCO_3$) үч валенттүүгө ($Fe_2CO_3)_3$) чейин кычкылдандырып, андан ары $Fe(OH)_3$чейин ажыратат:

$$4\ FeCO_3 + 6H_2O + O_2 = 4\ Fe(OH)_3 + 4\ CO_2$$

Жип сымал бактериялар сууда жашайт. Аларды органикалык заттары бар чөйрөдө өстүрүп алууга болот, башкача айтканда алар хемоорганогетеротрофтор болушу мүмкүн. Алардын ичинен кээ бирлери (Leptothrix ochraceae) субстратка жабышпастан сууда

эркин сүзүп жүрөт, башкалары болсо кандайдыр бир суудагы нерселерге жабышып алышат. Жип сымал бактериялар туурасынан бөлүнүү жолу менен көбөйөт.

Galellonella уруусу Бул уруунун негизги өкүлү G.ferrugineae шапалактары бар вибриоиддик клеткалар. Клеткалар спираль түрүндө оролгон узун жалпак сабакта жайгашкан. Клетканын бир жагы ичине ийилип, экинчи учу томпоюп турат. Томпойгон бет темирдин гидрат кычкылынан турган былжыр катмарды сыртка бөлүп чыгарат, андан бара-бара сабакка айланат (19-сүрөт).

Бөлүнүү убагында клетканын сабактары дихомотиялык бутактанууну пайда кылуу менен ажырап кетет. Электрондук микроскоп менен изилдөөлөр сабактардын өз алдынча өсүүгө жөндөмдүү экендигин жана аларда клеткалык пайда болуулар бар экендигин көрсөттү. Сабактардын курамында белок табылган. Демек сабактар-темир бактерияларынын өлүк эмес, жандуу бөлүктөрү.

Темир закисинин кычкылдануусунан энергия алууга жөндөмдүү болгон хемолитотрофтуу бактериялар белгилүү. Мындай бактерияларга күкүрт кычкылдандыруучу Thiobacillus ferrooxidans кирет.

Ушул бактерия менен темирдин кычкылданышын төмөнкү теңдемелер менен жазууга болот:

$$4Fe\ 2^{+} + 4H^{+} + 6SO_4^{2-} + O_2 \rightarrow 2Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$$

$$2Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3 + 6H^{+} + 3SO_4^{2-}$$

Темир закисинин кычкылданышы энергиянын аз санда чыгышын камсыз кылат жана бактериянын өсүшүн камсыз кылуу үчүн көп сандагы темир сарпталат. Мисалы, бактерия клеткасынын 1 г биомасссасын пайда кылуў үчүн 500 г жакын темирдин күкүрттүү кычкылын бактериялар кычкылдандырышы керек. Thiobacillus ferrooxidans көмүр тектик азыктануусун көмүр кислотасы менен камсыз кылынат. Бул организм сөзсүз түрдүгү хемолитоавтотрофтор.

Тиобациллдер сыяктуу күкүрт кошулмаларын кычкылдандыруучу жана андан сырткары эки валенттүү темирди кычкылдандыруучу термофилдик бактериялар табылган.

Кийинки мезгилдерде кээ бир фототрофтор, көбүнчө цианобактериялары темир кычкылдарын чогултууга жөндөмдүү экен-

диги далилденген.Мындай жөндөмдүүлүктү жип сымал жашыл бактериялар дагы көрсөтөт.

Ошентип, хемолитоавтотрофтуу жана бир катар хемоорганогетеротрофтуу микроорганизмдин таасири астында жаратылышта темирдин айланышы жүрөт, темир чөгүндүлөрүнү пайда болушуна алар катышат. Чөгүндүлөр сазда, көлдө жана башка сууларда темир кендеринин пайда болушуна өбөлгө түзөт.

Марганецти кычкылдандыруучу бактериялар

Аэробдук шартта марганецтин кычкылданышын жүргүзгөн Metallogenium simbioticum микроорганизмдери Б.В.Перфильев тарабынан бөлүнүп алынган. Марганец бар чөйрөдө бул организм марганецтин кычкылдары менен капталат. Metallogenium микоплазмага окшош организм, ал жалаң гана микроорганизмдерде мителик кылат. Демек бул бактерияларды автотрофтор катары эсептөөгө болбойт.

ТОПУРАК МИКРООРГАНИЗМДЕРИ

Топурактар бири-биринен белгилүү бир касиеттери боюнча айырмалангандыктан, аларды мекендеп ,отурукташкан микроорганизмдер дагы ар түрдүү болушу мүмкүн.

Бардык эле топуракта жазында микроорганизмдердин активдүүлүгү күчөйт. Демек, бул топурактын күз-кыш мезгилинде өсүмдүк калдыктары менен байышына жана нымдуулуктун жетиштүү болушуна байланыштуу болуш керек. Мезгилдик өзгөрүүлөрдөн башка, топурак микроорганизмдеринин саны кыска мөөнөттөгү азаюу же көбөйүүгө дуушар болуп турат. Алардын себебин түшүнүү үчүн ар кандай божомолдоолор сунуш кылынган. Кээ бир окумуштуулар бактериялардын өтө кескин түрдө азайып кетишин, алардын фагдар же жөнөкөйлөр менен жок кылынышынан көрүшөт. Ошондой эле уу заттардын (этилен, этилен кычкылы) топуракта чогулушу дагы белгилүү топтогу микроорганизмдердин өрчүшүн басаңдатат.

Бирок, баарынан мурда, көрсөтүлгөн кубулуш топуракта микроорганизмдемден тегиз эмес таралышынан келип чыгат. Ушуга байланыштуу ар бир алынган топурактын үлгүсү (пробасы) башкасынан микробдордун составы боюнча айырмаланат, ошентип алардын санынын өзгөрүшү жөнүндөгү пикир пайда болот.

Микробиологиялык анализдер болгону шартуу көрсөткүчтөрдү гана берет, ар түрдүү типтеги топурактар үчүн бир эле методиканы колдонгондо белгилүү, бири-бирине туура келген натыйжалар алынат. Бардык эле пайдаланылган ыкмалар (түздөн түз топуракты микроскоптун астынан саноо жана ар түркүн азык чөйрөлөрүнө өстүрүп алып саноо) түштүк топурактары микробдорго бай экендигин айгинелейт.

Төмөндө 1 г топуракта кармалган микроорганизмдердин жалпы саны электрондук микроскоптук анализдөө менен эсептөөдө алынган:

тундра топурагы $0,4 - 10^8$
күлдүү топурактар $0,4 - 10^9$
кара топурак $10 - 10^9$
кызыл топурак $20 - 10^9$

Суук түндүк климаттан түштүк климатка өткөндө топурактагы микробдук жандыктардын саны бара-бара өсөт, себеби түштүк топуракта микробиологиялык процесстер интенсивдүү болот.

Топурактагы тиричилик өткөргөн микроорганизмдерди окумуштуулар 4 негизги топторго бөлөт:

1. Зимогендик (лат. тилинде zimogenie – ачуу, кычуу) микрофлора.
2. Автохтондук (лат. тилинен antochthonous – жергиликтүү) микрофлора.
3. Олиготрофтук микрофлора.
4. Автотрофтук микрофлора.

Зимогендик же сапрофиттик микрофлора топуракка киргизилген жаңы органикалык калдыктарды ажыратып, бузат.

Бактериялардын санын туура эсептеп чыгаруу үчүн, 1 г топуракка карата албастан, 1 г гумуста кармалышын эсептөө зарыл, себеби сапрофиттик микроорганизмдердин тиричилиги бүт эле топурак массасы менен байланыштуу болбостон, анын органикалык заты менен байланышта болот. 3-таблицада 1 г гумуста кармалган бактериялардын саны көрсөтүлгөн.

Таблица 3

Ар түрдүү типтеги дың жерлерде кармалган сапрофиттик микроорганизмдердин саны 1 г гумуска карата эсептелген.

Зоналар	Топурактар	Микроорган. саны, миң
Тундра жана тайга	Тундра глей жана күлдүү	1800
Токойлуу шалбаа	Күлдүү жана тамыр күлдүү	3200
Шалбалуу талаа	Кара	5700
Кургак талаа	Күрөң	10500
Чөл талаасы	Боз	20000

Топурактагы целлюлозаны ажыратып бузуучу микроорганизмдер

Бактериялар, козу карындар менен чакырылган клетчатканын ажырап бузулуу процесси топурактын пайда болушун билүүдө маанилүү кызыкчылыкка ээ. Өсүмдүк калдыктарынын көп бөлүгү целлюлозадан турат. Целлюлозаны ажыратып бузуучу микроорганизмдердин составы ар түрдүү топурактарда өзгөрүлөт. Түндүк топурактарында (тундрада) бул процесс кээ бир өтө жай өсүүчү козу карындардын, көбүнчө Dematium жана Pennicillium уруусундагылардын кыймыл аракети менен байланыштуу.

Тайга зонасында бул микроорганизмдерге микробактериялар жана Cellvibrio уруусундагы бактериялар кошулат. Түштүк топурактарында козу карындарды жогоруда көрсөтүлгөн бактериялар жана Rhizophlyctis, Cytophaga уруусундагылар сүрүп чыгарышат. Ошондой эле, бул жерде Chaetomium уруусундагы козу карындар үстөмдүк кылат. Ушул ценоздогу микроорганизмдер түндүктөгүлөрдөн айырмаланып клетчатканы бат бузушат.

Кыргызстан топурактарындагы целлюлозаны ажыратып бузуучу микроорганизмдер. Целлюлозаны ажыратып бузуучу бактериялардын Кыргызстан топурактарында таралышы ар түркүн топурак пайда болуу шарттары менен байланыштуу. Тоо арасындагы тайпактардагы кочкул күрөң топурактарда мындай бактериялардын саны 3,8 миң клеткаларга жетсе, боз топурактарда – 2 эсеге аз (1750), ал эми туран боз топурактарында 1320 ны түзөт, ачык күрөң топурактарда ушундай эле санда (1240) болот.

Целлюлозаны бузуучу бактериялардын саны топурактын горизонту боюнча төмөндөйт, бул бардык топурактарга тиешелүү закон ченемдүүлүк болуп саналат.

Туран боз топурактарында Sorangium басымдуулук кылат жана Cellvibrio, Cytophada кеңири таралган, булар кочкул күрөң топурактарда кездешпейт. Ал жерде Sporocytophaga, Poliangium, Myxococus табылган.

Клетчатканын ажырап бузулушу начар өткөн топурактарда (ачык боз жана ачык күрөң) негизинен миксобактериялар Sorangium, Cellvibrio түзөт.

Аз санда Sporocytophaga, ал эми ачык күрөң топурактарда жалпы целлюлозаны бузуучулардан Polyangium 25% ти түзөт.

Бийик тоо арасындагы тайпактардагы жана сырт топурактарда клетчатканын ажырап бузулушу өтө жай өтөт, бул негизинен климаттын суук, кескиндиги менен шартталган. Целлюлозаны ажыратып бузуучу бактериялардын саны бийик тоолуу күрөң талаа топурактарында салыштырмалуу жогору болсо (1680 клетка) дагы, бул жерде клетчатканын ажыроосу болгону 2-5% ти гана түзөт. Төмөнкү горизонттордо целлюлоза иш жүзүндө ажырап бузулбайт.

Тоо беттериндеги топурактардын ичинен целлюлозаны ажыратуу жөндөмдүүлүгү боюнча кара күрөң жаңгак токой топурактары өзгөчөлөнүп турат, ал жерде клетчатканын ажырашы 90% ти түзөт. Алардын ичинде целлюлозаны ажыратуучу бактериялардын түрлөрү кеңири тарап, көбүнчө Cellvibrio, Cytophaga үстөмдүк кылат. Тоо-токойлуу боз топурактарда (карагай токойлорунда) клетчатканын ажыроосу начарыраак жүрөт жана 65% ти түзөт. Мында целлюлозаны бузуучу бактериялардын саны (7600 клетка) кара күрөң топурака караганда аз (5600 к), Cytophaga жокко эсе, бирок Cellvibrio, Sporocytophaga проценттик кармалышы жогорулайт.

Тоолуу, шалбаа – талаа субальпы топурактары целлюлозаны ажыратуучу бактериялардын начар өсүп өнүгүшү менен мүнөздөлөт (1450 клетка). Бул жерде токойго салыштырмалуу Cellvibrio, Sporocytophaga бактерияларынын өнүгүшү төмөндөйт,

Э.Г. Вухрердин (1967) маалыматына ылайык, козу карындардын ичинен клетчатканын ажыроосунда тоо аралыгындагы чуңкурларды Stachybotus (ачык боз топурактар), Stachybotus, Pennicillum (күрөң топурактар) катышат. Токой топурактарында – тоо беттеринде целлюлозаны ажыратуучу микроорганизмдердин арасында Penicillium, Chaetomium, Dematium (карагай токойлорундагы топуракта) жана Chaetomium, Dematomium (жаңгак токойлорунда) болот.

Ошентип, Кыргызстандын топурактарында клетчатканын ажырап бузулушу бактериялардын жана козу карындардын катышуусу менен жүрөт.

Автохтондук же жергиликтүү микрофлора. Гумус же кара чиринди кошулмалары С.Н. Виноградский автохтондук (жергиликтүү) деп атаган ар түркүн микроорганизмдер тарабынан ажырап бузулат.

Топуракта бир нече жүз жылдар бою калыптанган гумустун фракциялары болот. Кээ бир фракциялары (фульвокислоталар)

салыштырма жеңил бузулат. Ошондуктан топуракта өсүмдүк калдыктары жетишерлик эмес санда болсо, гумустун кармалышы, көбүнчө фульвокислоталардын эсебинен төмөндөп кетет.

Кийинки мезгилдерде гумус кошулмаларын интенсивдүү түрдө минералдаштыруучу бир катар микроорганизмдер ачылды. Аларга биринчи кезекте Nocardia уруусунун өкүлдөрү кирет, алар проактиномицеттер деп дагы аталат. Көбүнчө гумус кошулмаларын кызыл түстөгү пигменттүү түрлөрү (N. rubra, N, corallina) ажыратып бузат, түссүз жана сары түстөгү формалары мындай жөндөмдүүлүккө ээ эмес.

Мындан бир аз мурун топурактарда нокардий табыла элек болчу. Себеби, алар кадимки тамак чөйрөлөрүндө көпчүлүк сапрофиттердин колонияларынан айырмаланбаган колонияларды берет. Е.З. Теппер агар азык чөйрөлөрүн топурак менен кошуп пайдаланууну сунуш кылган, алардын үстүнө Nocardia уруусу мицелий түрүндөгү колонияларды пайда кылат, бул аларды оңой аныктоого мүмкүнчүлүк берет. Гумусту ажыратуучу проактиномицеттер жөнөкөй органикалык кошулмаларды (аминокислоталарды) өздөштүрүүгө жөндөмдүү. Мына ушуга байланыштуу, автохтондук топтогу микроорганизмдерди күчтүү ферментативдик аппаратка ээ болгон сапрофиттик топчосу катары кароо керек.

Байкоолор көрсөткөндөй, кайсы топуракта ажыроо процесстери күчтүү жүрсө Nocardia уруусундагылардын саны өсөт.

Гумус кошулмаларынын бузуу процессине башка бактериялар Clostridium,Pseudomonas,Bacterium,Mycobacterium,Bactoderma, дагы, ошондой эле козу карындар (Penicillium,Aspergillus ж.б.) катышат. Микроорганизмдердин таза культурасы, аралашкан, таза эмес культурага караганда гумусту активдүү түрдө ажырата тургандыгы далилденген. Гумус кошулмаларын айландыруучу микроорганизмдер топурак катмарын түзүүдө маанилүү ролду ойнойт. Мисалы, Fe жана Al дин арык топурактын белгилүү бир горизонтунда чогулушу микроорганизмдердин кара чиринди комплекстерин бузуусу менен байланыштуу. Бошотулган Fe жана Al суу кычкылдары фульвокислоталары менен реакцияга кирет, эритмелерден чыгып чөгүп, топурактын аллювиалдык горизонтунда катып калат.

Өтө нымдалган топурактардын терең катмарларында анаэробиоз абалы түзүлөт, бактериялар темирдин окисин калыбына келтиришет жана глеейдик горизонттор пайда болот.

Олиготрофтуу микроорганизмдер – топуракта тиричилик өткөргөн жандыктардын көп бөлүгү. Бул топтогулардын өкүлдөрү кадимки азык чөйрөлөрүндө өспөйт, себеби алар органикалык заттардын жогорку концентрациясына өтө чыдамсыз келишет. Алар төмөнкү концентрациядагы эритмелерден азык заттарды пайдаланууга ыңгайланышкан.

Олиготрофдор органикалык кошулмаларды минералдаштыруусун аяктатат, ошондуктан алар зимогендик микрофлора менен тыгыз байланышта болушат, алардын артынан жүрүшөт. Олиготрофтор ар кандай формадагы, түзүлүштөгү микроорганизмдер болуп саналат. Көпчүлүгү жакыр субстраттарда өрчүп өнүккөн сапрофиттер болуп саналат. Схема түрүндө окумуштуулар олиготрофторду төмөндөгүдөй топторго бөлүшөт.

Бүчүрлөнгөн бактериялар – майда таякча түрүндөгү микробдор, протоплазмалык гифтерди пайда кылышат, алардын учунда бүчүрлөр пайда болот. Алар жетилип бүткөндөн кийин өздөрүнчө бошоп, бөлүнүп кетишет жана алардан жаңы организм пайда болот. Жаш бүчүрлөрү кыймылдуу келишет. Бул топко: Hyphomicrobium – бутакталбаган гифтери бар, Pedomicrobium – бутактанган гифтери, Blastobacter – гифтерди жана бүчүрлөрдү пайда кылбаган бактериялар жана башкалар кирет.

Простекобактериялар – клеткаларында 0,3 мкм диаметриндеги өсүндүлөр (простекилер) пайда болот. Бул өсүндүлөр клетканын бир бөлүгү болуп эсептелет, анын клеткалык кабыгы, цитоплазмалык мембранасы жана цитоплазмасы болот.

Простекобактерияларга бир катар уруулар: Prosthecomicrobium – таякча түрүндөгү, бөлүнүү менен көбөйүүчү көп сандаган учтуу өсүндүлөрү (-мкм узуну) бар бактериялар кирет. Ancalomicrobium – бүчүрлөнүү жолу менен көбөйүүчү, колдун салааларына окшош өсүндүлөрү бар (2 мкм узун келген) микроб; Labrys – балтага окшош келген, чачыраган нур сыяктуу түзүлүштөгү клеткасы бар бактериялар, бүчүрлөнүү менен көбөйүшөт;

Сабактуу бактериялар – сабактар менен жабдылган, анысы жалпы кабыкча менен үстүнөн жабылган таякча сымал же вибриоддук формада болушат. Сабагы субстратка жабышуу кызматын аткарат. Ортосунан ичкерип бөлүнүүгө жөндөмдүү.

Бул бактерияларга топуракта көп кездешүүчү Caulobacter жана Astiacacaulis кирет, биринчиде сабак клетканын учунан кетет, экинчиде – каптал жагынан бекитилген.

Тороидалдык же тегерек бактериялар – алардын клеткалары ийрилген формада болот. Кыймылсыз. Бөлүнүү менен көбөйүшөт. Бул топко: ийри клеткалуу Microcyclis, таякча формасындагы клеткалуу Renobacter жана спираль түрүндөгү клеткасы бар Spirosoma кирет.

Хемоавтотрофтук микроорганизмдер – топуракта көп түрдүү. Алар органикалык эмес кошулмалардын кычкылдануусун ишке ашырат. Алардын ичинен нитриттештирүүчү бактериялар жакшы изилденген, алардын кыймыл аракети, тиричилик өткөрүүсү топуракта өтүүчү мобилизациялык процесстердин энергиясын мүнөздөйт. Өткөн кылымдын 20 -жылдарында С.П. Костычев жана анын кызматкерлери тарабынан нитриттештирүүчү бактериялардын активдүүлүгү түндүктөн түштүктү карай жогорулай тургандыгы айтылган. Себеби жылуу климаттуу зоналарда органикалык калдыктардын ажыроосу күчөйт, пайда болгон NH_3 нитриттештирүүчү бактериялар үчүн энергия жана азык заттардын булагы катары кызмат кылат. Ал эми түздүктөн тоолорду карай жогорулаган сайын климат муздак болгонуна байланыштуу нитриттештирүү процесстеринин энергиясы төмөндөйт.

Микробиологиялык процесстердин натыйжасында топуракта бир катар химиялык заттар (H_2, H_2S, CO, CH_4, C_2H_4 ж.б.) пайда болот. Алар олитотрофтук микроорганизмдер үчүн жашоонун булагы катары кызмат кылат.

Хемоавтотрофтордон башка дагы, топуракта фотоавтотрофтук микроорганизмдер кездешет, алардын ичинде бактериялар жана цианобактериялар бар.

Көрсөтүлгөн микроорганизмдердин ичинен экологиялык аспекте балырлар жакшы изилденген. Арктикалык чөлдөрдө жана тундраларда топурактын үстүндө жана тереңинде жашыл жана сары жашыл балырлар, көп азот топтоочу цианобактериялар өрчүйт.

Арык топурактарда бир клеткалуу жашыл (Chlamydomonas, Coccomyxa, Chlorococcum, Chloralla) жана кээ бир жип сымал жашыл балырлар үстөмдүк кылат. Аларды жеп сымал сары жашыл жана кээ бир диатомдук балырлар коштоп жүрөт. Ийне жалбырактуу токойлордо цианобактериялар көп чоң ролду ойнобойт.

Чөлдөрдө жарым чөлдү зонага салыштырмалуу балырлардын составы өзгөрүлөт, саны азаят. Балырлар бул жерде топу-

рактын үстүнкү катмарында эмес, а бир нече тереңирээк катмарында көп санда болушат.

Топурак пайда болуу процесси жана микроорганизмдердин тиричилик аракети

Жер бетиндеги бардык топурактар адатта энелик деп аталган ар түрдүү тоо тектеринен пайда болгон. Негизинен топурак пайда кылуучулар катарында борпоң чөгүлгөн тектер чыгат, себеби өзгөрүлгөн вулкан тектери жер бетине өтө сейрек чыгышат.

Тоо тектеринин топуракка айлануу процессинин алгачкы этаптарында эле минералдардын шамалдануу процесстеринде микроорганизмдердин ролу айкын түрдө көрүнө баштайт.

Көрүнүктүү окумуштуулар В.И. Вернадский жана Б.Б. Польжов тоо тектеринин кыйроого учурашын өсүмдүк, көпчүлүк учурда жөнөкөй түзүлүштөгү организмдердин тиричилик аркеттеринин натыйжасы катары карашкан. Азыркы мезгилде бул көз караш көптөгөн эксперименттик материалдар менен далилденген.

Минералдын микроорганизмдер тарабынан бузулушу бир катар себептерге байланыштуу. Өзгөрүлгөн валенттүүлүккө ээ болгон элементтерди (Fe,S) кармаган минералдар микробдук ферменттердин таасири астында чөйрөнүн шартына жараша кычкылданууга жана калыбына келүүгө жөндөмдүү.

Кээ бир микроорганизмдер минералдарды бузуучу күчтүү минерал кислоталарды бөлүп чыгарат. Мисалы, нитрификаторлор, күкүрт кычкылдануучу бактериялар. Көпчүлүк бактериялар, ошондой эле көк дан козу карындар минералдарды ажыратып бузуучу же алардын компоненттери менен биригип, хелаттык кошулмаларды пайда кылуучу органикалык кислоталарды бөлүп чыгарат.

Активдүү хелат пайда кылуучу кошулмалардын ичинен аминдерди, амин, кетокислоталарын, фенолкошулмаларын, гумус заттарын көрсөтүүгө болот.

Көпчүлүк бактериялар микроорганизмдердин тоо тектери менен байланышын жеңилдетүү үчүн былжырды, шилекейди бөлүп чыгарат. Ошентип тоо тектердин бузулушу микроорганизмдердин тиричилик продуктуларынын таасири астында, ошондой эле шилекей заттары менен минералдардын кристаллдык торчосунун составына кирген химиялык элементтердин ортосунда пайда болгон комплекстик кошулмалардын пайда болушунун натыйжасында өтөт.

Энелик тектерди биринчи болуп мекендегендер – микроскоптук, көбүнчө диатомдук балырлар. Органикалык заттардын автотрофтук жыйнагычтары катары балырлар маанилүү ролду ойношот, аларсыз сапрофиттик микроорганизмдердин тиричилик аракетинин жүрүшү мүмкүн эмес. Сапрофиттер минералдардын шамалдап бузулушун чакырган ар кандай кошулмаларды бөлүп чыгарат, көк жашыл балырлар (цианбактериялары) азот топтошот жана бузулуп жаткан тоо тектерди ушул элементтин кошулмалары менен байытат.

Микроорганизмдердин минералдардын үстүнө келип отурукташы тандалып жүргүзүлөт. Ар түркүн тектердин жана минералдардын үстүндө көбөйгөн микрофлоранын составы бирдей эмес.

Тоо тектеринин жаратылышта шамалдашы – бири-бирине карама-каршы эки процесстердин (биринчилик минералдардын ажырашы жана экинчилик минералдардын пайда болушу) биримдиги катары каралат. Жаңы минералдар микробдук метаболиттердин бири-бири менен өз ара катнашынан пайда болушу мүмкүн. Мисалы, тетит жана лимонит минералдарынын шамалдануу катмарында пайда болушу темирди чогултуучу микробдордун жашоо тиричилигинин натыйжасы.

Микроорганизмдердин химиялык элементтерди эрүүчү кошулмаларга өткөрүү жөндөмдүүлүгүнө негизделип, азыркы кезде бир катар баалуу элементтерди (жезди, коргошунду, кобальтты, никелди) алуу өнөр жайлык жол менен ишке ашырылат. Тоо тектеринин өзгөрүлүшү менен катар, топуракта гумус (кар чиринди) чогулат. Ал топурактын маанилүү касиеттерин, ошонун ичинен асылдуулугун жана сууну кармоочу жөндөмдүүлүгүн аныктоочу зат болуп саналат.

Чириндинин пайда болушунда микроорганизмдер өтө эле активдүү катышат. Кара чиринди топурак катмарында топурактын пайда болушу процессинин 1 этабынан баштап эле жыйнала баштайт. "Кара чиринди" же "гумус" деген термин бири-бирине жакын жогорку молекулалуу, химиялык жаратылышы аягына чейин изилдеп бүтө элек бир чоң топтогу кошулмаларды камтыйт. Кара чиринди топурактын органикалык затынын 85-90% тин түзөт. Анда маанилүү санда азот, фосфор жана башка элементтер кармалган. Кара чиринди топурактын үстүндөгү өсүмдүк калдыктарынан жана өлгөн тамыр системаларынан пайда болот. Өсүмдүк калдыктары ар кандай курамга ээ, андан пайда болгон кара чириндинин кандай ылдамдыкта ажыроосуна мында маанилүү таа-

сирди өсүмдүк калдыктарынын азот менен байланышы көрсөтөт. Алардын жогорку ылдамдык менен ажырашы төмөнкү шарттарда: эгерде C:N болгон катнашы 20:1 түзгөн боюнча, азоттун кармалышы – 1,5 % болгондо өтөт. Ажыроо азоттун көп санда кармалышында андан ары күчөйт. Өтө жай ылдамдыкта жыгач жана жыгачтын кабыктары ажырайт. Өсүмдүк калдыктарынын тез ажыроосуна өсүмдүктүн химиялык компоненттеринин курамы көп таасирин тийгизет. Белоктор жана ага жакын кошулмалар (алардын саны күбүлүп түшкөн өсүмдүк калдыктарында 0,5%), гемицелеюлоза жана пектин заттар (15-35%), ошондой эле целлюлоза (15-50%) болгондо микробдор тарабынан калдыктар бат эле ажырайт. Микроорганизмдердин таасирине өсүмдүк тканынын 15-30% массасын түзгөн лигнин өтө эле туруктуу. Ал фенолпропан спирттеринин бууланган кошулмаларынан турат. Ар түрдүү өсүмдүктөрдө лигниндин курамы ар кандай. Ийне жалбырактуу жыгачтарда лигниндин курамы – кониферил спиртинен, жазы жалбырактууларда кониферил жана синап спирттеринен, ал эми чөп өсүмдүктөрүндө кониферил жана паракумар спирттеринен турат.

Лигинди бузуп ажыратууга көпчүлүк микроорганизмдер базидиялык козу карындар, аскомицеттер, козу карындар, актиномицеттер жана башка кээ бир бактериялар жөндөмдүү. Лигниндин ажыроо процесси жай, бир нече катар реакциялар менен жүрөт.

Адатта 10-20% өсүмдүк калдыктары гумуска айланат. Анда 4-4,5% азот кармалат. Гумустун курамында аз сандагы нуклеин кислоталары болот, аларда 35% ке чейин азот кармалат. Көмүртектин кармалышы 45-60%, фосфордуку – 0,27-1,4% ке чейин. Топурактарда химиялык жаратылышы боюнча гумус кошулмалары бирдей эмес. М.М. Кононованын пикири боюнча ал кошулмаларды төмөнкү топторго бөлүүгө болот. 1) Гумин кислотасы. 2) Гуминдер. 3) Гематомилан кислотасы. 4) Фульвокислоталар.

Кара чириндинин пайда болуу процесси майда-чүйдөсүнө чейин изилденип бүтө элек, бирок анын синтезине байланыштуу болгон көпчүлүк жерлери ачык түшүндүрүлгөн.

Америкалык окумуштуу С. Ваксман кара чириндинин ядросу – лигнопротеин комплекси жөнүндөгү теорияны түзгөн. Бул теория боюнча кара чиринди өсүмдүк калдыктарындагы лигнинден жана микробдук клеткалардын белокторунан түзүлөт. Лигнин микроорганизмдердин таасири астында жай ажырап бузулат жана анын ажыроо продуктулары өлгөн микробдук клеткалардын бе-

локтору менен кошулат. Ошентип гумус кошулмаларынын татаал бирикмесенин калыптанышы жүрөт.

С. Ваксмандын теориясын көпчүлүк изилдөөчүлөр сындашкан. Азыркы кезде кара чириндинин пайда болуу процессинде лигнин маанилүү өзгөрүүлөргө учурай тургандыгын көрсөткөн маалыматтар чогулду. Лигнинден башка дагы өсүмдүк ткандарында полифенол түрүндөгү жыпар жыттуу кошулмалар бар, ошондуктан алардын гумин кислотасын пайда кылуудагы ролун танууга болбойт. Ошондой эле кара чириндинин пайда болушунда өңдөгүч заттардын жана бир катар башка кошулмалардын катышуусун эстен чыгарбоо керек. Эң маанилүү дагы айта кете турган нерсе лигно-протеинаттар жана жаратылыш кара чиринди заттары бири-биринен айырмаланышат.

Ошентип, өсүмдүк калдыктарындагы лигнинди кара чириндинин составына кирген жападан жалгыз жыпар жыттуу кошулмалардын булагы катары кароого болбойт. Микроорганизмдин лигнинди ажыратып бузушунда бир катар жыпар жыттуу кошулмалар табылган.

Лигниндин ажыроосунда пайда болгон көпчүлүк жыпар жыттуу кошулмалар бууланып, татаал комплекстерди берет. Конденсацияга (бууланууга) хинондор өтө жөндөмдүү, алар микроорганизмдердин жыпар жыттуу кошулмаларга болгон таасиринин астында пайда болот. Хинондордун полифенолдордон пайда болушу бактериялык табигатка ээ болгон фенолоксидаза менен активдештирилет.

МИКРООРГАНИЗМДЕР МЕНЕН ӨСҮМДҮКТӨРДҮН ОРТОСУНДАГЫ ӨЗ АРА КАТНАШТАР

Тамырдын үстүнкү бетине жана өсүмдүктөрдүн жер үстүндөгү бөлүктөрүнө өсүмдүк организми тарабынан синтезделген органикалык кошулмалар бөлүнүп чыгарылат. Бул кубулуш э к з о с м о с деп аталат.

Тамыр экзосмосунда ар түркүн органикалык – алма, акак, шарап, лимон, козу-кулак кислоталары пайда болот. Ошондой эле ар түркүн канттар – альдоза жана кетоза түрүндөгү, кээ бир аминокислоталары (аланин, лизин ж.б.) пайда болот.

Тамырдан бөлүнүп чыккан заттардын курамында физиологиялык активдүүлүккө ээ болгон – витаминдер, өстүрүүчү заттар, кээ бирде алкалоиддер дагы бар. Көпчүлүк көрсөтүлгөн кошулмалар өсүмдүктүн жер бетиндеги органдары тарабынан да бөлүнүп чыгарылат.

Ушуга байланыштуу өсүмдүктүн тамырларында жана жер бетиндеги бөлүктөрүндө сапрофиттик микрофлора өр́чүп өнүгөт.

Тамырдын так үстүнкү бетинде жайланышып, тиричилик өткөргөн микроорганизмдер **ризоплан микрофлорасы** деп аталат. Алардан башка дагы тамырдын айланасындагы топуракта жашаган микроорганизмдер бар, алар **ризосфера микрофлорасы** деп аталат. Тамырдын үстүндөгү жана ризосферадагы микроорганизмдердин саны, калган айланадагы топурак массасына салыштырмалуу жүз эсе көп.

Жаш тамырдын зонасында негизинен спорасыз бактериялар (Pseudomonas, Mycobacterium ж.б.) өнүгүп көбөйүшөт. Ошондой эле бул жерде микроскоптук козу карындар, ачыткыч козу карындар, балырлар ж.б. микроорганизмдер кездешет.

Ризосфера микрофлорасынын курамы өсүмдүктүн жашы менен кошо өзгөрөт. Мисалы, бацилллдер, актиномицеттер жана целлюлоза ажыратып бузуучу микроорганизмдер жаш өсүмдүк ризосферасында жокко эсе, себеби бул топтогу микроорганизмдер

өлүмгө учураган тамыр калдыктарын ажыратууда активдүү катышат.

Тамырдын так үстүндөгү микрофлора курамы боюнча ризосферадагы микробдук ценоздон бир канча айырмаланат. Мисалы, ризоплан Pseudomonas уруусунун өкүлдөрүнө бай келет, бул жерде Azotobacter жана целлюлозаны ажыратуучу жана башка микроорганизмдер өтө начар көбөйүшөт, алар ризосферада кездешет. Тамырдан бөлүнүп чыккан заттардын курамы жана органикалык калдыктар кээ бир өсүмдүктөрдүн ризоплан жана ризосфера микрофлорасынын сандык жана сапаттык катнашын аныктайт. Мисалы, белгилүү болгондой түймөк бактериялары чанак өсүмдүктөрүнүн ризосферасында өтө жакшы көбөйөт, Azotobacter бир өсүмдүктүн тамыр зонасында жакшы көбөйөт, башкаларында көбөйбөйт.

Өсүмдүктөрдүн өсүүсүндө тамыр зонасында сапрофиттик микроорганизмдер белгилүү мааниге ээ. Баарынан мурда алардын органикалык жана минералдык кошулмаларды бузуп – өсүмдүктөр үчүн минералдык азыкты даярдоочу ролун белгилөө зарыл. Микроорганизмдер витаминдерди синтездөө жөндөмдүүлүгүнө ээ экендиги менен өсүмдүккө белгилүү таасир көрсөтөт. Ризосфера бактериясы тиминди жана башка бир катар витаминдерди бөлүп чыгара тургандыгы далилденген. Ошондой эле өстүрүүчү заттар – гибереллин жана гетероауксин синтездешет. Тамыр айланасындагы микрофлора өзүнчө бир биологиялык тосмо болуп эсептелет жана мителер менен татаал түзүлүштүү өсүмдүктөрдүн ортосундагы өз ара байланыштарды аныктайт. Көпчүлүк сапрофиттик микроорганизмдер фитомителердин өсүп өнүгүшүн басып токтотуучу антибиотик заттарын бөлүп чыгарат.

Өсүмдүктөрдүн эпифиттик микроорганизмдери жана түшүмдү сактоо

Тамыр зонасында өрчүүчү микроорганизмдердин бир бөлүгү өсүмдүктүн вегетация убагында жер бетиндеги анын органдарына өтөт жана ал жерде көбөйө баштайт. Микробдун кандайдыр бир бөлүгү өсүмдүктөрдүн үстүнкү бетине чаң жана курт кумурскалар менен дагы кошо келет.

Өсүмдүктөрдүн үстүнкү бетинде өрчүп өнүккөн микроорганизмдер **эпифиттер же филлосфера микробдору** деп аталат.

Бул микроорганизмдер өсүмдүктөрдө мителик кылбайт, өсүмдүк ткандары бөлүп чыгарган заттардын жана органикалык булганычтардын, чаңдардын эсебинен азыктанат.

Өсүмдүктүн үстүнкү бетиндеги ушундай жакыр азык запастарына бардык микроорганизмдер эле канааттана бербейт. Ошондуктан эпифиттик өсүмдүк микрофлорасынын составы өзгөчө болот.

Эпифиттердин 80% ке жакын жалпы санын Erwinia herbicola (Pseudomonas herbicola) түзөт. Бул спора пайда кылбоочу таякчалар, эт-пептон агарында алтын сары колонияларды пайда кылат, бул жерде аз санда болсо дагы башка бактериялар, көбүнчө молекулалык азотту топтоочулар кездешет. Кээ бир окумуштуулардын маалыматтарына караганда молекулалык азоттун 15% – и филлосферада топтолот. Эпифиттик микроорганизмдердин арасында бацилллдер жана актиномицеттер аз, көбүнчө ар түркүн козу карындардын (Penicillium, Fusarium, Mucor) түйүлдүктөрү болот.

Илдетсиз өсүмдүктөрдө эпифиттик микроорганизмдеринин жашоо тиричилигинин өтүшү маанилүү өлчөмдө климат менен байланышкан. Аба ырайы нымдуу болуп турганда алардын саны кескин жогорулайт. Кургакчылыкта тескерисинче азаят. Ткандары канчалык зат алмашуу продуктыларын интенсивдүү бөлүп чыгарып турган өсүмдүк беттеринде, ошончолук микрофлора бай жана түркүн келет.

Микроорганизмдер жалаң гана өзөктө, сабакта, жалбыракта болбостон, уруктардын үстүндө дагы болот. Жабык уруктуулардын, мисалы, чанактуулардын гана уруктарында жок болот. Мындай учурда уруктардын кабыгы ачылып жарылмайынча алар микрофлорага ээ болбойт.

Түшүм жыйноодо жана бастырууда, дан мекроорганизмдер менен булганат. Мында чаң жана топурак негизги мааниге ээ. Дандын бетине түшүү менен алар дан массасын микроорганизмдер менен булганышын күчөтөт.

Ар түркүн дандардын микроорганизмдер менен жугушуусу ар кандай деңгээлде өтөт. Мында өсүмдүктүн жекече өсүп өнүгүү өзгөчөлүктөрү, дандын бышып жетилүү шарттары анын морфологиялык белгилери таасир көрсөтөт. Мисалы, сызыктуу чункурлардын болушу, эпидермистин же гүл кабыкчасынын бетинин бодуракай болушу, дандын бетинде көп сандаган чаңдын жана микрофлоранын чогулушуна көмөк болот. Ошондуктан дан

өсүмдүктөрүнүн уруктарында башка май берүүчү же чанактуу өсүмдөктөргө салыштырмалуу микроорганизмдер көп.

Эпифиттик микроорганиздердин өсүмдүк организмине тийгизген таасири айлана чөйрөгө жараша ар түркүн болушу мүмкүн. Дандын өсүп өнүгүшүнүн биринчи этабында эпифиттик микроорганизмдер көбөйө баштайт жана тамырдан өсүп чыккан өсүмдүккө өтөт.

Өсүмдүктүн үстүңкү бетинде көбөйүп өнүккөн эпифиттик микроорганиздер өсүмдүк ткандарына мителердин киришине тосколдук кылуучу биологиялык тосмону түзөт. Өсүмдүктөрдү эпифиттик микрофлоранын жакшы өсүп өнүгүүсүн күчөтүүчү азык заттардын эритмеси менен чачыратып, фитопатогендик микроорганизмдерге каршы эпифиттердин антогонисттик таасирлерин күчөтүүгө жетишсе болот. Иш жүзүндө кээ бир өсүмдүк илдеттери менен, аларга каршы эпифиттик микрофлораны пайдаланып күрөшүүгө болот.

Дан жана үрөндүн сакталышында упифиттик микроорганизмдердин ролу өтө эле чоң. Дандын бышып жетилүүсүндө нымдуулук кескин төмөндөйт жана микроорганизмдердин көбөйүүсүнө мүмкүн болбогондой деңгээлге жетет.

Дандагы жана үрөндөгү микроорганизмдердин өрчүп өнүгүшү эмнеге байланыштуу, продукциянын бузулушу кантип жүрөт? Эң биринчиден, дандын нымдуулугуна жана айлана чөйрөнүн температурасына жараша болот.

Кээ бир топтогу микрофлора данда ар кандай деңгээлдеги нымдуулукта өнүгө баштайт. Мисалы, 15-20% температурада буудайда жана жүгөрүдө кээ бир козу карындар, ал эми бактериялар болсо – буудай данынын нымдуулугу 17,5-18% болгондо көбөйөт.

Микроорганизмдер данда́ качан гана эркин суу пайда болгондо, б.а. нымдуулуктун денгээли байланышкан суунун денгээлинен ашып кеткенде гана өөрчүп өнүгө баштайт.

Ошондой эле микроорганизмдердин данда жана үрөөндө өсүп өнүгүшү температура жогору болсо, ошончолук дандагы микроорганизмдер тез көбөйөт.

10^0С температурада жада калса өтө нымдуу дан деле (18-19%) жакшы сакталат, ал эми 15-20^0Сде көк жашыл кебер менен капталып бозула баштайт. Жогору температурада данды жакшылап сактоо үчүн анын нымдуулугун төмөндөтүү зарыл.

Дан сууланып нымдалганда ага мүнөздүү болгон эпифиттик микрофлора бат эле жоголот. Ар түркүн көк дат козу карындар көбүнчө Penicillium жана Aspergillus уруусуунун өкүлдөрү көбөйө баштайт. Aspergillus жогорку температурада (25^0С жогору) басымдуулук кылат. Бактериялардын ичинен биринчилерден болуп микрококктор көбөйөт, алар E. helbicola сүрүп чыгарат, кийинчерээк ар түрдүү спорасыз таякчалар пайда болот, ал эми температура жогорулаганда-бациллдер (Bacillus mesentericus, Bac. subtilis ж.б.) өнүгөт. Ошентип, дандын микрофлорасынын курамы боюнча аларды сактоо шарттары жөнүндө жыйынтык чыгарууга болот.

Микроорганизмердин данда көп же аз убакытка өрчүп өнүгүшү, анын ысып кетишине алып келет. Дан массалары төмөнкү жылуулук өткөргүчтүүлүк касиетине ээ болгондуктан, алар жылуулукту жакшы топтошот. Дандын ысып кетиши тереңдеп кетсе, анда температуранын жогорулашы 60^0Сга чейин жетет. Ушул абалда дан кара боз түскө боелуп, түтөп, бара бара өзүнөн өзү күйүп кетиши мүмкүн.

АТМОСФЕРАНЫН МИКРОФЛОРАСЫ

Абада микроорганизмдердин бар экендиги жөнүндөгү биринчи эксперменталдык маалыматтар Л.Пастер тарабынан (1860) алынган. Деңиз деңгээлинен ар кандай бийиктиктерде ал ичинде стерилдик азык чөйрөсү бар колбалардын оозун ачып, ичинде өсүп чыккан колбалардын санына жараша абанын микроорганизмдер менен булгануу деңгээлин аныктаган.Ошентип ал биринчи жолу абадагы микроорганизмдердин саны деңиз деңгээлинен бийиктикке көз каранды экендигин көрсөткөн.

1920-жылы Молиш абада кармалган микроорганизмдерди белгилеп кетүү үчүн аэроплактон деген терминди сунуш кылган. Бул термин менен абада илинип турган жана абанын агымы менен таралаган микроорганизмдердин бардыгы камтылат: вирустар, бактериялар, ачыткыч козу карындар, микромицеттердин споралары, эңгилчектер, балырлар, жөнөкөйлөр жана алардын цисталары.

Атмосферада микрорганизмдер негизинен тропосферада отурукташкан. Тропосферада ар түрдүү жашоо чөйрөлөрүнөн келип түшкөн аллохтондук микроорганизмдер камтылат. Алар топурактан чаң жана өсүмдүк чаңчалары менен бирдикте, көлдүн, деңиздердин, океандардын үстүнөн-суу-жээк чачырандылары менен, ал эми жалбырактардын, бутактардын, жыгачтардын ж.б. нерселердин беттеринен шамал менен үйлөнүп киргизилет. Бөлүкчөлөр жана микроорганизмдер абанын кыймылга келип туруучу катмарына жабышуу күчтөрүн жеңгенден кийин гана кирет. Буга ар бир кыймыл көмөк болот-топурактын үстүнкү бетинен көтөрүлгөн чаң, сүрүлүү, күчтүү шамал жана күндүн күкүрөөсү, чагылган, деңиздин жээкти урган агымы, толкундар, курт-кумурскалар, канаттулар.

Атмосферада микроорганизмдердин горизонталдык таралышы жердин кеңдик зоналдуулугуна баш ийет. Түндүк алкактарындагы көп убакыттан бери кар жана муз менен жабылган жерлердин аба мейкиндигинде микроорганизмдердин саны бир канча аз, түштүктөгү тропикалык алкактарга салыштырганда. Ошон-

дой эле микроорганизмдердин вертикалдык (тик) зоналар боюнча таралышы дагы белгиленген. Абанын тике агымы аба массасын аралаштырат жана аны менен кошо аэропланктонду жер катмарынан алып, атмосферанын үстүнкү катмарларына чейин көтөрүп,ташыйт.Мында аэропланктон суюлтулат жана анын саны азайат. Микроорганизмдердин санынын азайышына ультракөгүлтүр нурларынын зыяндуу таасири дагы көмөк берет. Ошентип аэропланктондун сандык кармалышы деңиз деңгээлинин бийиктигинин жогорулашы менен азайа баштайт. Жагымсыз шарттарга чыдамдуу келген кээ бир микроорганизмдердин саны стратосферада 70-80 км бийиктикте табылат.

Атмосферада микроорганизмдердин саны жылдын мезгилине көз каранды. Мелүүн климаттуу аймактарда микроорганизмдердин жогорку концентрациясы жылдын жылуу мезгилинде белгиленген, төмөнкү концентрациясы суук мезгилинде. Кышында төмөнкү температура жана кар катмары атмосферага топурак микроорганизмдеринин киришин азайтат. Жылуу мезгилде микроорганизмдердин саны аба ырайынын шарттарына-шамалдын ылдамдыгына, жаан чачындын болушуна көз каранды. Аэропланктондун санынын жогорулашы түздөн-түз шамалдын ылдамдыгына жараша болот. Шамал ылдамдыгынын 4-6м/сек чейин жогорулашы, атмосферада бактериялардын санын 5-16 эсеге жогорулатат. Тескерисинче жамгыр абадан көп сандаган бактерияларды жана козу карын спораларын жууп кетет (Влодовец,1979). Жай күнүндө 1м^3 абада бактериялардын саны бир нече жүздү түзө турган болсо, жаан жаап өткөндөн кийин алардын саны 20-30 клетка/м^3 чейин түшөт. Тропика жамгыр суусунда көп сандаган бактериялар, актиномицеттер, козу-карындар табылган (Brock,1966):

Жалпы саны	$3{,}2 \cdot 10^5$
Актиномицеттер	$1{,}4 \cdot 10^5$
Козу карындар	$2{,}1 \cdot 10^4$
Балырлар	10
Аэробдор	0,21
Анаэробдук азот топтогучтар	$1{,}1 \cdot 10^2$
Аммонификаторлор	$2{,}6 \cdot 10^6$
Нитрификаторлор	0,53
Денитрификаторлор	$2{,}6 \cdot 10^6$

Жамгыр суусунда табылган микроорганизмдердин группалары (азот топтогучтар, аммонификаторлор) топурак микрофлорасынын негизги өкүлдөрү. Алар жамгыр менен кайрадан өздөрүнүн туруктуу жашоо чөйрүсүнө келип түшөт.

Жалпысынан алганда микроорганизмдердин атмосферада кармалышы, сакталышы аз эле убакытты камтыйт, себеби алар жер бетине жана башка нерселердин беттерине келип отурукташат. Чөгүп отурукташуунун бир нече механизмдери бар – седиментация (чаң менен отурукташуу), инерциялык чөгүү – аба агымынын алдындагы тоскоолдуктар пайда болгондо. Атмосферанын көлөм бирдигиндеги микроорганизмдердин саны ар түрдүү материктердин, океандардын, чоң шаарлардын, айылдардын үстүндө ар түрдүү. Материктердин жана чоң шаарлардын үстүндөгү аба ачык океандын жана айыл-кыштактын үстүндөгү абага салыштырмалуу микроорганизмдерди көп кармайт. Ошондой эле абанын микроорганизмдер менен байышы шаардын жайгашуусуна, жашылдануу деңгээлине, жолдордун сапатына жана транспорт кыймылынын жыштыгына жараша болот.

Турак жайлардын абасына микроорганизмдердин келип түшүү булактары болуп адамдын жашоо аракети саналат. М.: адам чүчкүргөндө абага 20 дан 40 миңге жакын тамчылар чыгарылат, жөтөлгөндө бир нече жүз. Көпчүлүк микроорганизмдер абага кийимден жана түлөгөн териден келип түшөт. Абанын агымы менен микроорганизмдер турак жайлардын ичинде гана айланбастан, сырткы чөйрөгө дагы келип түшөт. Микроорганизмдердин көп санда кармалышы канаттуулар фабрикасында белгиленген. Эт багытындагы тооктордү багуучу ишкананын абасындагы микроорганизмдердин кармалышы 8млн/м^3.

Бактерия аэрозолдорунун булактары болуп тазалагыч курулуштардагы тундургучтар жана таштанды сууларды чачыратуу болуп саналат. Алар андан башка дагы оору козгогуч микроорганизмдерди кармап жүрүүсү менен коркунучтуу, алар 150-200 м радиуста таркалышы мүмкүн.

Микроорганизмдердин абанын агымы менен таралашы чоң эпидемиологиялык мааниге ээ. Адамдын оорулары (сасык тумоо, кара чечек, полиомиолит, пневмония, аспергиллез ж.б.), канаттуулардын ылаңдары, ийри мүйүздүү малдардын ылаңдары (туляремия, ящур), өсүмдүк илдеттери (ундай тамчы, күрөң чирик ж.б.) үчүн аба менен таралуу далилденген.

Ар түрдүү аймактардагы, ар түрдүү аба ырайынын жана жыл мезгилинин шарттарында микроорганизмдердин санын изилдөө, алардын таралышындагы бир катар закон ченемдүүлүктөрдү жаратты:

- деңиздердин үстүндөгү аба микроорганизмдерди аз санда кармайт.
- чоң, ири шаарлардын атмосферасында микроорганизмдерди саны айыл жерлерине салыштырганда көп.
- микроорганизмдердин саны жерден көтөрүлгөн сайын 300 дөн 2900м чейин 70-72%ке чейин төмөндөйт.
- атмосферанын микроорганизмдер табылган эң үстүнкү чеги 84 км бийиктиктеги аба катмары.
- атмосферадагы микроорганизмдердин саны климаттка жана метеорологиялык факторлорго көз каранды.
- антропогендик факторлор микроорганизмдердин атмосферадагы санын жогорулатат.

Атмосфера микрофлорасынын түрдүк составы ар түркүн. Таблицада 4 ар түрдүү бактериялардын, микромицеттердин абада кездеши жөнүндөгү жалпы түшүнүктөр берилген.

Таблица 4

Түндүк Американын тропосферасында табылган микроорганизмдер

Микроорганизмдер	Кездешүү проценти
Бактериялар:	
Грам оң таякчалар, плеоморфтор (Corynobacterium)	20
Грам терс таякчалар (Achromobacter, Flavobacterium).	5
Bacillus уруусу (спора пайда кылуучулар)	35
Грам оң коккторр (Micrococcus)	40
Козу-карындар:	
Cladosporium	80
Alternaria	5
Penicillium	2
Aspergillus, Fuasarium, Sclerotinia, Trichiderma	13

Мындай изилдөөлөр көп өлкөлөрдө өткөрүлгөн. Атмосферанын жерге жакын катмарында бардыгы болуп 1200 түргө жакын бактериялар, козу карыңдар, актиномицеттер табылган.Алардын ичинде саны боюнча пигмент пайда кылучуулар үстөмдүк кылат. Түштүк алкактарда көбүнчө меланин жана каротиноид пигменттери бар микроорганизмдер кездешет.Тропика өлкөлөрүндө пигменттери бар микроорганизмдер пігменти жокторго салыштырмалуу көп. Пигмент микроорганизмдерге чыдамдуулукту берүү менен, алардын узак жашоого жөндөмдүүлүгүн камсыз кылат.

Географиялык кеңдик ,жерде өскөн өсүмдүктөрдүн түрү, жылдын мезгили жана күндүн убактысы микроорганизмдердин санына жана түрдүк составына таасир көрсөтөт.

СУУНУН МИКРОФЛОРАСЫ

Суунун катмарында жашаган микроорганизмдер **планктон** деп аталат, ал курамы боюнча фитопланктон (балырлар), бактериопланктон жана зоопланктон болуп бөлүнөт.

Суунун үстүндөгү көбүктүн ичинде жашаган микроорганизмдер (0–2 см) **нейстон** деп аталат. Суу менен абанын чек арасында азык заттар топтолот жана өзүнчө бир чөйрө пайда болот, анын ичиндеги микроорганизмдердин популяциясынын тыгыздыгы астынкы катмардагы сууга салыштырмалуу 10–100 эсеге жогору. Көбүктүн ичинде органикалык заттар, микроэлементтер, фосфаттар, аммиак, күкүрт кошулмалары топтолот. Азык заттардын топтолушу ар түрдүү гетероторфтук жана хемолитотрофтук микроорганизмдердин жашоосу үчүн шар түзөт. Нейтсондо жашагандардын арасында Pseudomonas, Flavobacterium, Mycobacterium, Achromobacterium уруусундагы бактериялар, Campropedia, Navicula уруусундагы балырлар табылган. Анык нейстон организми болуп Nevstairamosa бактериялары саналат.

Көпчүлүк микроорганизмдер суунун ичиндеги ар кандай беттерде колонияларды пайда кылат. Төмөнкүдөй коомдорду пайда кылыт: таштын, аскалардын үстүндө – **эпилитон**, суу өсүмдүктөрүнүн бетинде –**эпифитон**, суу жаныбарларынын бетинде – **эпизоотон**. Ошондой эле жасалма нерселердин бетинде (кемелердин түбүндө) өнүккөн коомдор **перифитон** деп аталат.

Көлдөрдүн микробдук курамы

Көлдөрдүн мүнөздүү белгиси болуп зоналдуулук саналат. Зоналдуулук көлдөрдүн географиялык жайгашуусу менен аныкталат, климат факторлоруна (жамгыр, t°, жарык ж.б.), ошондой эле биогендик элемементтердин кармалышына (аллохтондук жана автохтондук органикалык заттардын) көз каранды.Түндүк зоналарда аллохтондук органика, түштүктө автохтондук органика

үстөмдүк кылат. Ушуга ылайыктуу түндүк кеңдиктеги көлдөрдө бактериопланктон аз, түштүк көлдөрдө көбүрөөк кармалат. Түндүктөн түштүккө карай көлдүн түбүндөгү микрофлоранын саны жогорулайт.

Ар түрдүү географиялык зоналардагы көлдөр азыктануу (трофия) деңгээли боюнча айырмаланат. Ушул белгиси боюнча көлдөр 4 типке бөлүнөт: **автотрофтук, олиготрофтук, мезотрофтук, дистрофтук.**

Кычкылтектин (O_2) кармалышы боюнча көлдөрдө 4 экологиялык зоналар бар: **аэробдук, микроаэрофилдик, анаэробдук жана чөгүндү чөккөн зона**. Аэробдук зона суунун калың катмарын ээлейт. Ар кандай трофияга ээ болгон көлдөрдө бул зонанын калыңдыгы ар түрдүү. Олиготрофтук көлдөрдө аэробдук зона бүт катмарын камтыйт, мезотрофтук көлдөрдө жайдын жана кыштын аягында O_2 түпкү катмарында жоголот. Бул зона органикалык заттарга жана микроорганизмдерди камтыган үстүнкү көбүккө (нейстон) бай. Анын астынкы , 20–50 см чейинки катмарында фитопланктон жана цианобактериялар өрчүйт. Төмөнүрөөк, детрит топтолгон катмарында гетеротрофтордун биомассасынын чогулуп жыйналышы жана ошондой эле эриген, калкыган органикалык заттардын бузулушунун баштапкы этаптары жүрөт.

Микроаэрофилдик зонада (калыңдыгы бир нече метрге жетет) O_2 аз (1,0–1,5 мг\л) жана калыбына келген заттарды (H_2,CH_4, H_2S, NH_3, Fe^{2+} ,Mn^{2+}) кармайт. Мындай шарттарда суутекти кычкылдандыруучу, метан кычкылдандыруучу, темир бактериялары өнүгөт.

Көлдүн түбүнө чөккөн баткак же чөкмө өзгөчө бир экологиялык зонаны түзөт. Бул жерде жогору же ылдый аккан суунун агымы жок болгондуктан, анын горизонторунун ортосундагы өз ара алмашуу заттардын диффузиясынын эсебинен жүрөт. Пайда болгон чөкмүнүн мүнөзү көлдүн тибине жараша болот. Баткактын (чөкмүнүн) эң үстүнкү катмары, болгону 2мм, жука бир нече беттерден турган түзүлүшкө ээ. Перфильев аттуу окумуштуу өзү иштеп чыккан аспаптын-педоскоптун жардамы менен 8 микрозоналарды аныктап тапкан, анын ар бири белгилүү микроорганизмдер менен гана ээленип турат: 1-зона диатом балырларга толгон, 2-темирди кычкылдандыруучу темир бактериялары Gallionella ochrobium testum; 3-кен менен капталбаган темир бактерияларынын клеткалары менен азыктанган жырткыч бактериялар Dictiobacter rapex Perf.,; 4-азотобактерлерге окшош келген бакте-

риялар; 5-сапрофиттик жип сымал бактериялар; 6-жырткыч бактерия (Cyclobacter) клеткаларынан; 7-Lieskella bifida клеткаларынан; 8-Thiospira уруусундагы бактериялардан турат.

Рн тын мааниси 9 дан 10 жеткен, соданы (Na_2CO_3) көп турган кармаган көлдөрдө экстремалдык абал түзүлөт. Буларга негизинен жогорку минералдык составга ээ болгон Магади экватордук көлү жана Борбордук Азиядагы,Байкал жээгиндеги төмөнкү минералдык составга ээ болгон көлдөр кирет. Мындай көлдөрдө эукариоттор жок, бирок цианобактериялар жакшы өрчүшөт, алар калыңдыгы 10 мм ге барабар болгон карттарды пайда кылуу менен өнүгүшөт. Ошондой эле прокариоттук коомдорго аэробдук жана анэробдук архебактериялар (Haloanaerobiales, Thermotogales тукумдары), протеобактериялар, спирохеттер, грам оң бактериялар кирет.

Дүйнөлүк океандын микробдук курамы

Дүйнөлүк океандын суу чөйрөсү физико-химиялык касиеттери боюнча жана кармалган минералдык, органикалык заттардын саны боюнча ар түрдүү. Азык заттардын кармалышы боюнча дүйнөлүк океандын суулары олиго, мезо жана автотрофтук зоналарга бөлүнөт.

Океандын ачык бөлүгүнө салыштырмалуу евтотрофтук сууларда микроорганизмдердин саны жогору. Дүйнөлүк океандын микробиологиялык изилдөөлөрү А.Т.Крисс (1976) тарабынан кенен жүргүзүлгөн. Ал микроорганизмдердин дүйнөлүк океанда таралышы топуракта тиричилик өткөргөн микроорганизмдер сыяктуу географиялык зоналдуулукка баш ийет. Микроорганизмдердин тыгыздыгы экватордон түндүк полярдык райондорго карай азайат. Ошентип, экватория – тропикалык зоналарда микроорганизмдердин саны жогору, арктикалык жана антрактикалык зоналарда аз.

Микроорганизмдердин вертикалдык таралышы үчүн катмарлануу мүнөздүү. Үстүнкү, аралык тереңдиктеги, түбүндөгү катмарлар болуп бөлүнөт. Үстүнкү горизонттордо фитопланктон көп, ал фотосинтездөөчү балырлар менен берилет, 200 метрден төмөн алардын саны азайат. Аралык горизонттордо анаэробдук, фотосинтездөөчү бактериялар, олиготрофтор үстөмдүк кылат. Борпоң чөкмөлөрдүн ичиндеги микроорганизмдердин курамы жана саны ар түрдүү – 10 дон 10^8 клетка/г. Көбүнчө спора пайда кылуу-

чулардын, сульфат ажыратуучулардын, метан пайда кылуучу бактериялардын саны жогорулайт.

Дарыялардын микрофлорасы

Химиялык курамы боюнча дарыя суулары катуу же карбонаттык жана жумшак же хлордуу болуп бөлүнөт.

Эриген кычкылтектин жана органикалык заттардын кармалышынан башка дарыядагы микроорганизмдердин жашоо тиричилигин чектеген жана көзөмөлдөгөн факторлордун бири суунун агымы болуп саналат. Ошондуктан дарыялардын ар кандай жерлеринде микроорганизмдердин кармалыш саны бирдей эмес. Дарыялардын куя бериш жеринде бул сан жогорулайт. Микроорганизмдердин кармалышы убактылуу өзгөрүлүп турат. Мисалы, Иртыш дарыясында эртең менен эрте микроорганизмдердин саны өтө төмөн жана күндүзгү убакытта өтө жогору, түнкүсүн кайрадан төмөндөйт (Гулал,1961). Жазында суу кирген мезгилде микроорганизмдердин саны эреже катары жогорулайт.

Калк жашаган жерге жакын жерлерде микроорганизмдердин саны дайыма жогору, демек бул үй чарбачылыгынан чыккан таштандылардын жана органикалык калдыктардын сууга келип түшүп туруусу менен байланыштуу.

Көлдөр сыяктуу эле, дарыяларда дагы нейстондо, суу массасында жана түпкү чөкмөдө жашаган микроорганизмдердин коому болуп айырмаланат. Саны жана түрдүүлүк курамы дарыялардын азыктануусуна көз каранды. Олиготрофтук тоо дарыяларында микроорганизмдердин саны жана түрдүүлүгү төмөн. Аларда кездешкен бацилллдер,актиномицеттер жана ачыткыч козу карындар тыштан жамгыр жана кар суулары менен кошо кирет. Топуракта жашаган микроорганизмдердин түрлөрү дарыяларда дагы кездешет б.а. ошол топурак алардын негизги булагы болуп саналат. Дарыяларда көбүнчө атайын жабышуу органдары бар же таштардын үстүнө бекем адгезияга жөндөмдүү болгон микроорганизмдер жашап кетет. Жеткиликтүү бекем жабыша албаган организмдер агым менен кошо алынып кетилтет.

МИКРООГРАНИЗМ БӨЛҮП ЧЫГАРГАН МЕТАБОЛИТТЕРДИ ПАЙДАЛАНУУ

Микроб-антогонисттерди пайдалануу

Өсүмдүктөрдү дарылоо үчүн микроб-антогонисттерди пайдалануу жөнүндөгү суроо микробиологдордун көңүлүн буруп келет. Оору козгогуч козу карындарда дагы башка козу карындар мителик тиричилик өткөрүшү мүмкүн (экинчи муундун митеси). Мисалы, ун сыяктуу былжыр козу карындарда пикнидиалдык козу карын Cicinnobolus cesati мителик кылса, буудайдан кара көсөө датын чакыруучу козу карында (Puclinta triticina) дагы бир пикнидиалдык козу карын Darlucafilum тиричилик кылат.

Фитогендик козу карындар менен жугузулган үрөндөрдү микробдор-антогонисттердин культурасы менен чачыратуу, ошондой эле жугузулган топуракка киргизүү жакшы натыйжаларды берет. Зыянкеч – козгогуч микробдорду жок кылуу менен бул микроб-антагонист өсүмдүк кожоюнуна зыян алып келбейт.

Ушул багытта Россия мамлекетинде 1975-жылдары изилдөөлөр башталган. Я.П. Худяков фитопатогендүү козу карындардын Botrytis жана Sclerotinia мицелийин эритип бузуучу Pseudomonas уруусуна кирген бактерияны бөлүп алган. Бул микроб-антагонисттерди талаа тажрыйбаларында буудайдын, зыгырдын фузариоз ооруларына каршы күрөшүүдө чоң ийгиликтер менен колдонулган. Өсүмдүктөрдүн уруктарын Pseudomonas культурасы менен чачыратышкан.

Мырза карагайдын көчөттөрүн жана себилме көчөттөрүн фузариоздордон арылтууда миколиттик (же козу карындарды эритүүчү) бактерияларды пайдалануу көп жардам берди.

Бул белгилеп кеткендей, Azotobacter chroococcum культурасы Alternaria козу карындары чакырган айыл чарба өсүмдүктөрүнүн ооруларынан сактап калууга көмөк болот.

Sphaerotheca mors-uvae козу карыны менен чакырылган барсылдактын "мучнистик роса" (ундай шүүдүрүм) илдети менен күрөшүүдө өсүмдүктү кыктын кайнатмасы менен чачыратуу колдонулат. Бул өсүмдүк беттеринде микроорганизмдердин өрчүп

өнүгүшүнө түрткү берет. Эпифиттик микрофлоранын составында бактериялар – антагонисттер болот, алар чачыратуудан кийин көбөйө баштайт.

Микроб-антагонисттерди жалаң эле өсүмдүктүн оору козгогучтарына каршы күрөшпөстөн, мите өсүмдүктөргө каршы дагы пайдаланууга болот. Мисалы, дарбыздын шумбиясы менен күрөшүүдө, анын митеси болгон козу карынды Furasium Oroban пайдалануу оң натыйжаларды берди. Ушул козу карындын таза культурасы (жүгөрү унунда көбөйтүлгөн) практикалык колдонууга сунуш кылынган.

Антагонист – козу карындардын кээ бирлери топурак инфекциясы менен күрөшүүдө пайдаланат. С.Н. Московец, В.И. Билай ж.б. изилдөөчүлөр Trichoderma уруусундагы козу карындар фитомителик микробдорду жабырлатуучу уу заттарды бөлүп чыгара тургандыгын көрсөтүшкөн. Verticillium albo atrum козу карынынын пахтаны жабыркатуусун азайтуу үчүн топуракка Trichoderma lignorum киргизилет, ошондой ушул эле козу карын картошканын ж.б. айыл чарба өсүмдүктөрүнүн илдеттерине каршы колдонулат.

Сунуш кылынган козу карын топуракка өсүмдүктөрдү отургузууда, себүүдө киргизилет. Trichoderma lignorum культурасынын негизинде триходермин препараты даярдалат.

Микроб – антагонисттер жалаң эле фитомителерди өсүмдүк зонасында өрчүп өнүгүшүн басаңдатпастан, алар бөлүп чыгарган антибиоттик заттар өсүмдүк ткандарына кирип, аларды ооруу козгогучтарга болгон чыдамдуулугун арттырат.

Топурак инфекциясы менен күрөшүүгө арналган препараттар (триходермин тибиндеги) эгүү убагында топуракка киргизилет. Азырынча, айыл чарбасында микробдор – антагонисттер кеңири колдонууга ээ боло элек.

Азыркы мезгилде кемирүүчүлөр (үй чычкандары, келемиштер, талаа чычкандары) менен күрөшүүдө микробиологиялык ыкма кеңири колдонулат. Ич келтеге окшогон, кемирүүчүлөрдүн ичеги ооруларын чакыруучу микроорганизмдердин бир канча культурасы белгилүү. Адам баласы жана үй айбанаттары үчүн бул микроорганизмдер коркунучсуз. Биринчи жолу 1982-жылы Германияда Леффлер деген окумуштуу чычкандын келтесин чакыруучу бактерияны Bacterium typhi бөлүп алган. Кийинчерээк С.С. Мережковский, Б.П. Исаченко ж.б. окумуштуулар тарабынан ушул формадагы микроорганизмдерге жакын бир катарлары

табылган. Бул организмдер ич келте бактерияларына (Salmonella уруусу) кирет.

Кемирүүчүлөр менен күрөшүүдө көбөйтүлгөн бактериянын культурасы нанга же камырга кошулат. Жемди даярдоодо башка продуктулар дагы колдонулат. Бул жемдерди кемирүүчүлөрдүн ийиндерине же алар көп бара турган жерлерге коюшат.

Кемирүүчүлөр менен күрөшүүдөгү бактериологиялык ыкма арзан жана химиялык ыкмадан артык, себеби, адамга, үй айбанатына, жырткыч канаттууларга жана майда жырткычтарга зыянсыз. Азыркы мезгилде бактероденцид препараты кеңири пайдаланылат, ал Б.Л. Исаченко жазып кеткен микробдун (Sal. enteritidis vaz Jssatchenko) негизинде түзүлгөн.

Өсүмдүктөрдү коргоодо антибиотиктерди пайдалануу

Микроорганизмдердин арасында антагонисттик (карама-каршы) өз ара катнаштар, байланыштар белгилүү. Кээ бир микробдор антибиотик деп аталат, алардан бөлүнүп чыгарылган заттардын таасири астында башкалардын өсүшү токтотулат, ар бир антибиотик өзүнө гана мүнөздүү болгон таасирдин чегине ээ болуу менен белгилүү гана топтогу микроорганизмдердин өнүгүшүнө тоскоолдук кылат.

Антибиотиктер бири-биринен микроорганизмдерге көрсөткөн таасиринин мүнөздөрү боюнча айырмаланат. Алардын биреөлөрү микроорганизмдердин өсүшүн токтотушат, башкача айтканда бактериостатикалык таасир көрсөтүшөт, башкалары микробдук клеткаларды өлтүрүшөт, башкача айтканда бактериоциддик таасир, үчүнчүлөрү жалаң гана өлтүрбөстөн, микроб клеткаларынын эрип бузулушун чакырат. Көбүнчө антибиотиктердин таасири алардын дозасына жараша өзгөрүлөт. Иш жүзүндө антибиотиктерди XX кылымдын 40-жылында колдоно башташты. Бирок антагонизм кубулушу илгертен эле белгилүү болгон. Л. Пастер өз кезегинде сибирь жарасынын бацилласы көк-ириң таякчасы тарабынан басылып, өсүшү басаңдай тургандыгын белгилеп кеткен. И.И. Мечников ичеги микрофлорасындагы антагонизм кубулушун изилдеген.

Кийинки мезгилдерде изилдөөчүлөрдүн көңүлү химиялык заттарга салыштырмалуу бир катар артыкчылыктарга ээ болгон антибиотиктерди өсүмдүктөрдүн кээ бир оорулары менен күрөшүүдө пайдаланууга бөлүнгөн. Химиялык препараттар жалаң гана фитомителерге терс таасирин көрсөтпөстөн, өсүмдүктөргө жана

топурак микрофлорасына дагы терс таасирин көрсөтөт. Ал эми антибиотиктер болсо тандап таасир көрсөтөт – зыянкечти өлтүрөт, ал эми өсүмдүк организмине таасир көрсөтпөйт же кээ бир убакта өсүшүн тездетет. Бирок өсүмдүктөргө уулуу таасирин көрсөткөн антибиотиктер дагы кездешиши мүмкүн, аларды өсүмдүктү коргоодо пайдаланууга болбойт.

Айыл чарбасында, медицинада колдонулуучу антибиотиктерди пайдалануу адамга жана айбанаттарга патогендүү болгон микроорганизмдерге чыдамдуу формалардын пайда болушуна алып келет. Ошондуктан микробиологдор тарабынын өсүмдүк өстүрүүчүлүктө гана пайдаланууга арналган атайын антибиотик препараттарын изилдөө боюнча чоң иштер жүргүзүлүп келе жатат.

Ушундай иштердин негизги бөлүгү А. Красильников жана анын кызматкерлери тарабынан аткарылган. Мисалы, С.А. Аскеров пахтанын гоммозу менен күрөшүүдө жакшы натыйжа берген актиномицеттерден алынган антибиотикти бөлүп алган. Р.О. Мирзабекян актиномицеттерден алынган антибиотикти кызыл өрүк жана шабдалынын бактериялык илдетине (Bac. armeniaca) каршы күрөшүүдө чоң ийгиликтерге жетишкен. Тажрыйба жүргүзүүнүн бир учурунда 5 жылдык кызыл өрүк дарагын фитопатагендик бактерия менен жугуштурушат. Бир нече күн өткөндөн кийин өсүмдүктөрдүн бир бөлүгүн антибиотиктер менен чачыратышат. Бул өсүмдүктөрдүн айыгышына алып келген. Илдеттүү жана антибиотик менен чачыратылбаган өсүмдүк өлүмгө учураган.

Pseudomonas citriputealis менен чакырылган цитрус өсүмдүктөрүнүн бактериялык некрозунун өнүгүшүн токтотуучу дагы антибиотиктер табылган. Ушул заттар менен нымдалган мөмөлөр көп убакытка чейин бузулбастан сакталып турат.

Азыркы кезде антибиотик препараттары кеңири колдонулат. Россияда Trichothecium roscum козу карынынан турган т р и х о - т е - ц и н препараты даярдалат.

1 %түү дуст формасындагы трихотецин (активдүүлүгү 10 000 мкг-г) буудайдын жана арпанын тамыр чиригине каршы жакшы таасир көрсөтөт, 10 %түү нымдалган күкүм түрүндө (активдүүлүгү 100 000 мк-г) теплицаларда бадыраңдан ун шүүдүрүм илдетине, каршы пайдаланылат.

Streptomyces lavendula бөлүп чыгарган ф и т о б а к т е р и о - м и ц и н (ФВМ) препараты фасолдун, соянын уруктарын чачыратууда бактериоздорго, буудайдын тамыр чиригине каршы пайдаланылат.

Trichoderma lignorum козу карынынан алынган т р и х о д е р м и н препараты пахтанын вилт илдетине каршы пайдаланылат.

Ошондой эле Str. griseus бөлүп чыгарган антибиотик затынан турган г р и з и н бир катар козу карын жана бактерия ооруларына (пахтанын гомозу, кызыл өрүктүн бактериялык соолушу) каршы натыйжалуу келет.

Чет мамлекеттерде в а л и о м и ц и н (Str. hygroscopicus бөлүп чыгарат) пайдаланылат, ал күрүчтүн жалбырагынын соолушун чакырган Rhizoctonia уруусуна кирген фитопатогендүү козу карындарга каршы өтө активдүү. Бул антибиотик, ошондой эле картошканын кара котур жана күрөң чиригине каршы дагы пайдаланылат.

АКШ жана Япония мамлекеттеринде актидион (циклогексимия) антибиотигин кармаган бир нече препараттар чыгарылат. Бул препараттар мырза карагайдын датына, эмендин вилтине, шабдалы менен кара өрүктүн цитоспорасына, розанын ун шүүдүрүмүнө каршы активдүү. Fusarium, Helmintospora уруусундагы козу карындар менен чакырылган буудай жана жүгөрүнүн илдеттерине каршы аларды колдонушат, ошондой эле арпанын катуу жана чаң кара көсө илдетине, буудайдын өзөк датына каршы пайдаланылат.

Японияда, күрүчтүн өтө коркунучтуу козу карын илдети – пирикуляриозунан алдын ала сактанууда жана илдетүү өсүмдүктөрдү айыктырууда антибиотик бластициддин S пайдаланылат. Антибиотикти бөлүп чыгаруучу актиномицет Str. griseochromogenes. Ал 10-100 эсеге уулуу келген (сымап органикалык препараттарына салыштырмалуу) кошулманы берет. Эгилген өсүмдүктөрдү бат-бат чачыратып турууда күрүчтүн жалбырагынын темгил-темгил болуп тешилишин пайда кылат жана адамдар үчүн дагы зыяндуу болушу мүмкүн. Ошондуктан азыр пирикуляриоз менен күрөшүүдө башка антибиотикти өзгөчө касугомицинди (касуминди) пайдаланышат, ал Str. casugoenis культурасынан алынат. Алар жер-жемиш, техникалык жана мөмө жемиш культураларын жабырткаткан бир катар козу карындарды өлүмгө алып келет.

Бул антибиотик өсүмдүктөрдүн өзүнө жана адамга, жаныбарларга уу таасир көрсөтпөйт.

ЗЫЯНКЕЧ КУРТ-КУМУРСКАЛАР МЕНЕН КҮРӨШҮҮ ҮЧҮН МИКРОБДУК ПРЕПАРАТТЫ ПАЙДАЛАНУУ

Курт-кумурскалардын ылаңдары жөнүндө илгертен эле белгилүү болгон. Аристотель биздин заманга чейин 4 кылымда бал аарысынын ылаңын жазып кеткен. Италия окумуштуусу А. Басси өткөн кылымдын 30-жылдарында тыт жибек куртунун оорусун тапкан, ал ооруну козгогучу B. bassiana козу карыны болгон. Ал инфекциянын таралыш жолдорун жана шарттарын түшүндүргөн, мындай иштер оору менен күрөшүүнүн каражаттарын сунуш кылууга мүмкүнчүлүк берген. А. Бассини курт-кумурскалардын ылаңын изилдеген дүйнөдөгү биринчи патолог деп саноого болот.

XIX кылымдын 60-жылдарында Л. Пастер жибек куртунун бир катар ылаңдары инфекциялык мүнөзгө ээ экендигин далилдеген. Алардын кээ бирлери бактериялар менен чакырат. Кийинчерээк И.И. Мечников Пастер институтунда иштеп жүрүп, курт-кумурскалардын көп илдеттери менен иш жүргүзүүгө туура келген. Ал курт-кумурскалардын ылаңдарын иш жүзүндө пайдалануу жана аларга өсүмдүктөрдү коргоодо келечекте көп үмүттөрдү коюу керек деп эсептеген. Айыл чарба кызыкчылыгы үчүн зыянкечтердин арасында оору таратуу керек жана ушинтип түшүмдүн зарп болуп кетүү мүмкүнчүлүгү менен күрөшүү зарыл деп эсептеген. И.И. Мечников дагы өсүмдүктөрдүн коркунучтуу зыянкечи болгон. Дан коңузунун (Anizopelia austriaca) жашыл көк дат козу карыны Metarrhizium anisopliat жана Entomophthora anisopliat менен чакырылган ылаңын тапкан. 1892-жылы Пастер институтунун илимий кызматкери И.М. Красильщик дан коңузунун ооруга чалдыккан личинкасынан эки энтомопагендик бактерияны Bacillus tracheitus sivegraphitcsis жана Bac. septicus insectorum бөлүп алган.

Башка изилдөөчүлөрдүн байкоолору дагы курт-кумурскалар инфекциялык оорулардан жапа чеге тургандыгын жана аларды козгогучтар болуп бактериялар, козу карындар жана вирустар санала тургандыгын көрсөтүштү.

Мына ушулардын бардыгы зыянкеч курт-кумурскалар менен күрөшүүдө же алардын үстүнөн биологиялык көзөмөл жүргүзүү үчүн микроорганизмдерди пайдаланууга боло тургандыгын айкындады.

Микробиологиялык ыкманы пайдалануу максатка ылайыктуу, себеби энтомомителер белгилүү гана топтогу зыянкечтердин оорусун козгошот. Адам баласы жана зооценоздун ар түркүн өкүлдөрү үчүн бул микроорганизмдер таптакыр коркунучсуз.

Андан башка дагы курт-кумурскалардын оорулары эпитоозия мүнөзүнө ээ жана кеңири таркалат. Химиялык каражаттар болсо, бир жерге гана таасир көрсөтүп, айлана-чөйрөнүн булганышына алып келет.

Өткөн кылымдын 1- жарымында курт-кумурскалардын ыланын козгоочу бактерияларды практикада колдоно бошташты жана бир катар учурларда жакшы натыйжага жетишти. Өзгөчө ийгиликтерге Пастер институтунун кызматкери С. Метальников (1925-1940-жж.) айыл чарба өсүмдүктөрүнүн, анын ичинен пахта зыянкечтери менен күрөшүүдө пайдаланылган. Ал ар түркүн микроорганизмдердин кошулмасын ар түрдүү зыянкечтерге каршы сыноодон өткөрүп, оң жыйынтыктарды алган.

Метальниковдун биопрепараттарынын жогорку натыйжасы алардын составына кирген Bac. thuringiensis культурасынын касиеттери менен аныкталат. Аны 1915-жылы немец окумуштуусу Е. Берлинер бөлүп алган. Бул культурага көпчүлүк көпөлөктөрдүн курттары (личинкалары) сезгич келет.

Дүйнө жүзүндө Bac. thuringiensis тобундагы бактерияга маанилүү көңүл бурулат. Бул бактерия айыл чарба өсүмдүктөрүнүн жана токойдук көптөгөн зыянкечтерин жабыркатып, илдетке чалдыктырат. Алардын мүнөздүү касиети – клеткасында курт-кумурскалар үчүн уулуу келген кристаллдык заттын кармалышы. Кристаллдардын уулуу касиети зыянкеч курт-кумурскалардын тамак сиңирүү органдарына киргенде гана көрүнөт. Кристаллдарды лимфага киргизгенде токсикоз жүрбөйт. Токсин же уулуу зат ичегинин иштешин токтотуп, катырып салат, анан эпителий клеткалары ажырап бузулат. Курттар чөптү жешин токтотуп, акырында өлүмгө учурайт, өлгөн курттар кээ бир учурларда өсүмдүк бөлүктөрүнө жабышкан бойдон салаңдап калат.

Адам, сүт эмүүчүлөр, канаттулар жана пайдалуу курт-кумурскалар үчүн Bac. thuringiensis тобундагы бактериялар зыянсыз.

Ушул топтогу бактериялар менен иштөө көп өлкөлөрдүн лабороторияларында жүргүзүлөт, илдетке чалдыккан курт-кумурскалардан энтомопатогендик бактериялардын таза культуралары бөлүнүп алынат.

Мурдагы Союздук мамлекетте энтомопатогендик бактериялар менен жүргүзүлгөн изилдөөлөрдү өткөн кылымдын 30-жылдарында В.П. Поспелов баштаган, ал чет мамлекеттен алган препараттарды сыноодон өткөргөн. Жакшы жыйынтыктар токой зыянкечтери менен күрөшүүдө алынган. Кийинчерээк ушул топтогу бактерияларды советтик окумуштуулар бөлүп алышкан. Алардын негизинде зыянкеч курт-кумурскалар менен күрөшүү үчүн каражаттар алынган.

Е.В. Талалаев ылаңга чалдыккан сибирь жибек куртунан Bac. thuringiensis тобуна кирген микроорганизмдерди Bac. dendrolimus бөлүп алган. Ушул бактерияны кармаган препарат – д е н д р о б а ц и л и н сибирь жибек курту, токой шайтан көпөлөгү, гозочул үкү жана башка курт-кумурскалар менен күрөшүү үчүн колдонулат.

Н.П. Исакова момчул бүлбүлдөк көпөлөктөрдүн курттарынан Bac. thuringiensis var.galleriae микроорганизмин бөлүп алган. Ушул бактериядан турган препарат – э н т о б а к т е р и н көпчүлүк мөмө жемиш өсүмдүктөрүнүн зыянкечтери-жалбырак кемиргичтерге каршы жакшы таасир көрсөтүшөт. Ошондой эле бул препарат жемишчил жана алмачыл күбөнү, капустачыл жана шамгалчыл ак көпөлөктөрүнүн курттарын ооруууга чалдыктырып, өлүмгө учуратышат. Энтобактериндин башка, Bac.thuringiensis негизинде микробиология өнөр жай тарабынан Б И П – биологиялык инсектицид препаратты чыгарылат, ал B. thuringiensis vaz.caucasiens культурасынан турат. Аны мөмө, жемиш жана башка өсүмдүк зыянкечтерине каршы күрөшүүдө пайдаланылат.

Булардын башка битоксибациллин, гомелин, лепидоцид деген препараттар дагы чакырылат. Битоксибациллин көпчүлүк зыянкечтерге, негизинен колорадо коңузунун курттарына каршы пайдаланылат.

Кыргызстанда 1975-1985 -жылдары Кыргыз Илим Академиясынын Биология институтунда Bac. thuringiensis тобундагы бактерияларды ар түрдүү табият булактарынан бөлүп алуу жана зыянкечтерге каршы колдонуу жүргүзүлгөн.

Bac. thuringiensis var.thuringiensis культурасынан турган "Берлинер" аттуу биологиялык каражат тажрыйбалык партияда өндүрүштөн чыгарылат, Чүй аймагындагы бир катар чарбаларында мөмө жемиш өсүмдүктөрүн жана токой зыянкечтерине каршы колдонулуп, сыноодон өткөрүлгөн жана натыйжасы жогору деген баага ээ болгон.

Курт-кумутскалардын жугуштуу ылаңдарын көпчүлүк козу карындар дагы чакырышы мүмкүн.

Beaeveria уруусуна кирген B.bassiana козу карыны жакшы изилдеген. Анын конидиялары курт-кумутскалардын үстүнкү жабуучу ткандарында өсүп, өнүгүшөт жана алар жада калса хитин кабыкчасы аркылуу дененин ичине тешип өтүп кетишет. Гемолимфадагы лимфоциттерди жабыркатып, курт-кумурскаларды өлүмгө учуратат. B. bassiana көпчүлүк айыл чарба өсүмдүктөрүнүн зыянкечтери менен күрөшүүдө натыйжалуу.

Бул козу карын мырза карагайчыл, тытчыл жибек көпөлөктөрүнүн курттарынын, алма мөмөсүн жегичтерди, жүгөрүчүл күрөң калдырканды жана шалгам ак көпөлөктөрүн жабыркатып ылаңга чалдыктырат. Ошондой эле ушул козу карынга кызылчачыл шиш тумшук, данчыл кантала, колорад коңузу сезгич келишет. B. Bassiana алардан башка дагы таарыгычтардын, кабыкчалардын, бак кенелеринин организминде мителик кылышат.

B. Bassiana б о в е р и н препаратын даярдоодо пайдаланылат. Аны жасалма чөйрөдө оңой эле өстүрүп алууга болот. Алардын спораларын центрифугадан өткөрүү аркылуу бөлүп алып, атайын толуктоочу заттар (бор, тальк) менен кошуп аралаштырат, күкүм түрүндө колдонулат.

Зыянкеч курт-кумурскалар менен күрөшүүдө вирустарды дагы пайдаланууга болот. Курт-кумурскалардын ылаңын чакыруучу 300гө жакын вирустар белгилүү. Алар ээсинин организмине кирген жери жана мүнөзү боюнча айырмаланат. Кээ бирөөлөрү ар түрдүү оорулардан эктодерма жана мезодерма клеткаларынын ядросун жабырткатса (ядролук полиэдроз), башкалары ичеги эпителийинин цетоплазмасында чогулат (цитоплазмалык полиэдроз).

Ядролук полиэдроз вирустары ийгиликтүү түрдө уку шалгам, америкалык ак көпөлөктөрүн курттарына каршы колдонуп келе жатат, цитоплазмалык полиэдроз болсо түштүк жибек куртуна каршы пайдаланылат.

Вирус препараттарын даярдоо бир топ кыйынчылыктарды туудурат, себеби вирустар курт-кумурскалардын денесинде гана көбөйүшөт. Массалык түрдө препаратты алуу үчүн курт-кумурскаларды ооруга чалдыктырып, өстүрүү керек. Андан кийин алардын массасын денелерин талкалап, майдалап, толуктоочу заттар менен аралаштырып иш жүзүндө пайдалануучу препараттар алынат.

Росияда вирустук препараттар – вирин ЭНШ – жупсуз жибек курту менен күрөшүүдө, вирин ЭКС – капустачыл үкү көпөлөгү менен күрөшүү үчүн чыгарылат. Башка дагы вирустук препараттар сыноодон өтүп жатат.

Америка Кошмо Штаттарында жана башка өнөр жайы өнүккөн өлкөлөрдө бир катар энтомопагендик вирустук препараттар чыгарылган.

МИКРОБДУК СИНТЕЗДЕН АЛЫНГАН ПРОДУКТУЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУУ

Аминокислоталарды жана тоют белокторун синтездөө

Жетишсиз санда протеинди, табылгыс аминкислоталарын жана витаминдерди кармабаган тоюттар пайдасыз жана натыйжасы төмөн. Тигил же бул мал чарба продукцияларын алууда алар үчүн жумшалган каражат бир нече эсе жогорулайт. Чарбаны туура же интенсивдүү жүргүзүү шарттарында жалаң гана тоюттардын дүң өндүрүшүн камсыз кылуу жетишерлик эмес, белогу көп аминкислотасынын составы боюнча тендештирилген тоюттарды алуу маанилүү болуп саналат.

Кепшөөчү жана кепшебеген малдын белоктук жана аминкислоталык зат алмашуусу ар түрдүү. Кепшебегендердин карыны бир гана бөлүктөн турат, ичеги карын көңдөйүнүн микрофлорасы ичегиде өзүнүн активдүүлүгүн көрсөтөт. Алардын карынында микробиологиялык мүнөздөгү маанилүү синтездик процесстер жүрбөйт. Карын ширесинин таасири астында бул жерде тоюттун белокторунан аминкислоталары пайда болот. Бирок кээ бир табылгыс аминкислоталар лизин, треонин, аргинин синтезделбейт, же өтө эле аз санда синтезделет. Ошондуктан кепшебөөчү жаныбарлар үчүн мындай аминкислоталар тоют рационунда жетишерлик болушу керек.

Кепшөөчү малдардын тоюттун белоктук баалуулугуна болгон муктаждыгы, талаптары өтө төмөн. Себеби, алардын жумурундагы өтө бай микрофлора жөнөкөй азот кармаган баалуу аминкислоталарды, алардын ичинен табылгыздарын дагы синтездейт. Биринчиден микроорганизмдер белокту өзүнүн клеткаларында синтездешет, алар өлүмгө учурагандан кийин, амин-

кислоталары бошотулуп, ээсинин малдын кармаганына өтөт. Бул малдын жумурунда микроорганизмдер көп сандагы глютаминди, глютамин кислотасын, глицинди жана валинди синтездешет. Алар боорго ташытылат, ал жерде башка кислоталар синтезделет.

Тоют рационунда дайыма эле зарыл болгон белок; аминкислоталары, витаминдер жетиштүү болбойт. Ошондуктан микроорганизмдердин жардамы менен алынган тигил же бул препараттарды тоюттардын составына кошуу жөнүндөгү суроо коюлуп турат. Мисалы, көпчүлүк окумуштуулардын көңүлүн микробдук синтез жолу менен тоюттук белокту алуу бурат. Микроорганизмдин өтө тез көбөйүшүнө байланыштуу, жогорку түзүлүштөгү организмдерге салыштырмалуу продуктивдүүлүгү абдан жогору. Мисалы, ачыткыч козу карындарды өндүрүүчү анча чоң эмес завод 1 сутканын ичинде 15 тонна белогу бар 30 т массаны өндүрөт, башкача айтканда бир жылда 5,5 миң тоннага жетет. Ушундай сандагы продукцияны ири мүйүздүү малдан алуу үчүн бир нече он миңдеген баш малдан турган короолор болуш керек.

Спирт, кант өнөр жайларынын калдыктарында, ошондой эле целлюлоза гидролизаттарында ачыткыч козу карындардын тоютту өндүрүүсү өздөштүрүлгөн. Кийинчерээк 60-жылдарда француз окумуштуусу А. Шомпанье күйүүчү майы бар чөйрөдө ачыткыч козу карынды өстүрүү ыкмасын иштеп чыккан. Ошондой эле тазаланган суюк углеводдордо өстүрүп алуу Советтер Союзунун окумуштуулары- академиктер Д.Н. Иерусалимский жана Г.К. Скрябиндин жетекчилиги астында иштелип чыккан.

Суюк парафинде Candida уруусуна кирген ачыткычтар жакшы өнүгүшөт. Алар C_{15}–I_{18} катарындагы парафиндерди жакшы пайдаланышат. C_{10}– C_{14} жана C_{20} – C_{24} углеводороддорунун кээ бир гана культураларын өздөштүрүшөт. Изопарафиндер, нафтандар жана жыпар жыттуулар ачыткычтар тарабынан таптакыр пайдаланылбайт. Азоттун булагы катары ачыткычтар аммоний туздарын пайдаланышат. Азыркы мезгилде углеводороддордо тоют белокторун алуу чоң масштабда уюштурулган. Даяр продукция болгону 7-10 % гана нымдуулуктагы белок-витамин концентратынан (БВК) турат. БВКнын составын изилдөөдө, анан жаныбар продуктуларынан кем калбаган тоюттук касиеттерге ээ экендиги көрүндү. Анда бардык табылгыс аминкислоталары керек санда жана катнашта кармалып турат. Метиониндин кармалышы боюнча гана балык унунан кийинки орунда оурат. Ал эми витаминдери

жана бир катар көрсөткүчтөрү боюнча балык унунан жана соя талканынан өсот. Жаныбарлар үчүн БВК зыянсыз жана биологиялык баалуу экендигин сыноолор көрсөттү. Көбүнчө, бул препарат музоолорду эмизүүдө сүттү алмаштыруусу мүмкүн.

Азыркы мезгилде көпчүлүк өлкөлөрдүн илимий мекемелери ар кандай таштандылардан тоют белогун алуунун ыкмаларын иштеп чыгышты.

Микробдук белокту алуудагы сырье катары целлюлоза кармаган өнөр жай жана айыл чарба таштандыларын пайдалануу көп кызыгууну туудурат. Майдаланган целлюлоза таштандыларын белок менен байытуу үчүн микроскоптук козу карындарды пайдалануу максатка ылайыктуу, алар клетчатканы бузуу менен, ошол эле мезгилде белокту чогултат. Бул максатта Trichoderma, Peniccillium козу карындары пайдаланылат.

Көпчүлүк чет өлкөлөрдө – Швецияда, Финляндияда, Канадада ж.б. тоют белокторун алууда токой жана целлюлоза өнөр жайларынын таштандыларында өстүрүлгөн козу карындар пайдаланылат. Козу карындан мицелийин өндүрүү үчүн жалаң гана целлюлозаны керектебестен, башка заттарды, мисалы, крахмал гидролизаттары, буудай калдыктары ж.б. Ошондой эле сүттүн сары суусунда дага белокту көп кармаган базидиалдык козу карынды (Panus tigrinus) өстүрүп алууга болот. Өстүрүлгөн жана майдаланган козу карындын мицелийи 45 % чийки белоктон турат, ал составы боюнча жаныбарлардын белогуна жакын.

Кээ бир өлкөлөрдө микроскоптук балырларды тоют катары пайдалануу сунуштары киргизилип, изилдөөлөр жүргүзүлүп жатат. Өзбекстан Илимдер Академиясынын микробиология институтунда Chlorella балырларынан алынган суюк препараттарды колдонуу боюнча иштер жүргүзүлгөн. Мындай препараттарда белоктун саны төмөн, бирок бир катар биологиялык активдүү кошулмалар болот. Кээ бир учурда балырдан турган препараттар жакшы натыйжаларды берет. Африка өлкөлөрүндө Spirulina балырларын көпчүлүктө малды тоюттандыруу үчүн өстүрүшөт .

Көпчүлүк микроорганизмдер тоюттук табылгыс аминкислоталарын жана витаминдерди алуу үчүн пайдаланылат. Тоюттун бардык компоненттери туура айкалышканда гана жакшы натыйжа алынат, эгерде бир эле компонент жетишсиз болсо, алар калгандарынын натыйжалуулугун төмөндөтөт.

Экинчи дүйнөлүк согушка чейин бир дагы өлкөдө аминкислоталары өндүрүлгөн эмес. Азыркы мезгилде аминкислоталарын

мал чарбачылыгында пайдалануу максатка ылайык экендиги далилденген, себеби өтө чоң маанидеги экономикалык пайда табылат.

Көпчүлүк микроорганизмдердин эң сонун касиети чөйрөдө көп сандаган баалуу аминкислотасын топтошту. Мисалы, кээ бир микроорганизмдер 200 г жеткен аспарагин кислотасын, 100 г жакын глютамин, 16 г га жакын валинди 1 л чөйрөдө өндүрүшөт. L – лизинди, L – валинди, L – метионинди жана триптофанды көп санда синтездөөчү микроорганизмдер бар.

Россияда микробиологиялык жол менен лизин алынат. L – лизинди синтездеп алуу үчүн Brevibacterium sp. культурасын уксус кислотасын, минералдык туздарды, меласса, жүгөрү эктракты бар чөйрөдө өстүрүшөт. Лизин суюк же кургак концентраттар түрүндө жана кристаллдык препарат катарында чыгарылат.

Чет өлкөлөрдө L – лизинден башка, микробиологиялык жол менен Micrococcus glutamicus жана Brevibacterium уруусундагы кээ бир бактерияларды пайдаланып L – глютамин кислотасы алынат. Кээ бир актиномицеттер (Str. tyoidens, Str. aviculasta; ж.б.) жана Brevibacterium, Corynobacterium уруусундагы бактериялар L – аланин бөлүп чыгарылат.

Витаминдерди жана ферменттерди микробдук синтез менен алуу

Витаминдер төмөнкү молекулалык түзүлүштөгү жаныбарлардын жашоо тиричилигиндеги эң зарыл органикалык кошулмалар, организм аларды тоют менен кошо алып туруш керек. Кээ бир витаминдерди (С витамини) жаныбардын организми өзү синтездеп алышы мүмкүн. Кепшөөчү жаныбарларда карындын микрофлорасы менен жетишерлик санда В жана К витаминдери синтезделет. Капрофаг жаныбарлар (мисалы, коёндор) өздөрү бөлүп чыгарган заңын жеп, анын ичиндеги бактериялар топтогон витаминдерди алышат.

Бирок адатта жаныбарларга керек болгон витаминдер тоютта жетишсиз болот. Бул баарыдан мурда В витаминин жана каратинге, ошондой эле В тобундагы витаминдерге тиешелүү, алар өзгөчө чочко жана канаттууларды багууга керек болот.

Кээ бир витаминдерди өнөр жайлык масштабда өндүрүү микробиологиялык жол менен жүргүзүлүшү мүмкүн. Россияда Бах атындагы биохимия институнда иштетилген ыкма менен В вита-

мини өнөр жайлык жол менен өндүрүлөт. Ачытуу өнөр жайынын таштандысы ацетонбутилдик барда субстрат болуп эсептелет. Процесс үзгүлтүксүз ыкма менен 50^0 С де метандык ачып-кычуу аркылуу жүргүзүлөт. Субстратта витамин B_{12} метан жана бир катар продуктулар алынат. Ачытылган барда андан ары буулантуучу аппаратка түшөт, ал жерде коюлат, анан кургатылат жана расфасофкага дуушар болот.

Ошондой эле В витаминин алуу үчүн пропион кычкыл бактерияларын пайдаланууга болот, алар анаэробдук шартта спирттик барданын ажырашында көп сандаган B_{12} витаминин пайда кылат.

Башка бир катар витаминдерди да өнөр жайда алууга болот.

Eremothecium ashbyi козу карынын пайдалануу менен B_2 (рибофлавин) препаратын жүгөрү экстрактынан, мелассадан жана соя унунан турган азык чөйрөнү сунуш кылат. Ферментация 28^0 С үч күн бою жүрөт. Алынган культуралык суюктукту 80^0 С ашпаган температурада ваакум аппаратта коюландырат, андан кийин кургатылат.

Blakeslea trispora козу карыны А провитамини (В каротинди) бөлүп чыгарат. Процессти өнөр жай калдыктарында же соянын гидролизатында өстүрүүгө болот. Ачуу-кычуу процесси 25^0 С температурада 3 күн ичинде өтөт, андан кийин козу карындын мицелийи бөлүнүп алынат, же фильтрацияга дуушар болот. Ваакумда же абасыз мейкиндикте кургатууга дуушар кылынат. Алынган препарат кызыл түстөгү кумга окшош болот.

Кээ бир микроорганизмдер (Streptomyces aurantiaca) мал чарбасынын калдыктарында же жыгач гидролизатында өстүрүүдө, жалаң гана В – каротинди бербестен, В тобундагы витаминдерди жана антибиотиктерди дагы синтездөөгө жөндөмдүү.

Малды тоюттандырууда, тоюттун составындагы Д витаминин негизги булагы болуп нурланууга чалдыктырылган тоюттук ачыткыч козу карындар саналат. Даяр болгон препарат ачык сары түстөгү майда күкүм.

Жогоруда көрсөтүлгөн препараттардан сырткары, бир катар чет өлкөлөрдө микробиологиялык жол менен треонин, аланин, триптофан аминокислотасы алынат.

Ошондой эле ферменттерди өндүрүү жана аларды тоюттарга кошуп, жаш малга (музоого, козуга, торпокко) сүт ордуна берүү маселелери иштелип чыккан.

КОЛДОНУЛГАН АДАБИЯТТАР

1. Бабьева И.П.Зенова Г.Н.Биология почв.М. Из-во МГУ. 1989.333с.

2. Вейзер Я.Микробиологические методы борьбы с вредными насекомыми. — М.: Колос,1972, – 640 с.

3. Доолоткельдиева Т., Энтомопатогенные кристалофорные бактерии Кыргызстана и их значение., Из-во «Илим» Бишкек.

4. Мишустин Е.Н. Микробиология. М: Из-во "Агропромиздат, 1979.

5. Громов Б.В. Павленко Т.В.Экология бактерий.М: Из-во МГУ. 1989.

6. Звягинцев Д.Г.Почва и микроорганизмы. М: Из-во МГУ.1989. 286 с.

7. Кожевин П.А.Микробные популяции в природе. М: Из-во МГУ.1989.154с,

8. Краткий определитель Берги.Под редакцией Дж.Хоулта.— М.: Мир. 1980. – 495с.

9. Методы общей бактериологии. В трех томах. Под редакцией Ф,Герхардта. – М.: Мир,1983.

10. Мирчинк Т.Г.Почвенная микология. М.: Из-во МГУ, 1988, 218 с.

11. Стейниер Р., Эдельберг Э., Ингрем Дж., Мир микробов. В трех томах, Из-во "Мир", Москва, 1979.

12. Промышленная микробиология и успехи генетической инженерии. Из-во «Мир», Москва,1984.

13. Почвы Киргизской ССР из-во «Илим», Фрунзе 1974.

14. Шлегель Г. Общая микробиология. Из-во «Мир», Москва, 1972.

15. Atlas Ronald M. Principles of microbiology. Mosby-Year Book, USA, 1995.

Дөөлөткелдиева Тинатин (1952)

Биология илимдеринин доктору (2000), профессор (2002).

1980-жылы Илимдер Академиясынын Биология Институтундагы аспирантураны бүтүргөн.

1985-жылы биология илиминин кандидаты.

2000-жылы биология илиминин доктору.

2002-жылы профессор деген илимий наамы ыйгарылган.

1992-2002-жылдары Кыргыз айыл чарба Университетинде доцент, профессор, биотехнология кафедрасынын башчысы болуп иштеген.

2002-жылдан азыркы күнгө чейин Кыргыз-Түрк "Манас" Университетинин тамак-аш инженердик бөлүмүндө профессор болуп иштейт. Кыргыз Илимдер Академиясынын Биология Институтунда Микроорганизмдердин Экологиясы илимий лабораториясын жетектейт.

Микробиология жана биотехнология тармагындагы адис.

Негизги эмгектери: 105 илимий иштерди жазып жарыялаган, анын ичинде 3 монография, 1 окуу китеби, 5 ойлоп табуу иштери бар.

Анын жетекчилиги астында 4 кандидаттык диссертациялар корголгон.

Тинатин Дөөлөткелдиева

ЖАЛПЫ
МИКРОБИОЛОГИЯ

Редактору *Курманалиева А.*
Компьютердик калыпка салган *Керимбаева Ж.*

897227