

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті  
Биология және биотехнология факультеті

# Май қышқылды ашу процесі

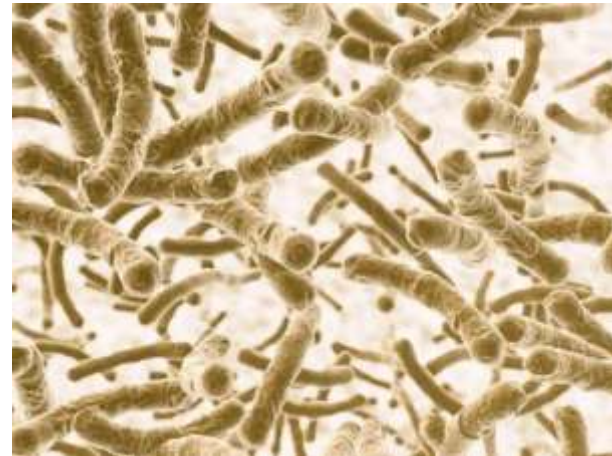


Дәріскер: биотехнология кафедрасының  
оқытушысы Уалиева П.С

# Кіріспе

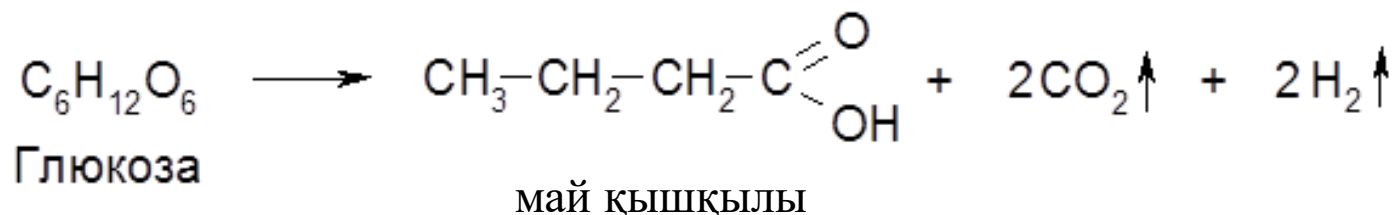
**Май қышқылды ашу** – облигатты анаэробты бактериялардың органикалық заттарды АТФ, май қышқылы, көмірқышқыл газы мен сутегін түзе отырып ыдыратуының зат алмасу жолы.

Май қышқылды ашу процесінің биохимиялық табиғаты 1861 ж Л.Пастер ашқан. Ол май қышқылды ашуды май қышқылды бактериялардың жүргізетіні дәлелдеген. Сонымен қатар, Пастер тотығу жаңа түрін – анаэробты тотығуды ашты.



# Май қышқылды ашу

**Май қышқылды ашу** – анаэробты жағдайда майқышқылды бактериялардың қатысуымен қанттың май қышқылы, CO<sub>2</sub> мен H<sub>2</sub> дейін ыдырауымен жүретін күрделі биохимиялық процесс.



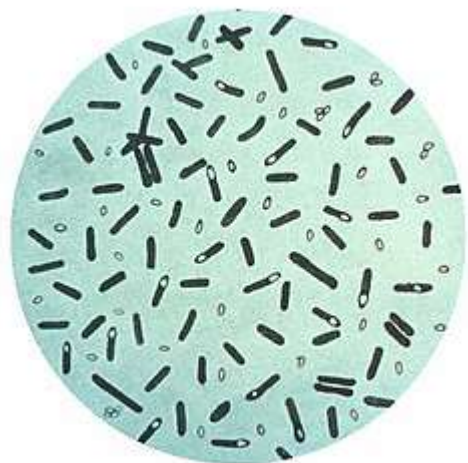
Жанама өнім ретінде бутил спирті, ацетон, изопропанол, этил спирті, сірке қышқылы түзіледі.

Метаболизмнің бұл типі Clostridium туысына тән. Негізгі өкілдері – *C. pasteurianum*, *C. buryricum*, *C. acetobutylicum*, *C. pectinovorum* т.б.

Сонымен бірге күйіс қайыратын жануарлардың қарнында мекендейтін *Butyrivibrio* ;

және

Ішек микрофлорасының бактериялары – *Eubacterium* мен *Fusobacterium*



# Май қышқылды ашу процесінің маңызы

- Күрделі органикалық заттардың ыдырауы;
- Табиғаттағы көміртегі айналымына қатысады;
- Топырақтың түзілуі;
- Май қышқылдарының эфирлері – парфюмерия мен фармацевтикада қолданылады;
- Ацетон мен бутанол өндірісінде




Май қышқылды ашу процесінің субстраты негізінен көмірсулар. Май қышқылды бактериялар көмірсуларды, спирттер мен қышқылдарды, жоғары молекулалы көмірсулар – крахмал, гликоген, декстриндерді ыдыратуға қабілетті.



- полисахаридтер глюкозаға изомерленетін моносахаридтерге ыдырайды;



- глюкоза пируватқа дейін гликолитикалық ыдырауға ұшырайды;



- пируваттың декарбоксийденуі *ацетил-СоА* түзілуіне әкеледі, бір мезгілде *тотықсызданған ферредоксиннің* түзілуі жүзеге асады. Реакцияны *пируват ферредоксиноксидоредуктаза* катализдейді.



- *Тотықсызданған ферредоксиннен*  $H_2$ -нің бөлініп шығуын *гидрогеназа* катализдейді.

*Клостридия гидрогеназаларының* негізгі қызметі – катаболитикалық реакцияларда түзілетін тотықсызданушы эквиваленттерден (электрондар) құтылу, олар  $H^+$  -ке тасымалданып, клеткадан молекулярлы сутегі түрінде жойылады.

*C. pasteurianum* гидрогеназалары жақсы зерттелген. Фермент бір суббірліктен тұрады, молекулалық салмағы 60 000 Да.

Молекуласында  $Fe_4 S_4$  типтегі үш орталығы бар.

*Клостридия гидрогеназаларының* электрон доноры (акцепторы) ретінде *ферредоксин* қызмет атқарады.

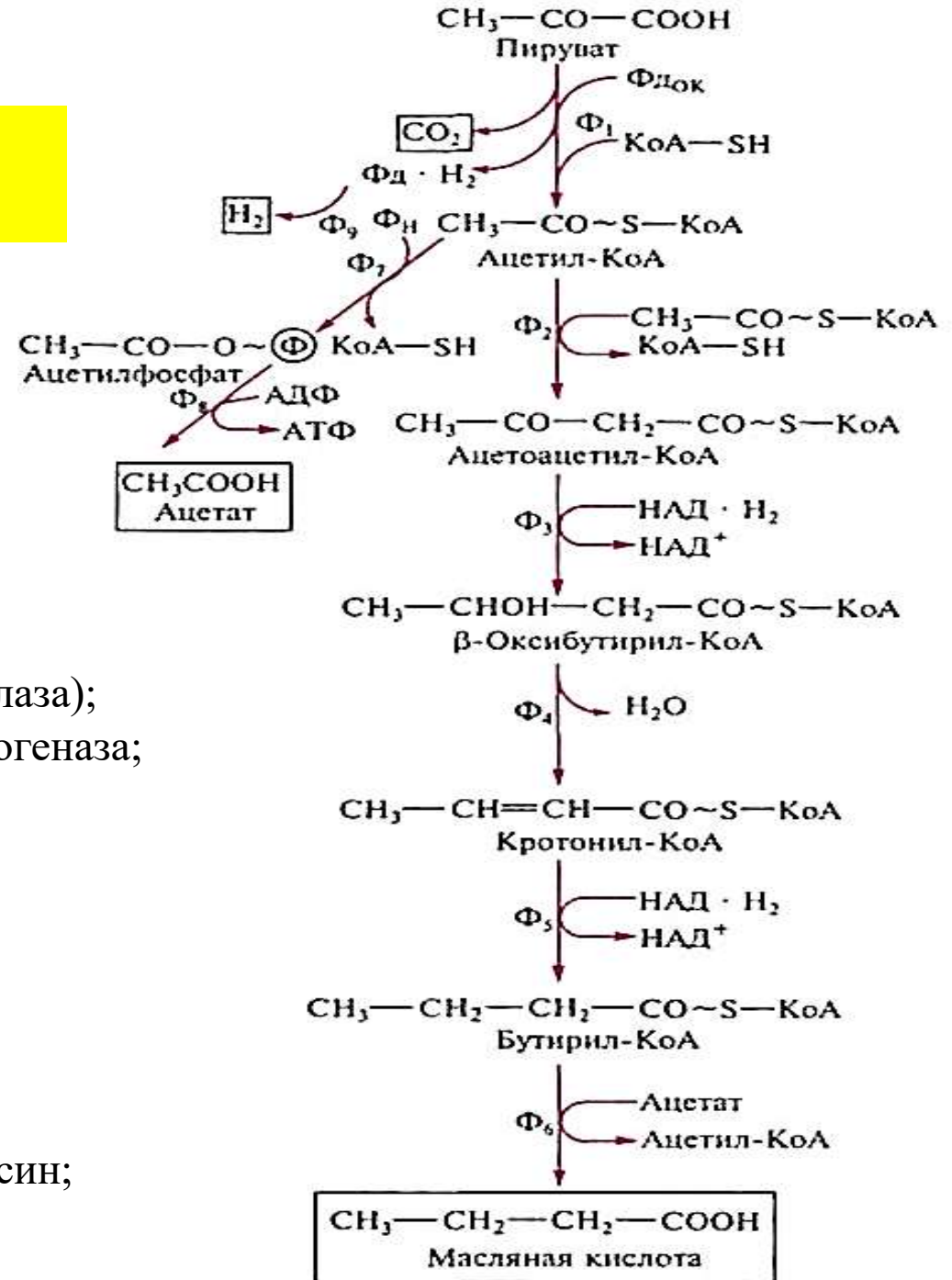
Клетка бұзылғанда гидрогеназалық белсенділік еритін фракцияларында: периплазматикалық кеңістік пен цитоплазмада байқалады.

- Ацетил-КоА-ның екі молекуласының конденсация реакциясы басталады. Түзілген *ацетоацетил-КоА* тотықсызданып, *бета-оксибутирил-КоА* түзіледі.
- Бета-оксибутирил-КоА –дан су молекуласы бөлініп шығып, қос көміртекті байланысы бар қосылыс түзіледі.
- *Кротонил-КоА* бутирил-КоА-ға тотықсызданады.
- *Бутирил-КоА*-дан кофермент А-ның ацетатқа тасымалдануы нәтижесінде *май қышқылы* түзіледі.

Егер май қышқылды ашу процесінде органикалық қышқылдарды бөліп алу кезінде рН 4,4 –тен төмен болса, онда соңғы өнімдері этанол, ацетон мен бутанол болатын метаболиттік жол іске қосылады.



## Май қышқылының түзілу реакциялары



$\Phi_1$  - пируват: ферредоксин-оксидоредуктаза;

$\Phi_2$  - ацетил-КоА-трансфераза (тиолаза);

$\Phi_3$  - бета-оксибутирил-КоА-дегидрогеназа;

$\Phi_4$  - кротоназа;

$\Phi_5$  . бутирил-КоА-дегидрогеназа;

$\Phi_6$  - КоА-трансфераза;

$\Phi_7$  - фосфотрансацетилаза;

$\Phi_8$  - ацетаткиназа;

$\Phi_9$  - гидрогеназа;

$\Phi_{\text{Док}}$  - тотыққан,

$\Phi_{\text{Д}}\cdot\text{H}_2$  – тотықсызданған ферредоксин;

$\Phi_{\text{H}}$  - неорганикалық фосфат.

Май қышқылын өндірістік масштабта алу үшін құрамында крахмал бар шикізаттар қолданылады: картоп, астық дақылдары, сонымен бірге меласса, т.б. Крахмал 0,5% күкірт қышқылымен гидролизденеді. Орта бейтараптандырылған соң, ортаға май қышқылды бактерияларды қосады.

Бактериялар	Субстраттар	Өнімдер
<i>Cl. butyricum</i>	Глюкоза, крахмал, декстрин	Бутират, ацетат, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub>
<i>Cl. tyrobutyricum</i>	Глюкоза, лактат + ацетат	Бутират, ацетат, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub>
<i>Cl. pasterianum</i>	Глюкоза, крахмал, маннитол, инулин	Бутират, ацетат, CO <sub>2</sub>
<i>Cl. pectinovorum</i>	Пектин, крахмал, гликоген, декстрин	Бутират, ацетат

*Clostridium* туысының кейбір бактерияларының май қышқылды ашуы субстраттары мен өнімдерінің спектрі

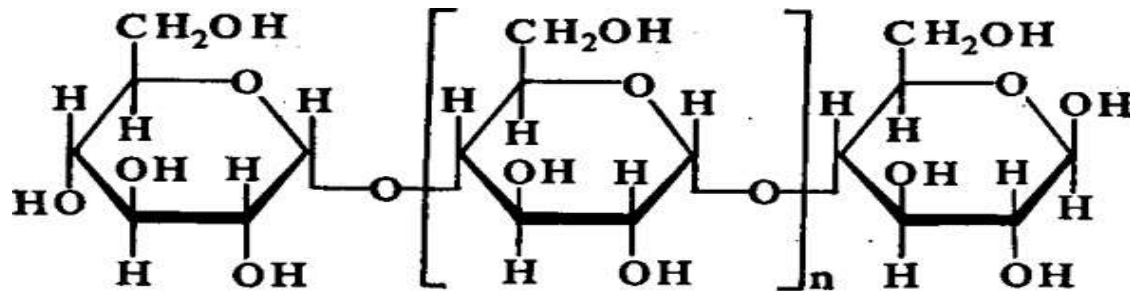
# Крахмалдың анаэробты ашуы

Крахмалдың анаэробты ыдырауының химизмі 2 фазадан тұрады:

1) Микробтардың экзоферменттері әсерінен крахмалдың  $\alpha$ -глюкозаға дейін гидролизі:

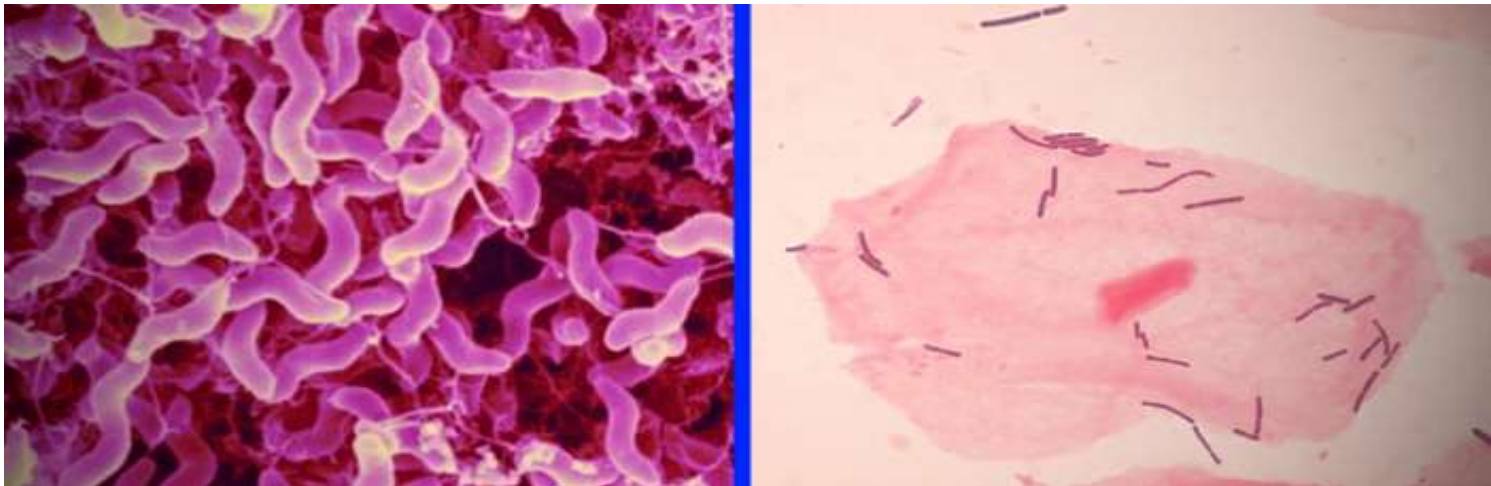


2)  $\alpha$ -глюкозаның майқышқылды ашуы:

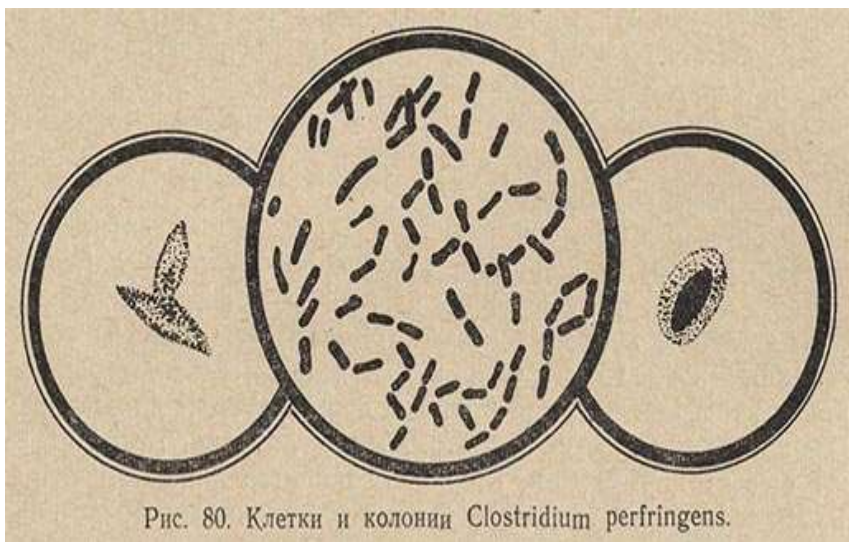


## Май қышқылды бактериялар

Май қышқылы өте жағымсыз иісі бар ұшпа сұйық болып табылады. Май қышқылды ашу процесінің негізгі қоздырғыштары табиғатта кең таралған, Bacillaceae тұқымдасының Clostridium туысына жатады. Клеткалары грамон, таяқшатәрізді, клетка пішіні қоршаған ортасына байланысты өзгереді. Спора түзеді. Май қышқылды бактериялар – облигатты анаэробтар, бірақ өтпелі формалары да кездеседі: қатал анаэробтылар (*Cl.pasterianum*, *Cl.kluyveri*) аэротолеранттылар (*Cl.histolyticum*, *Cl.acetobutylicum*). Өсудің оптимальды температурасы 30-40 °С, бірақ 60-75 °С аралығында өсе алатын термофильді түрлері де бар (*Cl.thermoaceticum*, *Cl.thermohydrosulfuricum*).



- **Клостридиялардың дақылдық қасиеті** – анаэробты және микроаэрофилді жағдайда өседі. Қант, сарысу агарында өседі.
- **Биохимиялық қасиеті** – глюкоза, сахароза, лактозаны қышқыл мен газға дейін ыдыратады. Сүтті ірітеді.



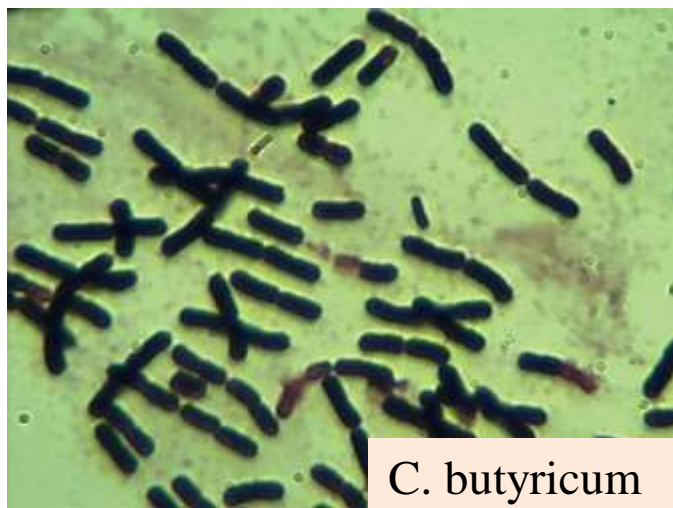
# Клостридиялардың топтары

Ашытатын субстрат түріне байланысты клостридиялардың бірнеше физиологиялық топтары белгілі:

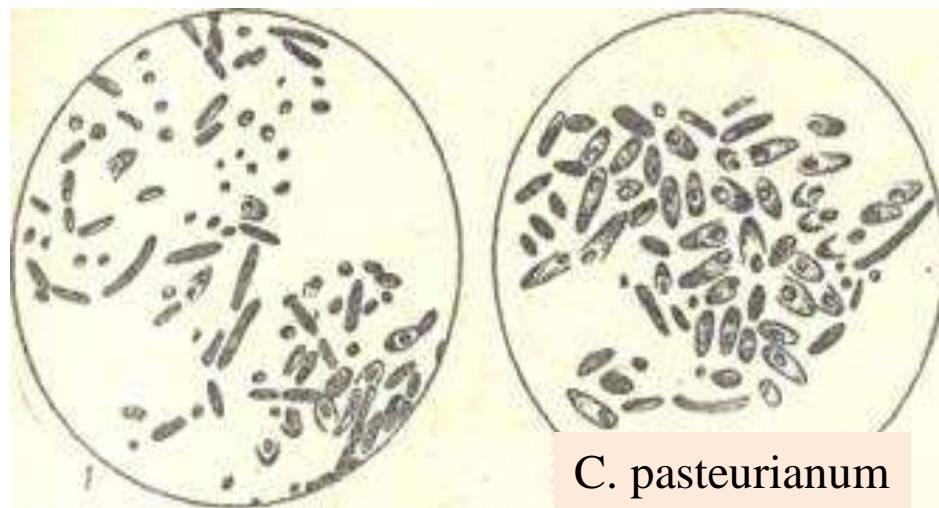
- **Сахаролитикалық клостридиялар** – субстрат ретінде көмірсуларды пайдаланушылар;
- **Протеолитикалық клостридиялар** – субстрат ретінде белоктарды, пептидтер мен амин қышқылдарын пайдаланады;
- **Пуринолитикалық клостридиялар** – гетероциклды қосылыстарды (пуриндер мен пиримидиндер) ашытуға спецификалық бейімделгендер.

# *Сахаролитикалық кластридиялар*

Субстрат ретінде моносакхаридтер – глюкоза, ксилоза, фруктозаны пайдаланады. Кейбір түрлері сәйкес гидролиздеуші экзоферменттермен бірге крахмал, целлюлоза, пектин және хитинді пайдаланады. Классикалық май қышқылы ашуды тудыратын сахаролитикалық кластридиялардың өкілдері - *C. butyricum* и *C. pasteurianum*.



*C. butyricum*



*C. pasteurianum*

# **Clostridium saccharobutyricum**

**C. saccharobutyricum** май қышқылды ашуды негізгі қоздырушылардың бірі. Пішіні цилиндр тәрізді, ұзындығы 4-5 --- 7-12 мкм аралығында, қалыңдығы 0,5-1,5мкм, қозғалады, спора түзеді. Спора түзбестен бұрын гранулезаны жинақтайды. Облигатты анаэроб, көмірсулардың көптеген түрлерін ашытуға қабілетті. Сонымен бірге крахмал мен декстриндерді ашытуға қабілетті. Ашу кезінде бір мезгілде май қышқылын жинақталады. Оптималды рН 6,9-7,4, рН 4,5 кезінде дамуын тоқтатады.

**C.pasteurianum** қасиеттері бойнша **C. saccharobutyricum** —ға ұқсас. Бірақ айырмашылығы қышқылға төзімді және крахмалды ашытпайды. **C.pasteurianum** С.Н.Виноградский бойынша атмосфералық азотты игеруге қабілетті деп сипатталған.



# Протеолитикалық клостридиялар

- Белсенді протеолитикалық ферменттері бар;
- Негізгі өкілдері: *C. putrificum*, *C. histoliticum*, *C. sporogenes* т.б. сапрофитті түрлері кездеседі;
- Кейбір патогенді түрлері де бар: *C. botulinum* – ең күшті биологиялық улың бірі - ботулин экзотоксинінің продуценті; *C. tetani* – сіреспе таяқшасы, адам организмінде сіреспе токсинін түзеді.
- Көміртегі мен энергия көзі ретінде белгілі бір амин қышқылдарын пайдаланушылар: *C. cochlearium* – глутамин қышқылы, глутамин мен гистидин бар ортада ғана өседі; *C. sticklandii* лизин, аргинин, фенилаланин, серинді ашыта алады; *C. propionicum* - треонин, аланин, серин, цистеинді ашытады.

## *Пуринолитикалық кластридиялар*

- Пуриндерді (гуанин, гипоксантин, ксантин т.б.) *C. acidiurici*, *C. cylindrosporum* аммиакқа, ацетат пен  $\text{CO}_2$  айналдырады.
- *C. uracilicum*, *C. oroticum* пиримидиндерді ашытады; бұл кезде урацил – в- аланин,  $\text{CO}_2$  и  $\text{NH}_3$  дейін, ал орот қышқылы – сірке қышқылы,  $\text{CO}_2$  и  $\text{NH}_3$  дейін ыдырайды.
- *C. Kluyveri* – төртінші топты құрайды. Ол этанолдың ацетатпен қоспасын ашытады. Нәтижесінде бутират, капрон қышқылы және аз мөлшерде сутегі түзіледі.

# Қорытынды

Май қышқылды ашу табиғатта үлкен масштабта батпақ астында, батпақталған топырақта, оттегі жоқ жерлерде жүреді. Май қышқылды бактериялардың арқасында көптеген органикалық заттардың ыдырауы жүреді. Спирттік, май қышқылды және гомоферментативті сүт қышқылды ашу – негізгі ашу түрлерін болып табылады.

Шаруашылыққы май қышқылды бактериялар үлкен зиян келтіреді: картоптың бұзылуын, сыра мен сүттің қышқылдануын, консервілердің бұзылуын тудырады.

Май қышқылды ашуды май қышқылын алу үшін қолданады.

# Пайдаланылған әдебиеттер

Интернет желісі:

- <http://medbiol.ru/medbiol/microbiol/000793c7.htm>
- [http://knowledge.allbest.ru/biology/3c0a65625b3ad68b5d43b88421316d37\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/biology/3c0a65625b3ad68b5d43b88421316d37_0.html)
- <http://biofile.ru/bio/21637.html>
- [http://revolution.allbest.ru/manufacture/00245725\\_0.html](http://revolution.allbest.ru/manufacture/00245725_0.html)