ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
БИОТЕХНОЛОГИЯ КАФЕДРАСЫ
Микробиология және вирусология пәні

Дәріс № 3

Прокариоттардың жеке компоненттерінің құрамы және құрылысы.

Прокариоттар қозғалысы

Дәріскер: Какимова Ардак Болатовна

Дәріс жоспары

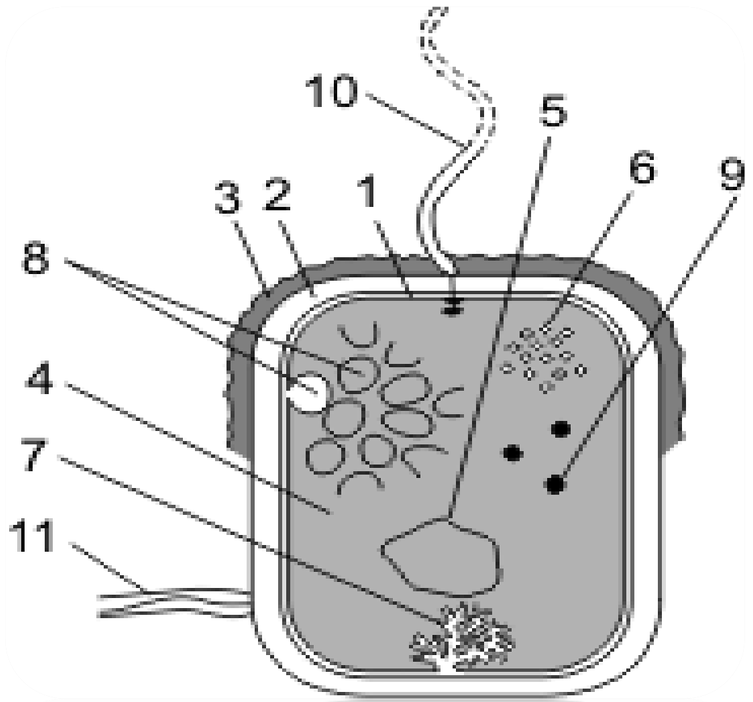
1. Прокариоттардың жеке компоненттерінің құрамы және құрылысы
2. Прокариоттар қозғалысы
3. Талшықтар, аксиальды жіпшелер, сырғи қозғалу
4. Таксистер
5. Қорытынды

Белгісі	Прокариотты клетка
Клетка мөлшерінің ең кіші мөлшері	Әдетте 0,2-2,0 мкм
Ядролық мембрана	Жоқ – нуклеоид қапталмаған, цитоплазмада шашыраңқы орналасқан
Цитоплазмалық құрылымдар: плазмалық мембрана ішкі мембрана жүйелері.	Цитоплазмалық құрылымдары: мезосомалар, рибосомалар фотосинтездеуші мембрана, тилакоидтер.
Талшықтар құрылысы	Фибриллин белогынан тұратын бір немесе бірнеше жіпшелер
Бір нуклеотидтегі немесе ядродағы хромосоманың саны	Әдетте 1
Хромосоманың пішіні	сақиналы
Көбею жолдары	Бинарлы, тетрадылық, ретсіз

Бактерия клеткасының **негізгі құрылымдық**
1)клетка қабықшасы,
2)цитоплазмалық мембрана,
3)цитоплазма және ішілік құрылымдары,
4)рибосома,
5)нуклеоид.

❖Уақытша компоненттері:
1)капсула;
2)талшық;
3)қылшықтар/ пилилар/ фимбриялар;
4)споралар.

Өмірлік циклының кей уақытында
ғана пайда болады.



1 — цитоплазмалық мембрана;
2 — клетка кабықшасы;
3 — шырышты капсула;
4 — цитоплазма;
5 — хромосомалық ДНК;
6 — рибосома;
7 — мезосома;
8 — фотосинтездеуші мембрана;
9 — қор қосындылары;
10 —талшық;
11 — (қылшықтар) пилилар.

Прокариот клеткасының қабықшасы

Клетканың *беттік құрылымдары* (цитоплазмалық мембранадан тыс орналасқан құрылымдары):
- клетка қабықшасы,
- капсула,
- талшықтар,
- қылшықтар/пилилар.

Клетка қабықшасы өте жұқа, иілгіш, саңылаулы және клеткаға белгілі пішін беретін құрылым.

«Берджи бактерия анықтағышы» бойынша бактериялардың клетка қабықшасының құрылымының ерекшіліктеріне қарай 4 бөлімге топтастырылған (1978 ж. - Н. Гиббонс және Р. Мурей):
1. ***Gracilicutes***, жұқа қабатты, грам-теріс;
2. ***Firmicutes***, қалың қабатты, грам-оң;
3. ***Tenericutes***, клетка қабықшасы жоқ, микоплазмалар;
4. ***Mendosicutes***, клетка қабырғасы дефектті, архейлер.

Клетка қабықшасы бар бактериялар тинкториалды (боялу) қасиеттері бойынша 2 топқа бөлінеді:
- *Грам-оң,*
- *Грам-теріс.*

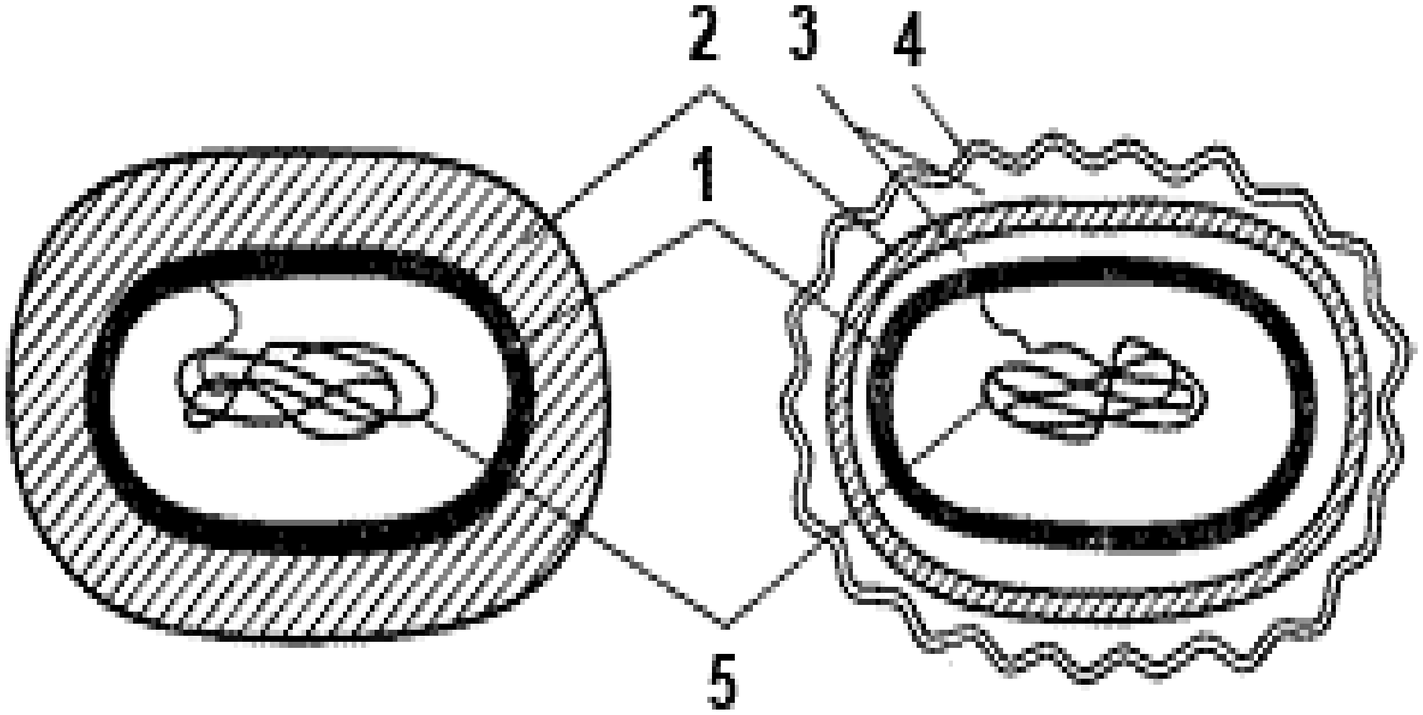
Ескерту: Дат микробиологы **Кристиан Грам** (1884 ж.) клетка қабықшасы бар және олардың құрылымының ерекшеліктеріне байланысты бактерияларды бояу әдісін ұсынған.

Клетка қабықшасының қызметі

1. Бактерияларды сыртқы әсер факторларынан қорғау (клетка ішіндегі гомеостазды* қамтамасыз етеді) және құрылымды қаңқасы - клеткаға белгілі бір пішін береді.
2. Бактериялар клетка қабықшасы арқылы қоректік заттардың тасмалдануын және зат алмасу өнімдерінің бөлінуін іске асырады (массаалмасу, газалмасу – метаболизм).
3. Клетка қабықшасының бетінде рецепторлар* орналасқан (бекіну факторлары). Клетка қабықшасындағы рецепторге вирус рецепторы комплементарлы сәйкес келсе, фаг инфекциясы бекініп, жылдам таралады да, пайдалы бактериялар өледі, нәтижесі - өндірісте экономикалық шығындар болады (Нев және басқалар, 1994).
4. Бактерия клеткаларының қабықшасының құрылымына және құрамына байланысты – барлық прокариоттар 4 топқа жіктеледі.

Ескерту: *__Гомеостаз__ – клетканың оптималды тіршілік қабілеттілігін сақтау үшін физиологиялық жағдайын реттеу.

*__Клеткалық рецептор__ — молекула: белок/ гликопротеин, арнайы бекіну процесіне жауапты.

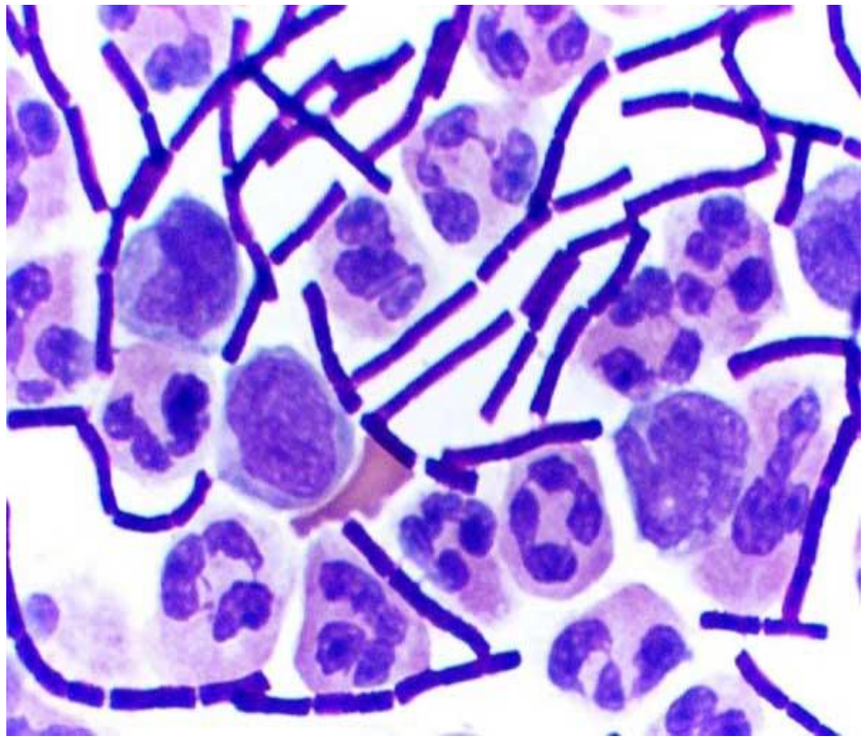


Грамоң бактериялар

Грамтеріс бактериялар

1 — цитоплазмалық мембрана;
2 — пептидогликан;
3 — периплазмалық аймақ;
4 — сыртқы мембрана;
5 — нуклеоид

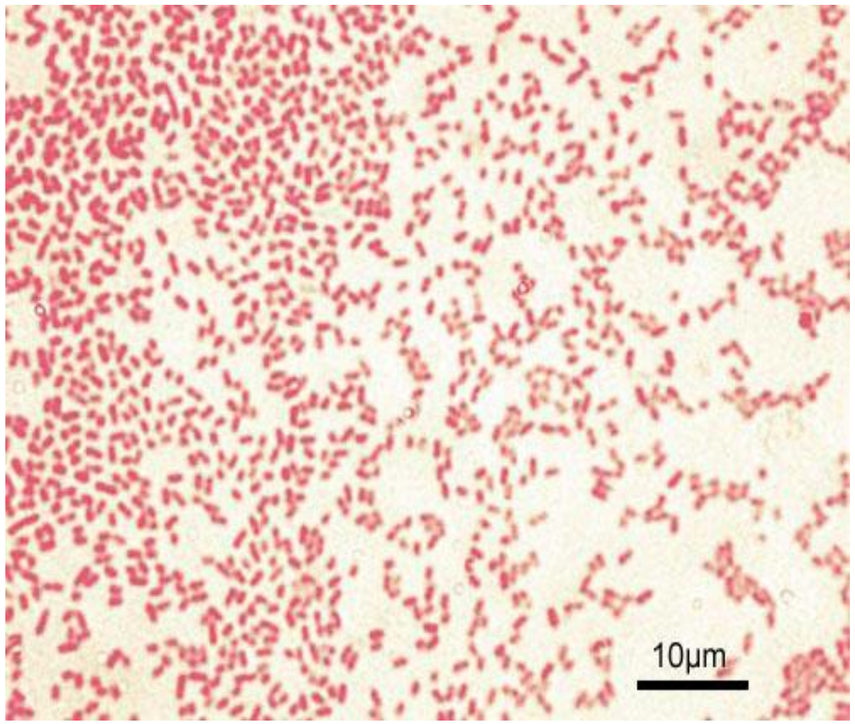
Грам+ и Грам- бактериялар, микросуреттері



Грамоң

Bacillus anthracis, x 1000

Түйнеме ауруы (Сибирская язва)



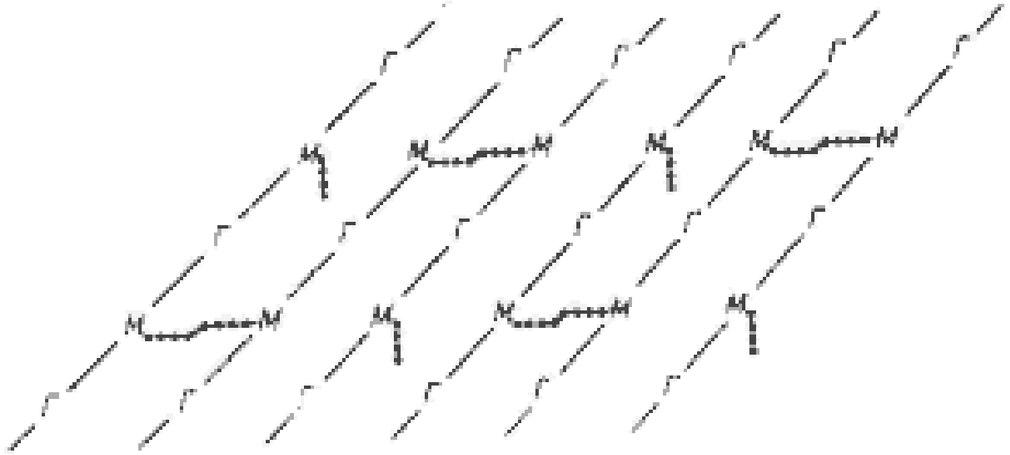
Грамтеріс

Pseudomonas aeruginosa, x 1000

Көк-ірің таяқшалар (синегнойная палочка)

Ірің қоздырғыштары

Клетка қабықшаның негізгі компонентті **спецификалық (тек бактерияларға тән)** гетерополимер **пептидогликан** (муреин) құрайды. Пептидогликан пептидті және көмірсу бірліктерінен (*N*-ацетилглюкозамин [Г] және *N*-ацетилмурам қышқыл [М]) тұрады.



Пептидогликан:

сызықтар – тізбектелген гетерополимерлер, қалдықтар *N*-ацетилглюкозамин (Г) және *N*-ацетилмурам қышқыл (М), **бір-бірімен** - b-1,4-гликозид байланыстармен байланысады.

Көлденен байланыстар пептид көпіршіктер.

Грам-оң бактериялары (фирмакуттар)

Грам-оң бактерияларының бір қабатты клетка қабықшасының негізгі құрамдық қосылысы – көп қабатты **пептидогликан (**пептидогликанды қапшық құрайды [**30-80** нм]). Ерекшелігі - пептидогликан **тейхой қышқылымен** жабылған. Грам-оң бактериялар: *Bacillus sp., Staphylococcus sp., Clostridium sp., Streptococcus sp.* өкілдері.

Грам-теріс бактериялары - грациликуттар

Грам-теріс бактерияларының клетка қабықшасының құрылымы грам-оң бактерияларына қарағанда **күрделі:**

1)клетка қабықшасы көп қабатты;

- ***сыртқы мембрана***, қалыңдығы 7,5-8,0 нм, негізі – липидті биқабат, сонымен қатар құрамында фосфолипидтер, липополисахаридтер, липопротеин және белоктар болады;
- ***бір қабатты пептидогликан***, қалыңдығы 1,0-2,5 нм;
- ***периплазмалық аймақ***;

2) клетка қабықшасының жалпы қалыңдығы 10-15 нм.

Грам-теріс бактериялары: *E. coli, Salmonella, Pseudomonas* өкілдері.

Грам оң және грам теріс бактериялардың клетка қабықшасының құрамы

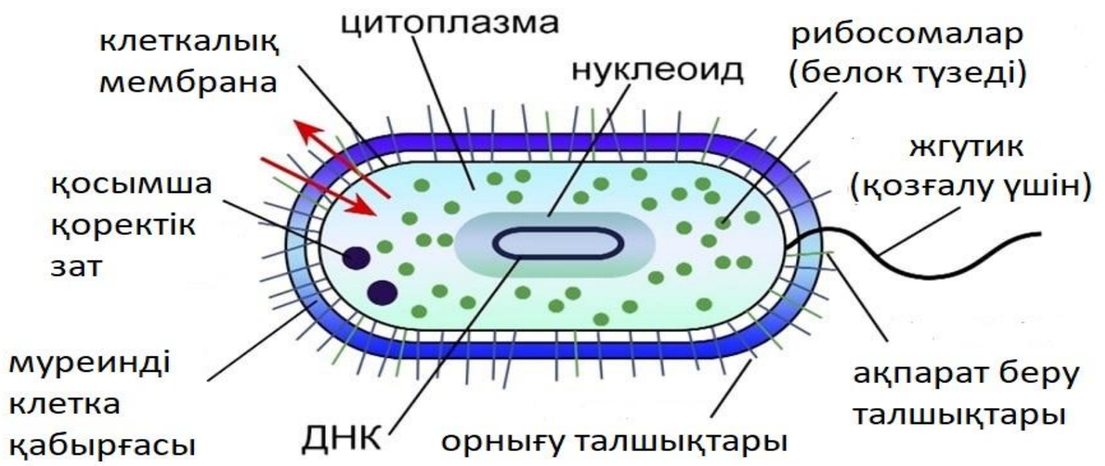
Қабықшаның компоненттері	Грам оң	Грам теріс
Пептидогликан	қалың	жұқа
Сыртқы қабаты/ мембрана	–	+
Тейхой қышқылы	+	–
Полисахарид	±	+
Белоктар	±	+
Липидтер	±	+
Липополисахаридтер	–	+
Липопротеин	–	+

Цитоплазмалық мембрана

Ультра жіңішке қималардың электронды микроскопиясында цитоплазмалық мембрана үш қабатты мембрана болып табылады (қалыңдығы 2,5 нм болатын 2 қара қабат жеңіл - аралық болып бөлінеді). Шамадан тыс өсу кезінде (жасуша қабырғасының өсуімен салыстырғанда) цитоплазмалық мембрана мезосомалар деп аталатын күрделі бұралған мембраналық құрылымдар түрінде инвагинаттар түзеді. Аз күрделі бұралған құрылымдар интрицитоплазмалық мембраналар деп аталады.

Прокариот цитоплазмасы – гель тәрізді зат, оның құрамында бар:

- бейорганикалық заттар;
- белоктар;
- полисахаридтер;
- метаболиттер (метаболизм өнімдері).



Прокариоттық жасуша құрылымының *басты ерекшелігі* – ***ядроның болмауы.*** Сақиналы ДНҚ түріндегі генетикалық ақпарат тікелей цитоплазмада сақталады және эукариоттарға тән емес құрылым – нуклеоид түзеді.

Цитоплазмадағы нуклеоидтан басқа прокариоттарда үнемі кездеседі:

- рибосомалар – ақуыз биосинтезін жүзеге асыратын екі бөлімнен тұратын құрылымдар;
- мезосома – днқ репликациясын және жасушалық тыныс алуды жүзеге асыратын плазмалемманың қатпарлары (митохондрияның аналогы);
- қозғалыс органеллалары – флагеллин ақуызынан тұратын ұзын жгутиктар және ақуыз пилин түзетін қысқа пилилер.

Цитоплазмада органеллалардан басқа заттардың қоры болуы мүмкін – қосындылар:

- гликоген;
- крахмал;
- волютин (метахроматин) – полифосфор қышқылының түйіршіктері;
- май тамшылары;
- күкірт.

Плазмидтер – прокариоттардың тұрақты емес құрылымдары. Тұрады шағын жекелеген молекулалардың ДНК алатын бактериялар болуы мүмкін алмасу барысында көлденең гендерді.

Бактериялардың тұрақты емес құрылымдары:

1. **Споралар**
2. **Талшықтар**
3. **Жіпшелер**
4. **Капсула**

Спора (грек. *spora* – тұқым, сеппе, шаң) - тығыз қабықпен қапталған ерекше клетка формасы (тыныштық формасы). Бактерия тіршілігіне қолайсыз жағдайлар туса (мысалы, қорек, ылғал жеткіліксіз болса, температура күрт төмендеп немесе көтеріліп кетсе), спора түзетін бактериялар спора түзеді.

Спора күйінде бактерия қоректенбейді - тыныштық (анабиоз) күйде сақталады. Бактерия споралары қорғаныштық қызмет атқарып, бактериялардың сыртқы орта жағдайына (температуралық аутқу, құрғақшылық, қайнату және т. б.) төзімділігін арттырып, тіршілігін сақтайды. Споралар алыс жерлерге таралады. Қолайлы жағдайда (қорек, температура, ылғалдық), бактерияның ***вегетативті (тіршілік) клеткасына*** айналады.

Бірақ, бактерия спораларының **көбеюге** ешқандай қатысы жоқ, өйткені бір вегетативтік клеткадан бір ғана спора түзіледі. Сыртқы ортада бактериялар үшін қолайсыз жағдай туғанда вегетативтік клеткаларда спора өте тез түзіледі.

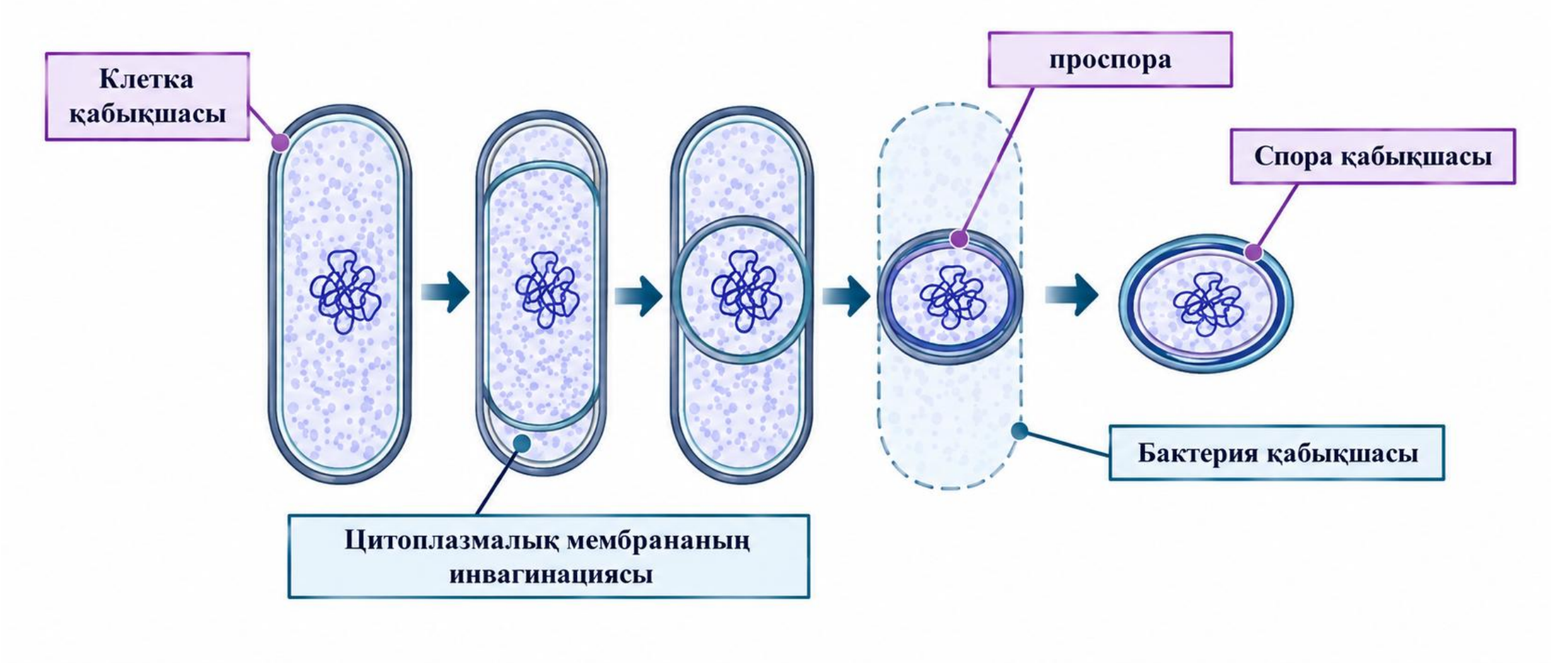
Бактериялардың спора түзу кезеңдері

Спора түзу кезінде (6— 12 сағат):

✓Дайындық кезеңі (ДНҚ ұзарады)

✓ цитоплазматикалық мембрана жиырылады, клеткағы су мөлшері күрт төмендейді - проспора пайда болады,

✓клетка қабықшасы тығыздалады – кортекс пайда болады және ешнәрсе өткізбейтіндей күйге көшеді, сондықтан да споралар арнайы әдістермен боялады. Кальций **дипиколинаты – спорада кездесетін қосылыс**.



Спора көбінесе таяқша тәрізді бактерияларда пайда кездеседі - бацилдерде. Кокк тәрізділерден тек ірі сарциналарда кездеседі.
Температурамен және ультрафиолет сәулесіне тұрақты. Қоршаған ортада бактериялардың спорасы жылдар бойы сақталады, спора қолайлы ортаға түскенде ылғалды бойына сіңіреді, комплекстер ыдырайды, дипиколинат бұзылады да, спора - вегетативті клеткаға айналады.
Спорадан вегетативтік клетканың шығуы 2 сағаттан артыққа созылмайды.
Споратүзу құбылысы грамоң бактерияларына тән. Спораларды арнайы тәсіл бойынша бояйды, мысалы *Ожешко тәсілі немесе Клейннің тәсілі бойынша бояйды.*
Пішініне қарағанда спора сопақша немесе дөңгелек болуы мүмкін.



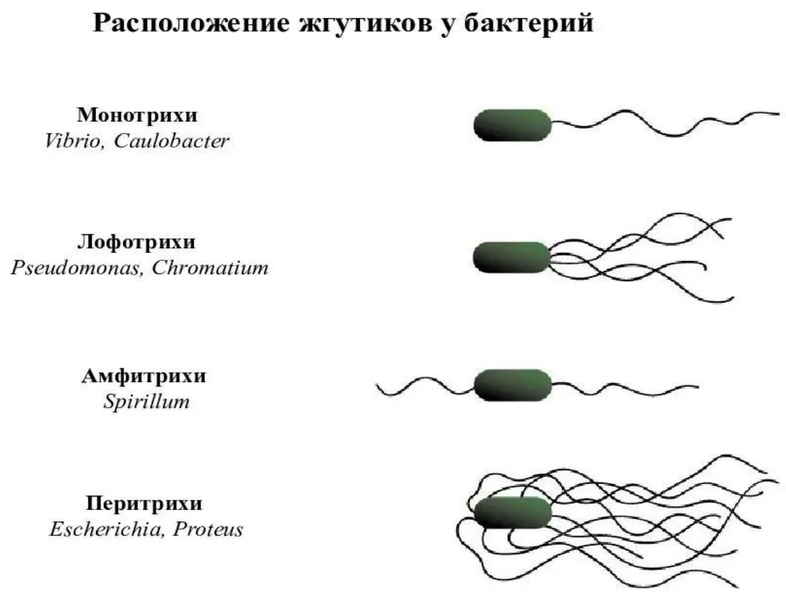
Прокариоттар қозғалысы

Бактериялар қозғалысы екі типі болады. Олар **жүзіп** және **сырғанай** қозғайды. Сырғанай қозғалатындарға микробактериялар мен күкірт бактериялар жатады. Олар негізінен толқын сияқты жиырылып клетка формасын өзгерте қозғалады.

Талшықтар – цитопалзмадағы базальді денешіктерден басталатын, бактериялық жасушадан бірнеше есе ұзын, табиғатты ақуызды жіпшелер.

Олар микроорганизмге жылжымалық қасиет береді. Егер де бактерияның:

- бір шетінде бір талшығы болса — оны ***монотрих***,
- екі шетінде бір немесе бір неше талшығы болса ***-амфитрих***,
- бір шетінде бір топ талшығы болса – ***лофотрих***,
- ал барлық жағынан шығатын болса – ***перитрих*** деп атайды.



Өзінің құрылысы жағынан талшықтар, спиральді, оралған жіпшелер, ерекше құрылымды – флагеллиннен (ақуыз) тұрады, миозин тектес. *Грам бойынша боялғанда* талшықтар көрінбейді. Бактериялардың қозғалысын *микроскопиялық әдіспен* виталді препаратында анықтауға болады.

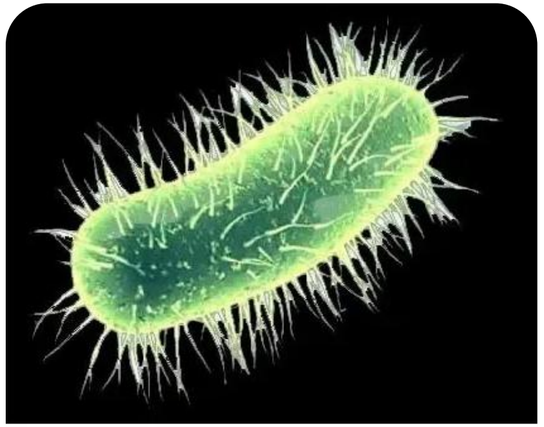
Бактериялардың беткі қабатында талшықтардан басқа қысқа жіпше құрылымдар бар – ***жіпшелер (қылшықтар)*** – фимбриялар немесе пилилар**.**

Фимбриялар - жіпшелі *пилин* ақуызынан тұрады,, клетканың толық бетін қаптайды және клетканың бекінуіне жауаптықұрылымдар. Жіпшелердің 60 түрі анықталған, соның ішінде толық зерттелгендері*:*

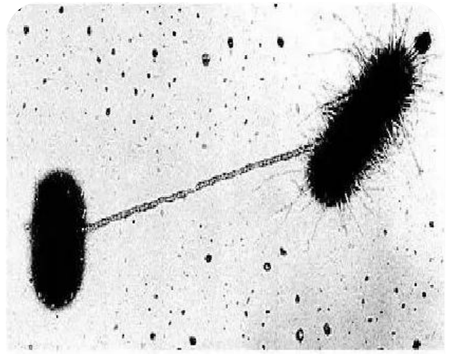
F-pili — жыныстық пили;

commonili — пили, адгезияға жауапты.

Бактериялардың клетка қабықшасында жіпшелер (кірпікшелер) және қылшықтар орналысады**.** Оларды **пили** және **фимбрия** деп атайды. Кірпікшелер мен қылшықтар қозғалғыш және қозғалғыш емес бактерияларда кездеседі. Олар **пилин** белогынан тұрады. Ұсақ бөлшектері клетканың бетінен басталатын бір қабатты, іші қуыс түтікше сияқты жіпше құрайды.



Фимбрии



F-пили

Бактериялардың талшықтарының құрылысы

Талшықтар 3 бөліктен тұрады:

- Клетка сыртына шығатын – **иірілген жіпше (фибрилла),**
- клетка қабықшасына жақын орналасқан – **ілмек**,
- клетка ішіндегі - **өзекті денешік.**

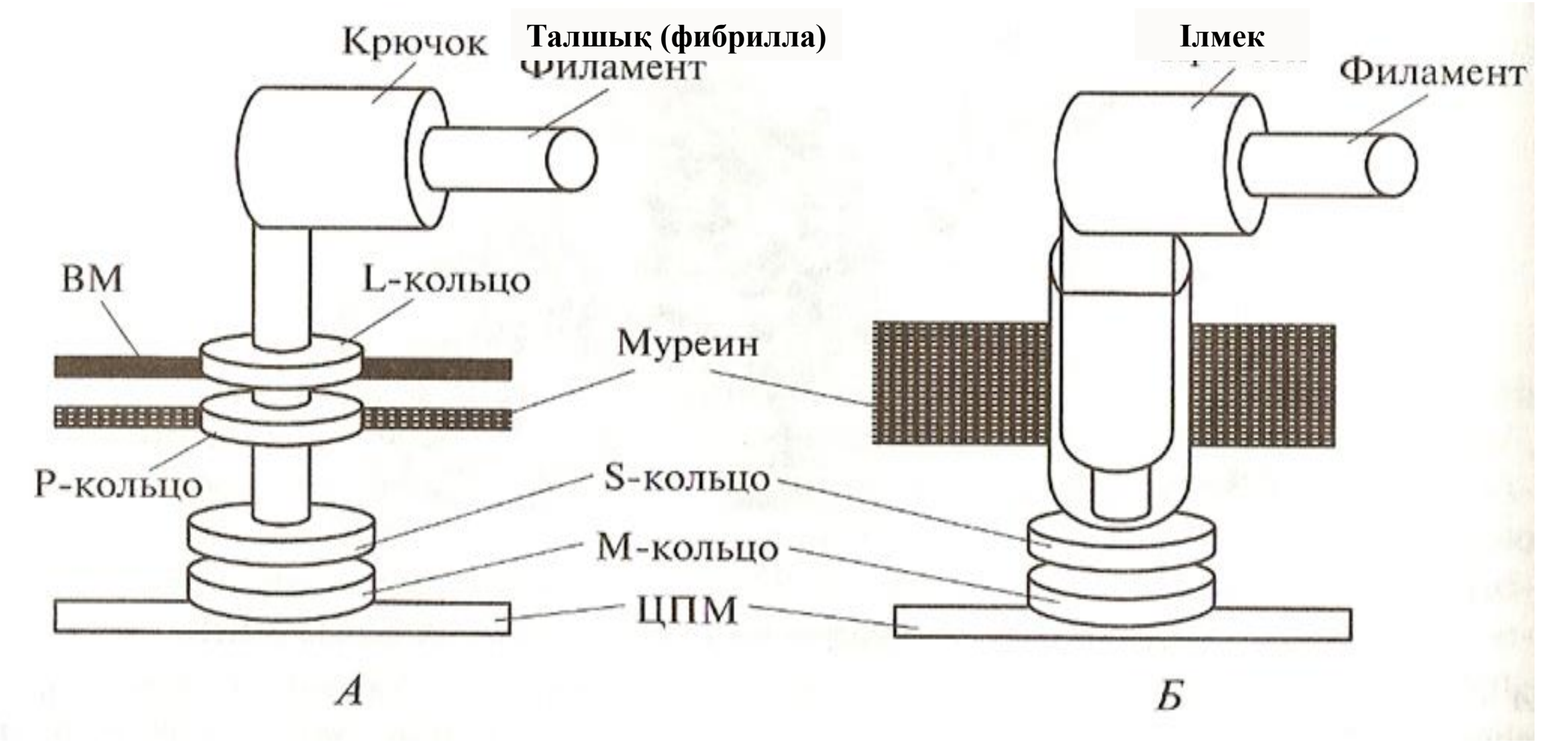
1. **Талшық** жіпшелерінің құрамы негізінен белоктық зат – **флагелиннен** тұрады. Жіпшенің құрылысы белок бөлшектердің үлкендігі мен олардың тізбектерінің санына байланысты.
2. **Ілмек**

Бактерия клеткаларының жіпшелері ілмекке жалғасады. Ілмек иілген белоктан тұратын цилиндр тәрізді. Ол жіпшеден жуан, ал ұзындығы қысқа (30-90 нм). Күрделі талшықтардың ілмегі де күрделі болады: оның орталық цилиндрі сыртқы қабықпен қапталған.

3. Өзекті денешік

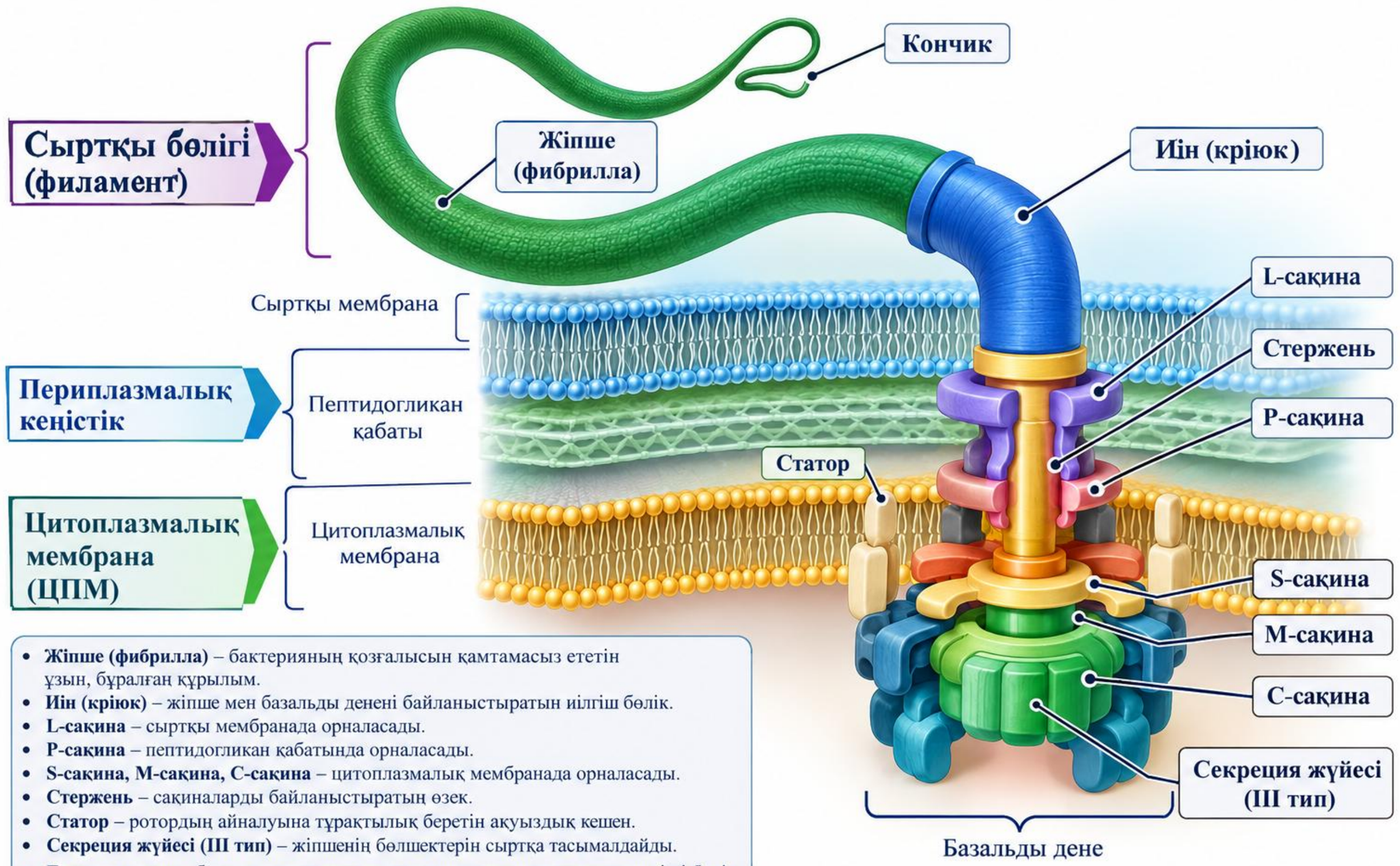
Өзекті денешік ілмектің жалғасы болып келетін орталық біліктен, оған кигізілген екі қос (ішкі және сыртқы) сақинадан тұрады. Екі ішкі сақинаны М және S деп атайды, олар грам-оң және грам-теріс бактериялардың барлығында болады. М сақинасы мембрананың ішінде, не оның дәл астында орналасады. S-сақинасы (стартер) грам-теріс бактерияларда – периплазмалық аймақта, ал грам-оң бактерияларда пептидогликанда орналасады.

Екі сыртқы сақиналар Р және L –сақиналар деп аталады. Олар тек грам-теріс бактерияларда кездеседі. Р-сақинасы қабықшаның пептидогликан, ал L –сақинасы липополисахарид қабатында орналасады.



Грам теріс бактериялар

Грам оң бактериялар



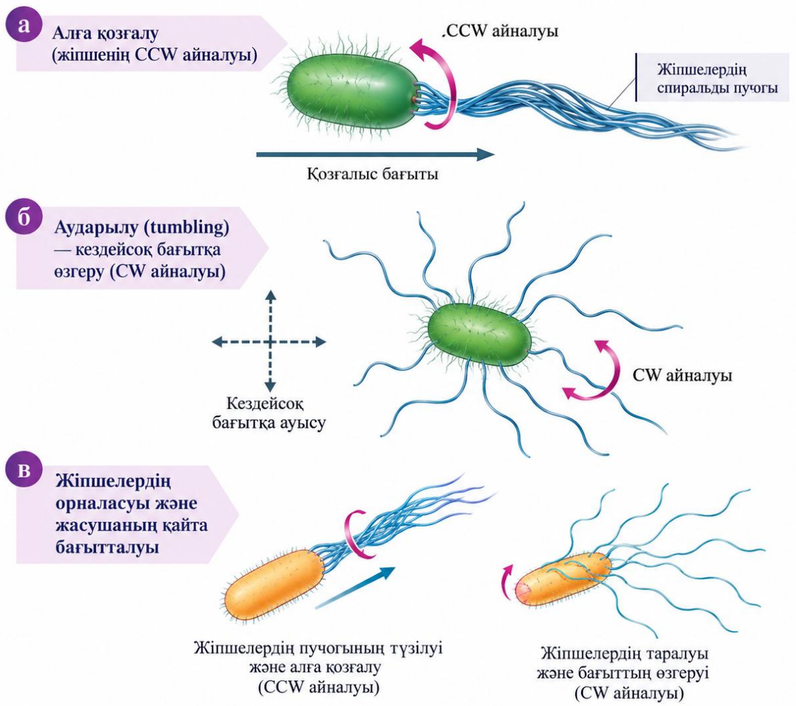
- **Жіпше (фибрилла)** – бактерияның қозғалысын қамтамасыз ететін ұзын, бұралған құрылым.
- **Иін (кріюк)** – жіпше мен базальды денені байланыстыратын иілгіш бөлік.
- **L-сақина** – сыртқы мембранада орналасады.
- **P-сақина** – пептидогликан қабатында орналасады.
- **S-сақина, M-сақина, C-сақина** – цитоплазмалық мембранада орналасады.
- **Стержень** – сақиналарды байланыстыратын өзек.
- **Статор** – ротордың айналуына тұрақтылық беретін ақуыздық кешен.
- **Секреция жүйесі (III тип)** – жіпшенің бөлшектерін сыртқа тасымалдайды.
- **Базальды дене** – барлық сақиналар мен ақуыздық кешеннен тұратын негізгі бөлік.

Талшықтардың қызметі

Ішкі қос сақина талшықтары қозғалысқа түсіру үшін қажет:

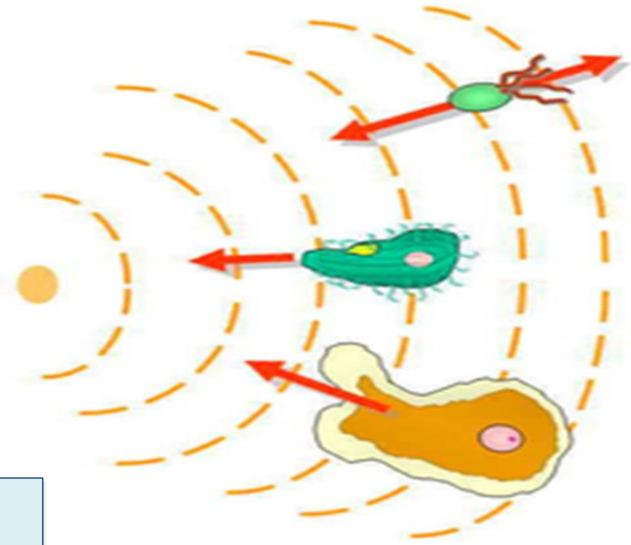
- ✓ қозғалмайтын S-сақинасыталшықты қозғалту үшін стартер қызметін атқарса,
- ✓ М-сақинасы ілмек пен жіпшені айкала отырып мотор қызметін атқарады.
- ✓ Сонда талшық — сағат тілі бағытымен немесе салат тіліне қарсы айналады. Егер де клеткада бірнеше талшық орналасатын болса, олар бір иірімді спираль құрады немесе шоқталып бір бағытта, ал клетка кері бағытта айналады.

Бактериялар үздіксіз тіке қозғалмайды, олар кейде аялдап, қайта қозғалысқа түскенде, бұрынғы немесе басқа бағытта жүреді. Сұйық қоректік ортада полярлы орналасқан талшығы бар бактериялар перитрихті бактерияларға қарағанда жылдам қозғалады. Қозғалу ерекшеліктеріне қарасақ, полюсті талшықты бактериялар бірқалыпты қозғалса, перитрихті бактерия клеткалары ретсіз, күрт қозғалыста болады. А — сағат тіліне қарсы; Б — сағат тілі бағытында



Таксистер

Таксис - қозғалғыш бактериялардың қозғалу қабілеті. Таксис түрлері сыртқы ортаның факторларына байланысты (температура, химиялық заттар, күн сәулесі, микроб жасы). Таксис туғызатын заттар - **эффекторлар** (әсер етушілер).



Эффекторлар 2 түрге бөлінеді:

Аттрактанттар (тартушылар)

Аттрактант бар жағдайда, клеткалар сол бағытқа қарай жылжиды да, олардың көп мөлшері бар жақта жиналады: қорек заттары - кейбір қанттар, амин қышқылдары, витаминдер; оттегі аэробтарға.

Репеллленттер (бездірушілер)

Репеллент бар жағдайда, клетка кері жылжиды: майлы қышқылдар, кейбір спирттер мен фенолдар; оттегі анаэробтарға.

Таксис түрлері

- Хемотаксис
- Аэротаксис
- Фототаксис
- Термотаксис
- Магнитотаксис
- Вискозитаксис

1. **Хемотаксис** – әр түрлі химиялық заттарға қарай қозғалу (қоректік заттарға). Ол клетканың беткі қабатында химиялық заттарға тән арнайы белоктар – хеморецепторлардың болуымен байланысты. Мысалы, *E.coli* клеткасының беткі қабатында 30–ға жуық рецепторлар орналасады.

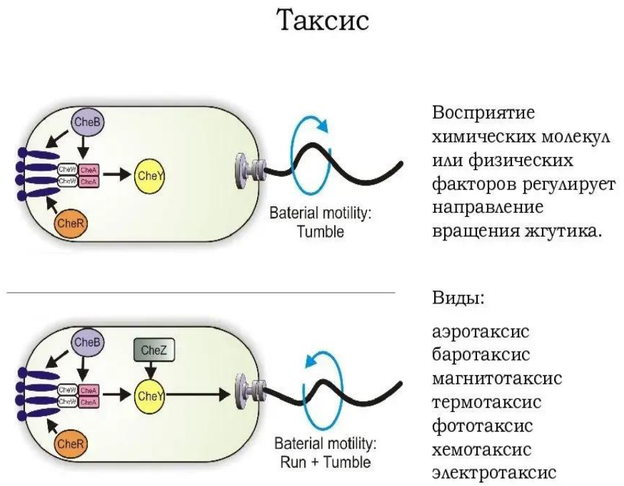
2. **Аэротаксис** - оттегіге қарай жылжу, яғни, оттегі аэробты бактерияларға – аттрактант, анаэробты бактерияларға – репеллент болады.

3. **Фототаксис** – жарыққа қарай немесе одан кері (фоботаксис) жылжу. Фототаксис фототрофты микроорганизмдерге тән.

4. **Термотаксис** – қолайлы температура жаққа немесе қолайсыз температурадан кері жылжу (термофилді бактериялар – жоғары температура бар жаққа жылжуы).

5. Магнитотаксис – ағынсыз суларда, мұхит түбінде кездесетін бактерияларға тән. Олар жердің магнит өрісіне қарай жылжиды. Бұндай қозғалыс бактерия клеткасында арнайы құрылымда (магнитосома) магнетит – темір оксиді (Fe3O4) бар бактерияларға тән. 1975 ж. - Р. Блэкмор магнитотаксиске қабілетті бактерияларды ашып анықтады (идентификациялады) - *Aquaspirillum magnetotakticum* – клеткалары спираль тәрізді.

6. Вискозитаксис (оң және теріс) - бактериялардың қозғалу қабілеті ерітінділердің қоюлығымен байланысты. Бактериялар ортаның қоюлығы жоғары жаққа (оң вискозитаксис) немесе қоюлығы төмен жағына (теріс вискозитаксис) жылжиды. Мысалы, спирохеталарға оң вискотаксис, ал ішек бактерияларға теріс вискозитаксис тән.



Қорытынды

Қорытындылай келе, бактерия клеткасының негізгі құрылымдық бөліктеріне: клетка қабықшасы, цитоплазмалық мембрана, цитоплазма және ішілік құрылымдары, рибосома, нуклеоид. Уақытша компоненттеріне: капсула, талшық, қылшықтар/ пилилар/ фимбриялар, споралар.

Бактериялар қозғалысы екі типі болады. Олар **жүзіп** және **сырғанай** қозғайды. Сырғанай қозғалатындарға микробактериялар мен күкірт бактериялар жатады. Олар негізінен толқын сияқты жиырылып клетка формасын өзгерте қозғалады. Бактериялардың клетка қабықшасында жіпшелер (кірпікшелер) және қылшықтар орналысады**.** Оларды **пили** және **фимбрия** деп атайды.

Таксис түрлері: хемотаксис, аэротаксис, фототаксис, термотаксис, магнитотаксис, вискозитаксис.

Назарларыңызға рахмет