

# Нян

**Нян** буюу **бактери** нь ямар нэгэн амьд бие махбодийн бий болгосон шим бодисоор хооллодог, ганц эстэй нүүдэллэдэг амьд бие юм.

Нян нь тодорхой хэлбэр дүрстэй, өсөж үржих, удамшиж хувьсах чадвартай, эсийн ханатай, нэг эст, прокариотын бүлэгт хамаарах бичил биет юм. Бактерийн эс нь 0,3-5 мкм хэмжээтэй.

## Хэлбэр

Бактерийг микроскопоор 500-1000 дахин томруулан харахад бөмбөлөг /coccus/, савханцар /bacillus/, мушгиа /spiralis/ гэсэн 3 төрлийн хэлбэртэй харагддаг.<sup>[2]</sup>

- Бөмбөлөг(кокк)

Бөмбөлөг хэлбэртэй бактерийг хуваагдлын дараах байрлалаар нь нэрлэгддэг: нэгээрээ байгаа тохиолдолд монококк, хосоор диплококк, дөрвөөрөө тетракокк, тэгш тоотойгоор байх сарцин, нэг хавтгайгаар хуваагдан, дараа нь салаагүйгээс гинж мэт байрлах стрептококк, харилцан перпендикуляр хавтгайгаар хуваагдаж, бөөгнөрч байрласан бол стафилококк гэж нэрлэдэг.

- Савханцар

Савханцар хэлбэрийн бактерийг байрлал, төгсгөл, голчийн хэмжээгээр нь ангилдаг.

А. Байрлалаар нь: нэгээрээ-монобацилл, хоёроороо-диплобацилл, гинж адил хэлхэлдэн байрласан стрептобацилл.

Б. Төгсгөлөөр нь: дугуйрсан (*E.coli*), хурц (*Fusobacterium*), бүдүүрсэн (*Corynebacterium*), огтлогдсон (*B. anthracis*).

В. Хэмжээгээр нь: урт (3мкм-ээс дээш), богино (1.5-3.0 мкм), маш богино (1.0мкм-ээс богино)

- Мушгиа

А. Вибрион-мушгиа хэлбэртэй.

Б. Спирилл-хэд хэдэн гогцоотой.

## Бүтэц

Бактерийн эсийн цитоплазмыг цитоплазмын мембран, түүний гадна талаар эсийн хана хүрээлж байна. Зарим бактер эсийн хананыхаа гадна талаар капсул гэдэг бас нэгэн давхаргатай. Эдгээр давхаргуудыг нэгтгэн эсийн бүрхүүл гэж нэрлэдэг.

## Капсул, бүрээс

Бактерийн эсийн хананы гадна талаар хүрээлж байдаг хамгаалах бүтэц. Капсултай бактерийн колони чийглэг, гялалзсан, наалдамхай байдаг. Бактерийн төрөл, зүйлээс хамааран капсулын химийн бүрдэл харилцан адилгүй боловч ихэвчлэн полисахаридаас тогтдог. (*S. pneumoniae*, *H. influenzae*, *K. pneumoniae*) Капсулын полисахаридыг экзополисахарид гэдэг.

Зарим бактерийн жишээлбэл *Bacillus* төрлийн нянгийн капсул азот агуулсан нэгдэл-глюкозамин, глюкороны хүчил, D-амин хүчлээс бүрддэг. Капсулыг сөрөг будалтын аргуудаар хялбар илрүүлдэг. Капсул дурьдсан үүргийг гүйцэтгэдэг.

- Бактерийг хамгаална.

Капсул бактерийг эукариот эс залгин боловсруулах (фагоцитоз)-аас хамгаалдаг. Тухайлбал *Streptococcus pneumoniae* капсулгүй үедээ уушгийг үрэвсүүлдэггүй. Учир нь капсулгүй бактерийг фагоцит залгиж боловсруулах нь хялбар байдаг. Иймээс капсул бактерийн эмгэг төрүүлэх шинжийн нэг хвчин зүйл болдог.

- Бактер капсулаараа олон төрлийн гадарт шүдний эмаль, нарийн гэдэс, өөр бактер г.м наалддаг. *Streptococcus mutans* шүд цоороход үндсэн шалтгаан болдог. Уг бактер глюкозоос тогтсон полисахаридан капсултай үедээ шүдний өнгөрт наалдан хуримтлагдах нь илүү байдаг. Залхаг давхарга, slime layer химийн бүрдлээрээ капсултай ижил боловч эсийн ханатай нягт барьцалдаагүй, бактерийн эсийг усгүйжих, тэжээлийн бодисоо гадагш алдахаас хамгаалдаг.

## Эсийн хана

Пептидогликан буюу муреин эсийн ханыг бүрдүүлдэг. Үүнд үндсэн хоёр төрлийн сахарын нэгдэл болон амин хүчил ордог. N-глюкозамин, N-ацетимурамын хүчил солбин дараалж v-гликозидын холбоогоор холбогдон гинж үүсгэнэ. Зэрэгцээ гинжүүдийн хоорондоо пептид холбоогоор холбогдох бөгөөд зэрэгцээ гинжүүдийн N-ацетилмурамын хүчлийн төгсгөл дэх олигопептидийн хооронд уг пептид холбоо үүсдэг. Пептидогликаны нимгэн, зузаан; амин хвчлийн төрөл, эсийн ханан дах бусад нэгдлээс хамааран бактерийн эсийн хана хоёр төрөл байна. Үүнийг Грамын аргаар будаж илрүүлнэ.

- Грам зэрэг бактерийн эсийн хана

Пептидогликаны давхарга зузаан. Полисахаридан гинжний N-ацетилмурамын хүчилтэй L-ala-D-glu-L-lys-D-ala тетрапептид хобогдсон байна. Нэг гинжний тетрапептид дэх D-ala зэрэгцээ гинжний L-lys- тэй пентаглицинээр пептид холбоо үүсгэх замаар зэрэгцээ гинжүүд хоорондоо холбогдоно. Тvvнчлэн грам эерэг бактерийн эсийн хананд тейхийн хүчил байна. Тейхийн хүчил эсрэгтөрөгчийн шинжтэй, химийн бүтцээрээ рибит- болон глициринтейхийн хүчил гэж хоёр төрөл байна.

- Грам сөрөг бактерийн эсийн хана

Грамм эерэг бактерийн эсийн ханатай харьцуулахад пептидогликаны давхарга нимгэн, түүний гадна талаар фосфолипидээс тогтох гадар мембрантай, липополисахарид (ЛПС), липопротейнийг агуулна. Цитоплазмын мембран, эсийн хана хоёрын хооронд периплазмын зайтай. ЛПС нь цитоплазмын мембранаас эхэлж, эсийн ханыг нэвтлэн гадагш орон зайд антенн адил цухуйж байрладаг. ЛПС-ийн полисахаридан хэсэг эсрэгтөрөгчийн шинжтэй, липид нь хорын идэвхтэй, эндо- буюу дотор хор гэж нэрлэдэг. Липопротейн нь гадар мембраныг эсийн ханатай бэхлэнэ. Тvvнчлэн грам сөрөг бактерийн эсийн хананд порин, porin, non порин, non-porin уургууд байна.

## Цитоплазмын мембран (ЦМ)

Цитоплазмын мембраны үндсэн бүтэц нь фосфолипид юм. Эубактерийн цитоплазмын мембранд стерол агуулагдах тул архебактерийн ЦМ-аас ялгаатай байдаг. Фосфолипидийн хоёр давхарга нь тосны хүчил, глицерол: тэдгээрийг хооронд нь холбосон фосфатаас тогтдог. Тосны хүчлээс тогтсон гидрофоб хэсэг нь цитоплазмын мембраны дотор давхаргыг бүрдүүлдэг. Харин цитоплазм руу болоод эсийг хүрээлж буй орчин луу хандсан тал нь глицеролоос бүрдсэн, гидрофиль шинжтэй.

Цитоплазмын мембран:

- Мембрантай холбоот уурагтай

Бактер гадаад орчноосоо энерги, эсийн бүрдэл хэсгvvдийн эх vvсвэр нэгдлvvдийг авдаг. Эдгээр макро нэгдлvvд молекул жингийнхээ улмаас эсийн хана, цитоплазмын мембранаар дамжин нэвтрэх чаддагvv. Иймээс эдгээр нэгдлийг эсийн дотогш нэвтрvvлэхийн тулд цитоплазмын мембраны холбоот энзимээр мономер болж задладаг.

- Хагас нэвчимхий, сонгон нэвтрvvлэх шинжтэй.

Бактер байгаа орчноосоо бодисын солилцооны эх үүсвэр нэгдлийг авахаас гадна эцсийн бүтээгдэхүүн нэгдлүүд эсээс гадагшлахдаа цитоплазмын мембранаар дамждаг. Бодис тээвэрлэгдэх явц үндсэн хоёр хэлбэртэй: идэвхгүй, идэвхтэй. Идэвхгүй хэлбэрийн тээвэрлэлтийн явцад энерги зарцуулдаггүй, түвшрүүлэг, концентраци-ийн зөрүү, градиент-ийн дагуу бодис шилждэг. Бодис тээвэрлэгдэх идэвхгүй хэлбэрт идэвхгүй диффуз, осмос, хөнгөвчилсөн диффуз орно.

1. Идэвхгүй диффуз Цитоплазмын мембранаар тусгаарлагдсан эсийн гадна ба дотоод орчны хооронд бодис их концентрацитай талаасаа бага концентрацитай тал руугаа шилжинэ. Бактерийн цитоплазмын мембранаар зарим нэгэн сахар (глюкоз), амин хүчил (триптофан) энэ хэлбэрээр эсийн дотогш нэвтэрдэг. Гэвч энэ явц маш удаан.

2. Осмос Усанд ууссан нэгдлийн концентрацийн зөрүүгээс хамааран цитоплазмын мембранаар ус шилждэг. Усанд ууссан эдгээр нэгдлүүд цитоплазмын мембраныг давж чадахгүй нэгдэл байдгаас ус бодис их концентрацитай байгаа тал руу нэвтэрдэг.

3. Хөнгөвчилсөн диффуз Бодис хөнгөвчилсөн диффузээр тээвэрлэгдэх явц эукариот эсэд түгээмэл. Зарим бактерт глицерол энэ хэлбэрээр зөөгддөг. Бодис их концентрацитай байгаа орчноос бага концентрацитай байгаа орчин руу шилжихэд хөнгөвлөгч уураг, facilitator protein оролцоно. Бодис идэвхтэй хэлбэрээр тээвэрлэгдэх явц концентрацийн градиентийн эсрэг энерги зарцуулан явагддаг: идэвхтэй зөөвөрлөлт, групп транслокаци, group translocation, холбогч уургаар тээвэрлэгдэх, binding protein transport, цитоз гэсэн хэлбэрүүдтэй.

1. Идэвхтэй зөөвөрлөлт Бодис их концентрацитай байгаа орчин луу энерги зарцуулан, холбогч уургийн тусламжтай зөөгдөнө. Энэ явцын їед зарцуулагдах энерги АТФ-ын гидролиз, протон хөдөлгөгч хүч, protonmotive force - ээс үүсдэг. Бактер протон хөдөлгөгч хүчийг бодис идэвхтэй хэлбэрээр тээвэрлэхдээ ашигладаг. Бактерийн метаболизмын явцад эсийн гадаад орчинд протон буюу устөрөгчийн ион,  $H^+$  хуримтлагдсанаас үүсч байгаа энергийг протон хөдөлгөгч хүч гэдэг. Эсийн гадаад орчинд устөрөгчийн болоод бусад нэмэх цэнэгтэй ион хуримтлагдах нь эсийн дотоод орчин луу нэмэх цэнэгтэй ионууд шилжихийг дэмжих нөхцөл болохын хамт хасах цэнэгтэй фосфат ( $PO_4^{3-}$ ), сульфат ( $SO_4^{2-}$ )-ын ионууд протоныг холбосон пермеазад нэгдэн зэрэг, symport зөөгддөг. Энэ явцад анионы цэнэг саармагжин электрохимийн зөрүүгийн эсрэг шилжих боломж бүрддэг байна. Холбогч уураг буюу пермеаза, permeasa нь зөвхөн нэг төрлийн бодисыг тээвэрлэдэг бол uniporter, нэг бус төрлийн бодисыг холбон зөөж байвал хамсруулан зөөгч, co-transporter гэдэг. Түүнчлэн хоёр бодис нэг чиглэлд зэрэг

зөөгдөж байвал symport:  $H^+$ , лактозтай зэрэг эсийн гадаад орчноос дотогш тээвэрлэгддэг.

Нэг цаг хугацаанд эсрэг чиглэлд хоёр бодис шилжихийг antiport, эсрэг зүгт зөөгдөх гэж нэрлэдэг. Жишээлбэл  $Na^+$  эсийн гадаад орчин луу шилжихэд  $H^+$  дотоод орчин луу зөрөн зөөгддөг.

## 2. Групп транслокаци, Group Translocation- Phosphoenolpyruvate :

Phosphotransferase System Фосфоенолпируват : фосфотрансфераза систем, Phosphoenolpyruvate : Phosphotransferase System, буюу PEP:PTS-ийн тусламжтай бодис мембранаар дамжих явцад зөөгдөж буй бодист фосфат нэмэгдэн, химийн хувиралд орж шилжихийг групп транслокаци гэдэг. Прокариот эсэд бодис групп транслокацаар тээвэрлэгдэх түгээмэл. Тухайлбал карбогидрат, тосны хүчил, нуклейн хүчлийн нийлэгжилд оролцдог зарим нэгдлүүд фосфоенолпируват:фосфотрансфераза системээр зөөгддөг. E.coli-д гадаад орчноос глюкоз PEP : PTS -ээр зөөгдөхдөө эсийн дотоод орчинд глюкоз-6 фосфат болон хувирч ордог. Агааргүйтэн бактерт карбогидрат мембранаар фосфоржин зөөгдөхийн хамт энерги үүсгэх солилцооны эхлэлийн шат болдог тул энерги хэмнэдэг. Харин агаартан бактерийн мембранаар бодис идэвхтэй тээвэрлэлтээр дамждаг. PEP:PTS систем хэд хэдэн энзимтэй, олон шатаас бүрддэг. Фосфоенолпируват, PEP-аас фосфатын групп бага молекул жинтэй, гистидин агуулсан уураг, HPr-т шилждэг. Энэ явцад энзим I катализатор, хурдасгуур болдог. Фосфоржсон HPr- аас фосфатын групп нь энзим III-д шилжиж, цааш энзим III нь фосфатын группыг мембрантай холбоот пермеаза буюу энзим II-д зөөнө. Групп транслокацийн эцсийн шатанд энзим II-ийн фосфатын групп бодист нэгдэхийн зэрэгцээ мембраныг дамжин нэвтлэнэ. Глюкозтай адил моносахарууд жишээ нь фруктоз PEP:PTS-ээр зөөгддөг. Бусад нэгдэл жишээлбэл маннитол групп транслокацаар тээгдэхэд энзим II-ыг HPr шууд фосфоржуулдаг. PEP:PTS-ийн зарим бүрдэл тодорхой нэгдлийн тээвэрлэлтэнд оролцдог өвөрмөц шинжтэй байхад энзим I, HPr өвөрмөц бус шинжтэй. E.coli-ийн энзим I, HPr-ийн генийн мутацийн улмаас групп транслокацаар зөөгддөг нэгдлүүдийн тээвэрлэлт саатдаг бол глюкоз, глюкозамин, 2-деоксиглюкозын тээвэрлэлтэнд үүрэгтэй энзим II-ын генд мутаци болоход зөвхөн эдгээр нэгдлийн мембранаар зөөгдөх явц алдагдана.

## 3. Холбогч уургаар зөөгдөх, Binding Protein Transport Холбогч уургаар бодис тээвэрлэгдэх нь зөвхөн грам сөрөг нянд тохиолддог. Грам сөрөг нянгийн гадар мембран дах порин уургууд гадар мембранаар бодис нэвтрэх нөхцлийг бүрдүүлнэ. Гадар болоод цитоплазмын мембран хоорондын зайг периплазмын завсар гэдэг. E.coli-ийн гадар мембраны LamB уураг мальтоз эсийн гадаад орчноос периплазмын завсарт шилжихэд оролцоно. Периплазмын завсарт мальтозыг

холбогч уурагтай нэгдэн, цааш цитоплазмын мембраныг нэвтрлэхэд пермеазгийн үүрэгтэй MalF, MalG, АТФ-аас энерги чөлөөлдөг MalK уургууд оролцоно.

4. Цитоз, Cytosis Харьцангуй том хэмжээтэй нэгдэл зукариот эсийн дотогш эсвэл гадаад орчин луу цитоплазмын мембраны тусламжтайгаар шилждэг. Эсээс бодис гадагш шилжихийг экзоцитоз гэж нэрлэдэг. Эсийн дотоод орчинд мембраны гаралтай хvvдий, vesicle vvсгэн орж байгааг эндоцитоз гэх бөгөөд өвөрмөц жишээ нь фагоцитоз юм. Зарим нэгдэл (вирус) эсийн гадар дах рецепторт нэгдэн эндоцитоз явагддаг. Энэ тохиолдлыг рецептороор дамжсан эндоцитоз, receptor-mediated endocytosis гэнэ.

## Шилбүүр, трих, флагелла

Флагелла нь бактерийн бvрхvvлээс гадагш орон зайд цухуйж байрласан, хөдөлгөөний vvрэгтэй утаслаг бүтэц. Филамент буюу утаслаг , гогцоо, суурь бие, basal body гэсэн гурван хэсэгтэй. Бактерийн цитоплазмын мембранаас суурь бие эхлэнэ. Суурь бие саваа маягийн бүтэц түүнийг хүрээлсэн, цагиргуудаас тогтоно. Грам сөрөг нянд гадар мембраны хэсэгт хоёрдогч багц цагираг байна. Суурь биеэс дэгээ хэлбэртэй гогцоо эхэлж, филаментад шилждэг. Филамент флагеллин уургийн хэд хэдэн гинжээс бүрдэнэ.

Флагелла байрлалаараа ялгаатай тул бактерийг ялган дйх шинжийн нэг vзvvлэлт болдог. Бактерийн шилбйрийг байрлалаар нь:

- А. Перитрихи- Бактерийн эсийн эргэн тойронд байна. (Enterobacter, Bacillaceae)
- Б. Монотрихи- Нэг шилбvvртэй.(Vibrio)
- В. Амфитрихи- Хоёр туйлд байрласан багц шилбүүр. (Spirillum)
- Г. Лофотрихи- Нэг туйлд байрласан багц шилбүүр (Pseudomonas) гэж ангилдаг.

Бактерийн перитрих байрлалтай шилбүүр цагийн зvvний эсрэг 1-2 секундын хугацаатай эргэлдэхэд бактер шулуун гүйх хөдөлгөөнийг хийнэ. Үүний дараа шилбvvр 0.1-0.2сек хугацаатай цагийн зvvний дагуу эргэлдэхэд байрандаа өнхрөх хөдөлгөөн хийхэд чиглэл өөрчлөгддөг. Иймээс бактер шулуун ба өнхрөх хөдөлгөөн ээлжлэн vргэлжилсний дүнд аливаа цочролыг чиглэн эсвэл зайлан зугтах хөдөлгөөн хийдэг байна. Цочролын зүг чиглэн ойртоход шулуун хөдөлгөөний vргэлжлэх хугацаа урт, өнхрөлтийн хугацаа богино байдаг бол зугатан зайлахад гүйлтийн хугацаа богиносдог. Иймээс бактерийн хөдөлгөөн шулуун биш. Шилбүүрийн эргэлдэх чигийг хянадаг систем бактерт бий. Үүнд: фосфотрансфераза тээвэрлэлтийн системийн энзимll, цитоплазмын мембран дах гэрэл болон хүчилтөрөгчийн рецептор, периплазмын завсар дах холбогч уургууд шилбүүрийн эргэлтийн чигд нөлөөлдөг.

Бактерийн химийн цочрол буюу бодисын зүг ойртох эсвэл түүнээс зугатах үйлдлийг химотаксис гэдэг. Бактер цитоплазмын мембран дах санах системээрээ химийн цочролын одоо байгаа концентрацийг урдах орчинд байсан концентрацитай нь харьцуулан таньж, дохиоллыг шилбүүрт дамжуулна. Бактерийг өөрийн зүг татах сэдээгчийг химоаттрактант, chemoat-tractant, хөдөлгөөнийг нь эерэг химотаксис, харин бодисоос зугатааж байвал тухайн бодисыг химорепеллент, chemorepellent, үйлдлийг нь сөрөг химотаксис гэдэг. Бактер бодисоос гадна орчны бусад сэдээгчийг мэдрэн, хариу хөдөлгөөн хийдэг. Зарим бактер магнетосом гэх уурган нимгэн бүрхүүлтэй, соронзон, төмрийн оксид ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )-ыг агуулж, соронзон талбайд татагдсан хөдөлгөөн, магнетотаксис, magnetotaxis хийдэг. Гэрлийн эрчмийн ялгааг мэдрэн, хийж байгаа хөдөлгөөнийг фототаксис гэдэг. Усны бактер устөрөгчийн хийтэй вакуоль үүсгэн жингээ тааруулах замаар, фотосинтез явагдах тохиромжтой усны баганын түвшинд шилжин байршдаг.

## Гадарт холбогддог бүтэц

Бичил биетэн өвөрмөц бүтцээрээ гадарт холбогддог бөгөөд энэ нь амьд үлдэхэд чухал төдийгүй халдварын эхний шат, бусад амьд организм дотор үржил нь явагдах нөхцлийг бүрдүүлдэг.

- Гликокаликс, glycocalyx

Олон бактерийн эс гликокаликс гэх бүтцээр хирээлэгдсэн байдаг. Энэ бүтэц бактерийн нэг эс юм уу колонийг хврээлсэн, салаалж орооцолдсон поли-сахаридын утаслагууд юм. Гликокаликс эсүүдийг хооронд холбон эсийн агрегат үүсгэхийн зэрэгцээ зарим бактер хатуу гадарт холбогдоход оролцдог. Бактерийн эсээс ялгаран бий болдог залхаг давхарга, slime layer-аас гликокаликс ялгагдаггүй.

- Пили, pili

Бактерийн эсээс гадагш цухуйсан, шулуун, үс мэт бүтэц. Пилиг бүтээж байгаа уураг нь нэгэн төрлийн пилин гэгдэх нэгжээс гадна фосфат, карбогидрат агуулсан байдаг. Пили үүргээсээ хамааран олон төрөл байна. Удмын мэдээллээ солилцож байгаа донор, реципиент бактерийн эс холбогдоход оролцож байгаа төрлийг нь пили, pilus бусад тохиолдол тухайлбал эзэн эсэд наалдахад оролцдог бол фимбри, fimbriae гэж нэрлэдэг.

F пили, F pilus-Удмын мэдээлэл солилцож байгаа бактерийн эсийн хооронд холбоос үүсгэдэг. F пили донор буюу ДНХ-ийн хэсгээ өгч байгаа бактерийн эсэд байна. Донор бактер F пилигээрээ реципиент бактертай холбогдож, хөндий бэхий гүүр үүсэн, үүгээр ДНХ-ийн хэсэг дамждаг. Түүнчлэн пили зарим бактериофагийн



рецептор болохын зэрэгцээ бактер фимбригээрээ эукариот эсийн гадар дах өвөрмөц рецепторыг таньж наалддаг.

## Удмын мэдээлэл

Бактерийн удмын мэдээллийг нэг хромосом агуулах бөгөөд цагираг тогтоцтой ДНХ-ийн нэг молекулаас бүрдэнэ. ДНХ-ийн нуклеотидийн тооноос хамааран молекул жин нь бактерийн төрөл зүйлд харилцан адилгүй боловч дунджаар  $5 \times 10^6$  г жинтэй байдаг. *E. coli*-ийн ДНХ  $4.7 \times 10^6$  хос нуклеотидтэй.

Бактерийн ДНХ эсийн цитоплазмд орших бөгөөд зарим хэсэг нуклеотидийн дараалал нь ЦМ-тай холбоотой байна. ДНХ -ийн эрчлэлтийн зэрэг өндөр: ДНХ-ийн утаслагын эрчлэгдээгүй байгаа хэлбэрийн урт 1мм, эсийн дотор байгаа, эрчлэгдсэн тохиолдолд 1мкм хэмжээтэй. Бактерийн хромосомын ДНХ-ийн бүтцэд гистоны уураг байдаггүй. Хромосомд ДНХ-ийн репликаци, ДНХ дэх удмын мэдээлэл РНХ-д хуулбарлагдах транскрипцийн явц, генийн экспресстэй холбоотой уургууд байна. Бактерийн хромосомын репликаци эсийн хуваагдалтай холбоотой явагддаг. Бактерийн эс хуваагдаж, эх эсээс хоёр шинэ эс бий болох замаар үрждэг. Энэ явцад эс тус бүр удмын мэдээллийг өвлөн авдаг учраас эсийн хуваагдал явагдахаас өмнө ДНХ-ийн репликаци дуусч, эс хуваагдахад ЦМ, эсийн хана дотогш түрэн бий болдог септум үүсэх явцыг зохицуулдаг генийн экспресс явагдана.

Бактерт хромосомоос гадна цагираг тогтоцтой нэг ба хэд хэдэн ДНХ-ийн молекул байна. Үүнийг плазмид гэдэг. Плазмид бактерийн зүйл бүрт тохиолддоггүй. Бактерийн плазмид хромосомын 5-10%-тай тэнцэх хэмжээтэй боловч агуулж байгаа нэмэлт мэдээлэл нь удмын мэдээлэл солилцох, хор үүсгэх, антибиотек хүнд металлын давсанд тэсвэртэй байх шинжийг тодорхойлдог тул бактер амьд илдэхэд ач тустай. Плазмидын хэмжээ жижиг, репликаци нь хромосомоос хамааралгүй явагддаг, эс хооронд дамждаг шинжийг нь үндэслэн генийн инженерийн судлагаанд түгээмэл хэрэглэдэг.

## Рибосом, уургийн нийлэгжил

Эсийн бодисын солилцооны энзим, эсгэг, ферментийн амин хүчлийн дараалал ДНХ-ийн нуклеотидээр тодорхойлогдоно. ДНХ дэх удмын мэдээллийн дагуу уураг нийлэгжих явц рибосом дээр явагддаг. Рибосом цитоплазмд байдаг, уураг, рибосомын РНХ, рРНХ-ээс бүрддэг органелл юм. Прокариот эсийн рибосомын хоёр дэд нэгж  $Mg^{++}$  ионы оролцоотой энерги зарцуулан хоорондоо нэгдэж, уураг нийлэгжүүлэх идэвхтэй болдог. ДНХ дэх уургийн мэдээллийг хуулбарласан



mPHX-ийн дагуу рибосом дээр уураг нийлэгжинэ. Прокариот эс 30S ба 50S дэд нэгжүүдээс бүрддэг 70S рибосомтой. 30S нэгжийг 21 уураг, 16S рPHX бүрдүүлэх бөгөөд дунджаар 1540 нуклеотид агуулна. Харин 50S нэгжийн бүрдэлд ойролцоогоор 2900 нуклеотидтэй 34 орчим уураг, 23S рPHX-тэй хэсэг, 120 орчим нуклеотидтэй 5S рPHX ордог. Эукариот эсийн 80S рибосомын уураг, PHX болон бүтэц нь прокариот эсийн рибосомоос ялгаатай тул рибосомд нөлөөлдөг хими заслын бэлдмэлийг эмчилгээнд хэрэглэх үндэс болдог. Бодисын солилцооны уургууд рибосом дээр нийлэгжиж, эсийг бүтээгч макро нэгдлийг бий болгохын зэрэгцээ энергэ бий болгох үйл явцыг зохицуулдаг. Эритромицин, стрептомицин зэрэг антибиотекүүд сонгомлоор 70S рибосомын хэлбэрийг өөрчлөх замаар бактерийн уургийн нийлэгжлийг дарангуйлна.

## Эсийн АТФ үүсэх хэсэг

Амьд эс энерги, эрчим үүсгэж, АТФ байдлаар хадгалан зарцуулж байдаг. АТФ буюу энерги бий болох үндсэн 2 зам байна: субстрат фосфоржих, substrate level phosphorylation, химиосмоз, chemiosmosis.

Цитоплазмд явагдаж байгаа урвалын дүнд энерги бий болохыг субстрат фосфоржин энерги үүсэх гэнэ. Химиосмозын iед мембран, мембрантай холбоот АТФаза шаардлагатай. Мембранаар зааглагдсан орчинд протоны градиент үүсч, үүний улмаас бий болж хадгалагдсан энергийг зарцуулан АТФаза АДФ-ыг фосфоржуулдаг.

Бактерийн цитоплазмын мембранд химиосмозын замаар энерги хувирах явц явагддаг. Бактерийн метаболизмын дүнд цитоплазмын мембраны гадна талд протон илүүтээ хуримтлагдаж, эсийн гадаад болон дотоод орчны хооронд протоны концентрацийн зөрүү үүсдэг. Протон цэнэгийн улмаас эсийн мембранаар чөлөөтэй шилжиж чаддаггүй боловч мембраны АТФаза-тай өвөрмөцөөр нэгдсэн сiвээр дамжиж, явцад нь АТФ үүсдэг. Гэрлийг энергийг АТФ-д хувиргадаг фотосинтетик бактер болоод нитроген агуулсан органик бус нэгдлийг исэлдүүлэн АТФ үүсгэдэг бактерт химиосмоз явагддаг дотоод мембран, internal membrane байна. Бактерийн цитоплазмын мембран цүлхийж нугалаатан дотор мембраныг үүсгэнэ. Иймээс цитоплазмын мембрантай адил уураг, липидээс тогтоно.

## Спор үүсгэж амьд үлдэх

Clostridium, Bacillus төрлийн бактер эндоспор үүсгэдэг. Бактерийн өсөлт үржилд нөлөөлдөг дулаан, хүчилтөрөгч, тэжээлийн эх үүсвэр, чийглэг зэрэг хүчин зүйлүүд тохиромжгүй байгаа нөхцөлд бактерт спор үүсдэг. Бактерийн цитоплазмын

мембран спор бүрэлдэх хэсэгт цүлхийж, бактерийн хоёрчлогдсон хромосомын нэг хувийг цитоплазмаас тусгаарласны дараа давхаргууд нийлэгжиж, эндоспор бүрэлдэнэ. Давхаргын бүрдэлд ордог дипиколоийн хүчил спорт дулаанд тэсвэрт чанарыг бий болгоно; уураг нь зөвхөн цистинээс тогтдог. Хоёр давхарга кортекс хэлбэржихэд бүрэн спор эх эсийн дотор бий болно. Ингээд эх эс задарч спор чөлөөлөгдөн, хэдэн зуу мянган жил хадгалагддаг. Өсөлт үржлийн таатай нөхцөл (тохиромжтой чийглэг, дулаан, хвчилтөрөгч, тэжээлийн эх үүсвэр бүхий)-д спор хөөж томрон, бүрхүүлүүд нь задарч, метаболизм нь идэвхжин ургал хэлбэрт шилждэг.

## **Бодисын хадгалалт ба шилжилт**

Бактерийн эсд мембрант органелл байдаггүй тул бодис цитоплазмд чөлөөтэй оршдог. Түүнчлэн бактер бодисыг уутлах, эсээс гадагшлуулах бүтэцгүй. Гэвч бактерийн экзофермент эсээс гадагш ялгардаг. Экзоферментийн амин төгсгөлд гидрофоб шинжтэй 20 орчим амин хүчлээс тогтсон дохионы дараалал, signal sequence байна. Энэ дараалал мембрантай харилцсанаар мембраны уургийг транслокаци болгож, дохионы дараалал задран, экзофермент нийлэгжсэнээсээ бага молекул жинтэйгээр эсийн гадаад орчинд ялгардаг. Экзофермент гадаад орчиндох тэжээлийн том молекулт нэгдлүүдийг задлаж, бактерийн цитоплазмын мембранаар шилжих боломжтой болгохын зэрэгцээ хортой нэгдлүүдийг идэвхгүйжүүлдэг. Бактер хэрэгцээт нөхцөлд зарцуулах нөөц болгож эсвэл зарим нэгдлийн тэнцвэрийг хадгалахын тулд химийн нэгдлүүдийг хадгалдаг. Эдгээр нөөц нэгдэл цитоплазмын мембрантай холбоотой мембраны агуулах бие буюу cytoplasmic inclusion body-д хуримтлагддаг. Нөөц бодисуудын усанд уусах чанар бага байна.

Олон бактер полифосфатыг органик бус фосфатын нөөц болгон хадгалж, АТФ-ын нийлэгжилтэнд зарцуулдаг. Полифосфатын мөхлөгийг волютин буюу метахромат мөхлөг ч гэж нэрлэдэг. Фотосинтез явуулдаг зарим бактер хүхрийн мөхлөгтэй.