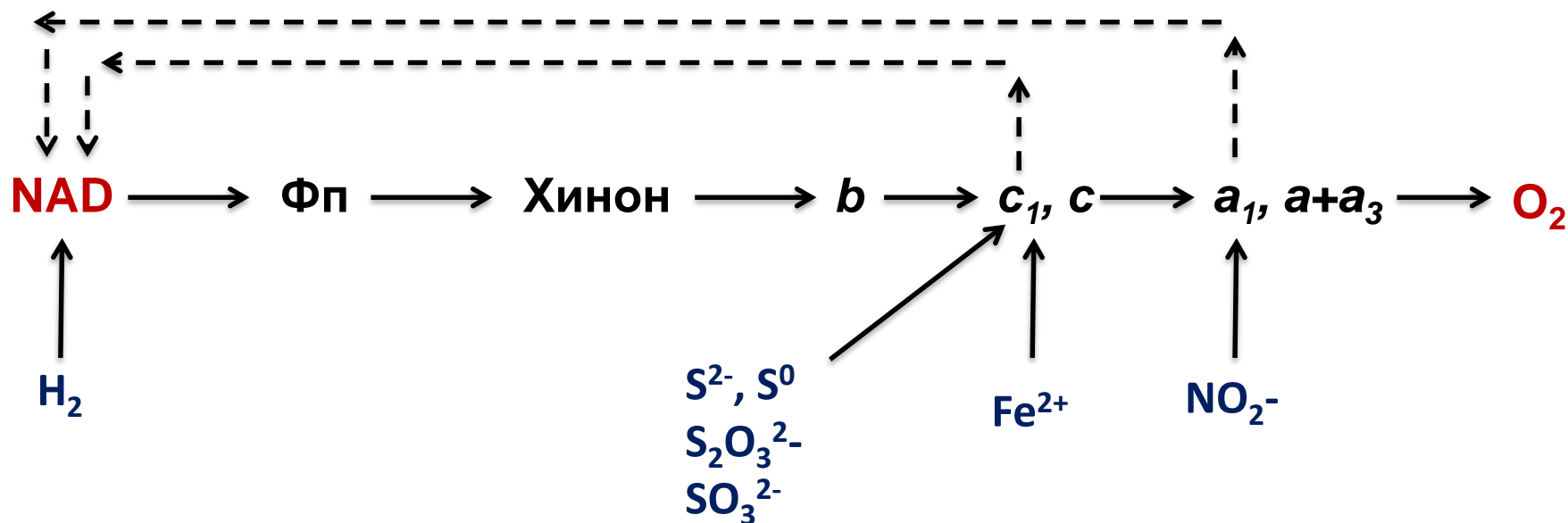


ХЕМОЛИТОТРОФИЯ

Органикалық емес қосылыстарды тотықтыру арқылы энергия алатын эубактериялар хемолитотрофтар деп аталады.

Сутекті бактериялар H_2 тотықтырғанда электрондар субстраттан NAD^+ деңгейінде, темір бактериялар Fe^{2+} тотыққанда с цитохормы деңгейінде, нитрификаторлар NO_2^- тотықтырғанда а цитохромы деңгейінде тыныс алу тізбегіне жалғасады.



Хемолитотрофты эубактерия топтары

Эубактериялардың топтары	Энергетикалық процесінің сипаты			Автотрофияға қабілеттілігі
	Электрон доноры	Электрон акцепторы	Соңғы өнімдер	
Тионды бактериялар	H_2S , S^0 , SO_3^{2-} , S_2O , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	O_2	SO_4^{2-}	+
		NO_3^-	SO_4^{2-} , NO_2^- , N_2	
Ацидофильді темір бактериялар	Fe^{2+}	O_2	Fe^{3+}	+
Нитрифицирлеуші бактериялар	NH_4^+	O_2	NO_2^-	+
	NO_2^-		NO_3^-	
Сутекті бактериялар	H_2	O_2	H_2O	+
		NO_3^- , NO_2^-	H_2O , NO_2^- , N_2	
Карбоксидобактериялар	CO	O_2	CO_2	+
Сульфат тотықсыздандырушы бактериялар	H_2	SO_4^{2-}	H_2S	+

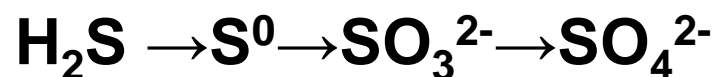
Күкірт қосылыстарын тотықтырушы эубактериялар

Тотықсызданған күкірт қосылыстарын (күкіртті сутек, тиосульфат, молекулалық күкірт) тотықтыруға қабілетті эубактериялар топтары (тионды бактериялар мен күкіртті бактериялар) бар.

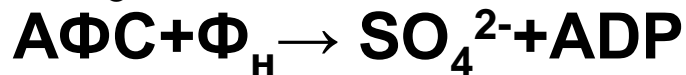
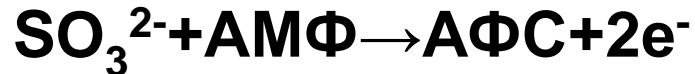
Тионды бактериялар

Күкірт пен оның тотықсызданған органикалық емес қосылыстарын тотықтыру арқылы клеткалық энергия алатын тионды бактериялар туысына *Thiobacillus*, *Thiomicrospira*, *Thiodendron* өкілдері жатады. Бұлар қозғалатын және қозғалмайтын, спорасыз, грам теріс бактериялар.

Молекулалық күкірт пен оның тотықсызданған қосылыстарының тотығуы сульфаттың түзілуіне алып келеді. Күкіртті сутектің сульфатқа дейін тотығуынан 8 электрон босап шығып тыныс алу тізбегіне қосылады, нәтижесінде аралық өнімдер ретінде молекулалық күкірт пен сульфит түзіледі.

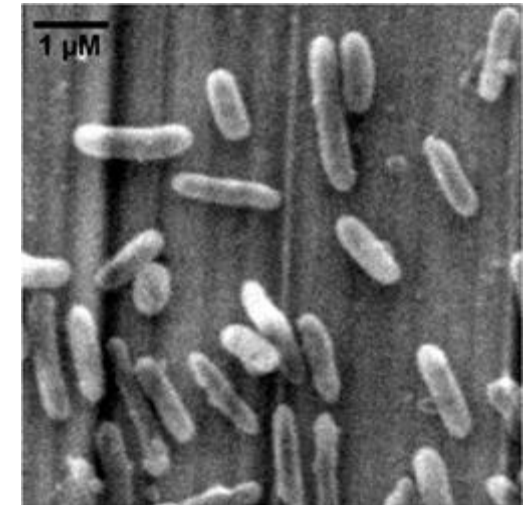


Сульфиттың сульфатқа дейін тотығуы барысында аралық өнім – денозинфосфосульфат (АФС) түзіледі, ол субстратты фосфорлану барында АТР молекуласын құрайды.



Бірақ тионды бактериялар энергияның басты көзін тыныс алу тізбегіндегі а цитохром деңгейінде алады. Әдетте электрондардың соңғы акцепторы қызметін O_2 атқарады, сонымен қатар нитратқа дейін тотықсыздандаратын нитраттар да болады.

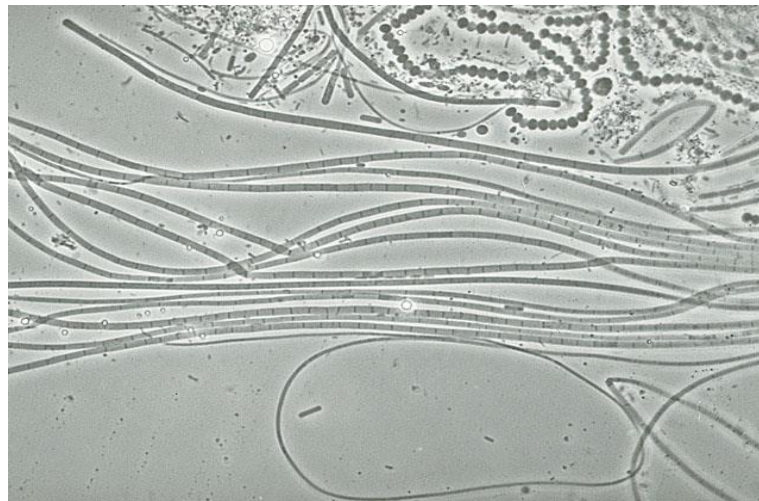
Бұлар қоректенудің хемолитоавтотрофтар, хемолитогетеротрофтар мен хемоорганогетеротрофтар тобына жатады.



Күкіртті бактериялар

Морфологиялық белгілеріне қарай екі топқа бөлінеді: бір клеткалы формалар (*Achromatium*, *Macromonas* туыстары) және жіпшелі (*Beggiotoa*, *Thiothrix*, *Thioploca* туыстары).

Бактериялардың формалары әртүрлі, периплазмалық кеңістікте күкірт жинақтайды, кейбіреулері қозғалмалы.



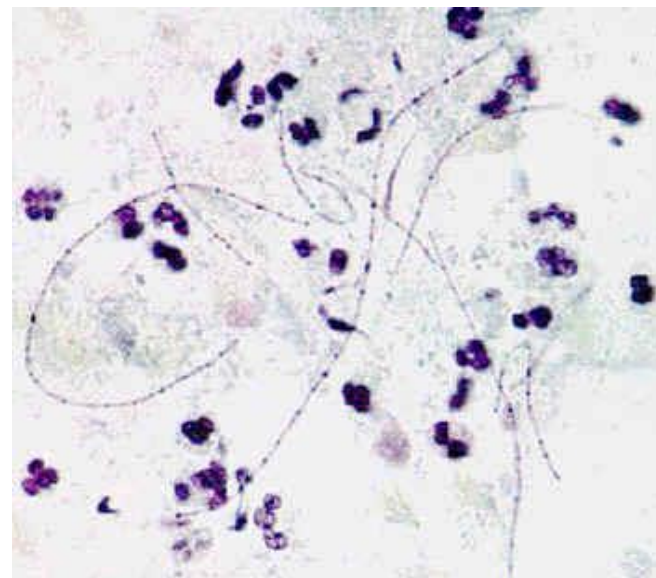
Темір бактериялар

Морфологиялық белгілеріне қарай екі топқа жіктейді: жіпшелі (грам теріс қозғалмайтын облигатты аэробты хемоорганогетеротрофты бактериялар: *Leptothrix*, *Sphaerotilus*) және бір клеткалы (грам оң және грам теріс капсулалы бактериялар).

Бір клеткалы темір бактериялар екі топ тармағына бөлінеді: бірінші тармағына хемоорганогетеротрофты бактериялар: *Metallogenium*, *Gallionella*, *Siderococcus* жатады, бұлар аэробты немесе микроаэрофилді полиморфизмді бактериялар.

Екінші тармағына аэробты ацедофильді формалы хемолитотрофтылар жатады (*Thiobacillus, Leptospirillum*).

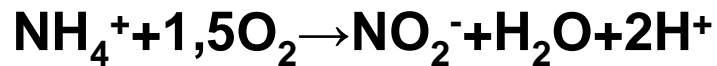
Ортада Fe^{2+} -тың Fe^{3+} дейін тотығуы бактериялыды метаболизм өнімі H_2O_2 байланысуымен іске асады:



Нитрификациялаушы бактериялар

Nitrobacteraceae тұқымдасына жататын барлық нитрификациялаушы бактериялар жатады және процесті жүргізу фазасына байланысты екіге жіктеледі:

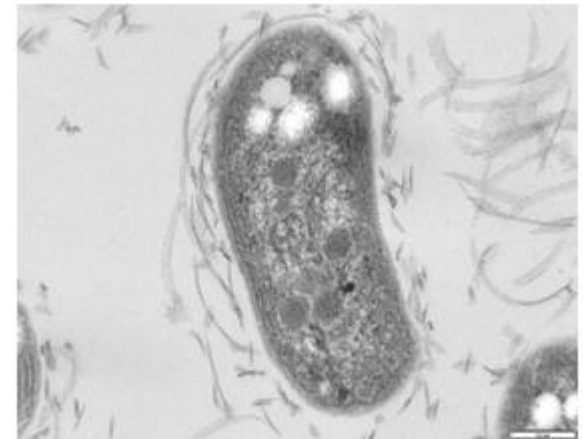
Бірінші фазаға: амоний тұздарын нитриттерге дейін тотықтыратын аммонийтотықтырушы бактериялар (Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrosolobus) жатады:



Екінші фазада нитриттердің нитраттарға дейін тотығуын жүргізетін Nitrobacter, Nitrosococcus туыстары:



Барлық бактериялар грам теріс, облигатты аэробты қозғалуға қабілетті бактериялар.



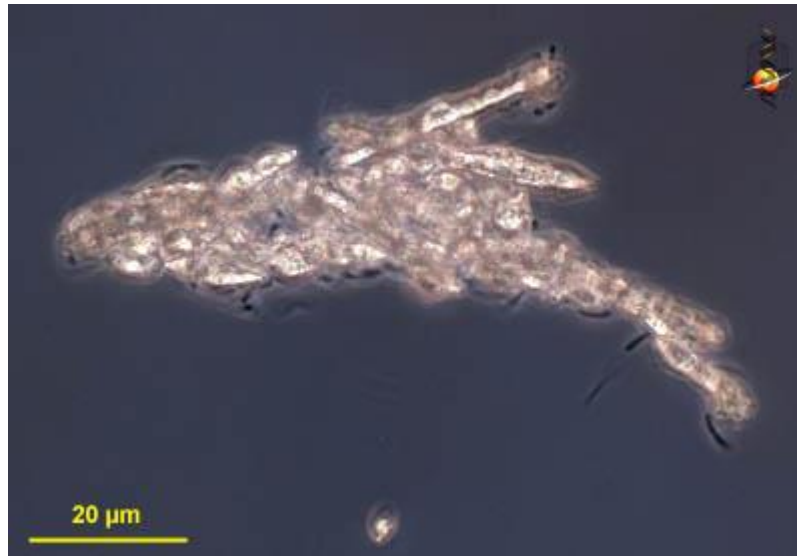
Сутекті бактериялар

Хемолитоавтотрофты аэробты жағдайда H_2 тотықтыратын бактериялар жатады:



Процесс	Сутектің соңғы акцепторы	Соңғы өнім
Көміртектің тотықсыздануы	CO_2	Клетка заттары
Көміртектің тотықсыздануы	Органикалық қосылыстар	Клетка заттары
Тыныс алу	O_2	H_2O
Нитратты тыныс алу, денитрификация	NO_3^- , NO_2^- , NO , N_2O	N_2 , NO_2^-
Сульфатты тыныс алу	SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$	H_2S
Фумаратты тыныс алу	Фумарат	Сукцинат
Ацетаттың тыныс алу	CO_2	CH_3COOH

Сутекті бактерияларға грам теріс және грам оң, морфологиясы әртүрлі, қозғалмалы және қозғалмайтын, спора түзетін және түзбейтін бактериялар жатады: *Hydrogenobacter thermophilus*, *Hydrogenovibrio marinus*, *Helicobacter pylori*



Карбоксидобактериялар

Көміртек тотығын (CO) жалғыз көміртек және энергия көзі ретінде пайдаланатын аэробты эубактериялар. Мұндай қасиет *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Comamonas* туыстарына тән.

CO пайдалану оны тотықтыру арқылы іске асады:



Карбоксидобактерияларда CO тотығуы мен клетка биомассасының синтезі былай жүреді:



Сульфат тотықсыздандырушы эубактериялар

Сульфат тотықтырушы эубактериялардың 40 түрі (*Desulfotomaculum*, *Desulfobacterium*, *Desulfobacter*, *Desulfosarcina*, *Desulfonema*) анаэроты жағдайда сульфатты электрондардың соңғы акцепторы ретінде пайдалана отырып энергия алуға бейімделген. Микроорганизмдердің көпшілігі грам теріс, қозғалмалы және физиологиялық, биохимиялық, морфологиялық белгілері алуан түрлі, облигатты анаэробтылар.

Сульфатты тотықсыздандыру арқылы көміртек және энергия көзі ретінде пайдаланатын субстраттар әртүрлі (қанттар, спирттер, органикалық қышқылдар, амин қышқылдары мен ароматты қосылыстар) болады.

