

Алматы технологиялық университеті
Тағамдық биотехнология кафедрасы

ПӘН «Микробиология»

Дәріскер:
Алибаева Бахыт Насихатқызы



Дәріс №8



- **Тақырыбы:** «Микроорганизмдер туғыза процесстер және микроорганизмдердің генетикасы»

Жоспары

1. Спирттік ашытудыу. Химизм.
2. Спирттік ашытудың қоздырғыштары және практикада қолданылуы.
3. Сүт қышқылды ашу. Сүт қышқылды бактериялар сипаттамасы.
4. Пропионқышқылды ашу. Процес химизмі, қоздырғыштар
5. Микрорганизмдер генетикасы
6. Бақылау сұрақтар

Спирттік ашыту тарихын зерттеу.

- 1836ж француз ғалымы Каньяр де ла Тур ашу процесі ашытқылардың дамуымен байланысты екенін дәлелдеген. Спирттік ашудың химиялық теңдеуін француз ғалымдары А.Лавуазье (1857ж) және Ж. Гей-Люссак (1815ж) ұсынған: $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2$. Л.Пастер (1857ж) спирттік ашытуды тек анаэробты жағдайда белсенді ашытқылар тудыра алады деген тұжырым жасады («ашу процесі – ауасыз тіршілік»). Ал неміс ғалымы Ю.Либих ашу процесі клеткадан тыс жүретін процесс деп қарсы тұжырым жасады. Клеткасыз спирттік ашу процесінің мүмкін екендігін ең алғаш орыс биохимик-дәрігері М.М.Манассеина (1871ж) көрсетті. Неміс химигі Э.Бухнер 1897ж ашытқыларды үлкен қысым астында нығыздап, қантты ашытып, спирт және көмір қышқыл газын түзетін, клеткасыз шырын алды. 50° дейін қыздырған кезде шырын ашыту қасиетінен айырылған. Орыс химигі Л.А.Иванов (1905ж) ашытқы шырынына фосфаттарды қосу, ашу процесінің жылдамдығын арттыратынын дәлелдеген. Орыс және неміс биохимиктердің зерттеулері фосфор қышқылы спирттік ашудың маңызды кезеңдеріне қатысатынын дәлелдеген. Ашудың бұл типі халық шаруашылығында кең қолданыс тапқан.

Химизм. Спирттік ашытудың қоздырғыштары

- Спирттік ашу-көмірсуларды спирт және көмірқышқыл газына айналдыратын микробиологиялық процесс. Қоздырушылары: аскомицеттерге жататын *Saccharomyces* ашытқылары, кейбір бактериялар мен мукор саңырауқұлақтарының жекелеген өкілдері.
- Ол микроорганизмдер әсерінен келесідей реакция түрінде жүреді:
- $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 27 \text{ ккал}$. Бұл кезде этил спирті мен көмірқышқылгазынан бөлек: сірке альдегиді, глицерин, ұшғыш майлар, сірке және янтарь қышқылы және т.б.
- Көмірсулардың спирттік ашуын ашытқылар мен мукор саңырауқұлақтарының жекелеген өкілдері туғызады. Бірақ саңырауқұлақтар мен бактериялар спиртті ашытқылармен салыстырғанда аз мөлшерде түзеді.
- Спирттік ашудың негізгі қоздырғышы – сахаромицет ашытқылары болып табылады. Олар факультативті-анаэробты микроорганизмдер. Аэробты жағдайда ашытқылар энергияны моно- және дисахаридтердің көмірқышқыл газы мен суға толық тотығуынан алады, яғни аэробты тыныс алу арқылы. Бұл кезде биомасса белсенді түрде жинақталады. Сондықтан да нан ашытқыларының өндірісін аэробты жағдайда жүргізеді.

Спирттік ашу процесін жүргізу жағдайлары

Қоректік заттар көзі. Көміртегі көзі ретінде: глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза қолданылады. Амилолиттік ферменттер жоқ болғандықтан, олар крахмалды ыдыратпайды. Көпшілік ашытқылар үшін 10-15% қант концентрациясы қолайлы болып табылады. Азот көзі ретінде органикалық қышқылдардың амоний тұздары мен аминқышқылдар қолданылады.

Анаэробты жағдай.

Температура. Температура әсеріне қарай сахаромицеттер *түптік* және *беттік* ашытқылар болып бөлінеді. Беттік ашытқылар 20-28С температурада белсенді ашу процесін туғызады. Ашу процесі барысында бөлетін көміртегі екі оксиді әсерінен олар қоректік орта бетіне қалқып шығады. Түптік ашытқылар ашу процесін 5-10С температурада жүргізеді.

Этил спиртінің концентрациясы. Ортада жиналатын этил спирті ашытқыларға кері әсерін тигізеді. 2-5% концентрацияның өзінде спирт ашытқылар белсенділігін төмендетсе, ал 12-15% спирт жинақталғанда ашу процесі тоқталады.

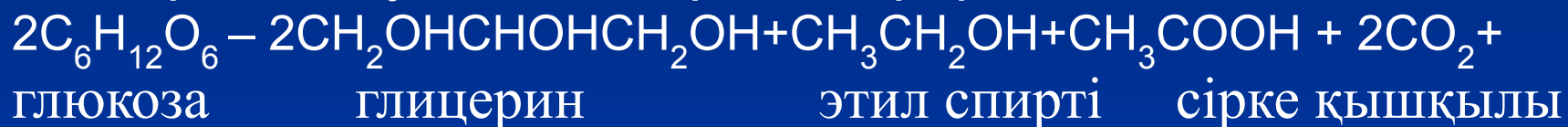
Ортаның белсенді қышқылдылығы (pH). Спирттік ашу қышқыл ортада (pH 4-4,5). Орта қышқылдылығын pH 8 дейін арттырғанда, ашытқылар ашу процесінің негізгі өнімі ретінде спирт емес глицеринді жинақтай бастайды.



Спирттік ашуды практикада қолдану.

Спирттік ашу негізінде: этил спирті өндірісі, сыра, шарап, нан өндірісі жатыр. Сүт қышқылды ашу процесімен қатар квас, кефир, қымыз өндірісінде қолданылады. Этил спирті негізінен тағам, химия өнеркәсібінде және медицинада қолданыс тапқан.

Спирттік ашудың глицериндік формасы:



Сүт қышқылды ашу.

- Сүт қышқылды ашу — көмірсулардың сүтқышқылды бактериялар әсерінен сүт қышқылына айналуы. Сүт қышқылы бактериялары *Lactobacillus*, *Leukonostoc*, *Lactococcus* және *Pedococcus* топтарына жатады. Ашу өнімдерінің түрлеріне қарай сүтқышқылы бактерияларын гомоферментативті және гетероферментативті деп екі топқа бөледі.
- **Гомоферментативті бактериялар** (мысалы *Lactobacillus delburecki*) моносахаридтерді сүт қышқылының екі молекуласын түзе отырып ыдыратады:
- **Гетероферментативті** бактериялар (мысалы *Bacterium lactis aerogenes*) ашу процесі соңында сүт, сірке қышқылын, этил спиртін, CO_2 және аздаған мөлшерде ароматты заттар-диацетил, эфир және т.б түзеді.

Процес химизмі.

- Гомоферментативті сүт қышқылды ашу және оның қоздырғыштары. Гомоферментативті сүт қышқылды ашу кезінде сүт қышқылы түзіледі.
- Процес химизмі:
- $C_6H_{12}O_6 - CH_3CHONCOOH + E$
- Гомоферментативті сүт қышқылды бактерияларға: *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, және сүт қышқылды таяқшалар: *Lactobacillus delburecki*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*.



Гетероферментативті сүт қышқылды ашу және оның қоздырғыштары.

- Ашудың бұл түрінде ақырғы өнім тек сүт қышқылы емес, сонымен қатар жанама өнімдер: сірке, этил, янтарь қышқылы, көміртегі екі оксиді, сутегі. Процесс теңдеуі:
- $$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH} + \text{COOHCH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\uparrow + \text{E}\uparrow$$
- Гетероферментативті сүт қышқылды бактерияларға *Streptococcus* туысының бактериялары жатады: *Streptococcus diacetylactis*, *Streptococcus acetoinicus*; *Lactobacillus* туысының бактериялары: *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus helveticus*, сонымен қатар *Leuconostoc* туысына жататын бактериялар: *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc cremoris*.

Сүт қышқылды бактериялар сипаттамасы:

Морфологиялық жағынан алғанда сүт қышқылы бактериялары микроорганизмдердің гетерогенді тобына жатады, халық шаруашылығында кеңінен пайдаланылады. Сүт қышқылы бактериялары биосферада кең таралған, антропогендік және техногендік факторлардың әсерінен биосферадағы саны дамылсыз өсіп отырады. Табиғатта тіршілік ететін жері – топырақ, өсімдіктер ризосферасы, су, көл, өзен, адам мен жануарлардың ас қорыту жолдары. Торшаларының пішініне қарағанда: таяқшалар және коккалар деп ажыратылады. Әртүрлі түрлерінде олардың мөлшері бірдей емес. Сүт қышқылы бактерияларының қуат көзі – сүт қышқылды ашу үдерісімен байланысты. Бұнда субстраттық фосфорлану реакциясы кезінде, органикалық заттардың анаэробты жағдайда тотығу үдерісінде АТФ түзіледі. Оттегіне қатысына қарағанда, олар облигатты анаэробтар мен цитохромы бар факультативті және облигатты анаэробтар аралығынан орын алады. Тіршілік ету ортасында олар кейбір амин қышқылдарын, әртүрлі дәрумендердің және биологиялық активті заттардың болуына өте мұқтаж. Кейбір түрлері мен штамдарының осы заттарға деген мұқтаждығы өзгеріп отырады.

- **Сүт қышқылы бактериялары** *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* және *Pedicoccus* топтарына жатады. *Lactobacillus* туысына таяқша тәрізді бактериялар жатады. Олардың ішінде гомо- және гетероферментативті түрлері бар. *Leuconostoc* туысына пішіні сопақша немесе жұмыртқаға ұқсас гетероферментативті кокка бактериялары біріктірілген. *Pedicoccus* туысына торшаларының бөлінуі екі жазықтықта жүретін және осының әсерінен дәптерге ұқсас немесе пішіні жүзім шоғы сияқты түзілген, гомоферментативті кокка бактериялары біріктірілген. *Streptococcus* туысына пішіні сфера немесе сопақша, бір жазықтықта бөлінуге бейімделген және қос-қостан немесе шынжырша сияқты орналасқан гомоферментативті бактериялар біріктірілген.

Пропионқышқылды ашу:

Пропионқышқылды ашу процесі өз алдына қант немесе сүт қышқылының пропион және сірке қышқылына көмірқышқы газы мен су түзе отырып айналуы:



Немесе



Ашу процесінің қоздырғыштары пропионқышқылды бактериялар. Олар қысқа, қозғалмайтын, спора түзбейтін, анаэробты таяқшалар. Дамуы үшін оптималды температура лар. Дамуы үшін оптималды температура 30С болып табылады. Пропионқышқылды бактериялар сүтқышқылды бактерияларға жақын және кейде бірге тіршілік етеді.



Пропионқышқылды ашу:

Пропионқышқылды ашуға тек сүт қышқылы ғана емес, оның тұздары да қатысады. Сүт қышқылы, (дәлірек айтсақ оның тұздары) сүт қышқылды бактериялардың тіршілігі барысында пропионқышқылды бактериялар әсерінен пропион, сірке қышқылына және көмірқышқыл газына айналады. Көмір қышқылының бөлінуінен сырда өзіне тән саңылаулар пайда болады. Пропион және сірке қышқылы сырда спецификалық дәм мен хош иістің пайда болуына әсер етеді.

Пропион қышқылды бактерияларды сонымен қатар В₁₂ дәруменінің өндірісінде пайдаланады.

Пропионқышқылды ашу химизмі:

- Пропионқышқылды ашу процесін *Propionobacterium* туысына жататын пропионқышқылды бактериялар тудырады.
- Пропионқышқылды бактериялар үшін энергия көзі әртүрлі заттарды: моносахаридтер (гексоза, пентоза), сүт, алма қышқылдары, глицеринді пропион және сірке қышқылына, су мен көміртегі қос тотығына ыдырату болып табылады.
- Пропионқышқылды ашу химизмі:
- $3C_6H_{12}O_6 = 4CH_3CH_2COOH + 2CH_3COOH + 2CO_2 + 2H_2O + E$
Глюкоза Пропион қышқылы Сірке қышқылы

•

•

■

Пропионқышқылды ашу процесін практикада қолдану.

- Пропионқышқылды бактериялар — шағын, қозғалмайтын, грам оң таяқшалар, спора түзбейді, факультативті анаэробтар. Негізінен күйіс қайыратын малдардың ас қорыту жолында және сүтте тіршілік етеді.
- Пропионқышқылды ашу процесін сыр жасауда қолданады. Ұшқыш қышқылдар сырға қышқыл-ашты дәм беріп, бөлінетін көмірқышқыл газы сырға тән саңылаулар түзеді.
- Пропионқышқылды бактерияларда B12 дәруменін белсенді синтездеу қабілеті анықталған, сондықтан осы дәрумен өндірісінде продуцент ретінде қолданыс тапқан.



МИКРООРГАНИЗМДЕР ГЕНЕТИКАСЫ

Генетика ғылым ретінде.

Генетика — организмнің тұқым қуалаушылығы мен өзгергіштігі туралы ғылым. Микробтардың тұқым қуалаушылығы мен өзгергіштігі туралы ілім-микроорганизмдер генетикасы деп аталады және микробиологияның бір бөлігі бола тұрып, әрі жалпы генетиканың құрамына кіреді. Микроорганизмдердің жаңа орта жағдайларына бейімделуі **адаптация** деп аталады. **Өзгергіштік** дегеніміз жаңа ұрпақтар арасында айырмашылықтардың пайда болуы. Микробтардың өзгергіштігі жайлы ілімнің дамуына Л.Пастер мен Л.С. Ценковскийдің қосқан үлестері зор. Барлық организмдерде, сонымен қатар бактериялар мен вирустарда генетикалық қасиеттерді анықтайтын тұқымқуалаушылықтың материалдық негізі – ДНК болып табылады. Тек РНК-лы вирустарда генетикалық ақпарат РНК-да орналасқан.

Сонымен, генетика-тұқым қуалаушылық пен өзгергіштік туралы ғылым. Тұқым қуалаушылықты басқарудың негізінде **генотип** жатады- тұқым қуалаушылықты анықтайтын **гендердің жиынтығы**. Сол генотипте белгіленген тұқым қуалаушылық қасиеттердің іс жүзінде жүзеге асуын мысалға, микробтардағы жіпшелердің, қабықшаның пайда болуы және т.б. – **фенотип** деп атайды. Бұл жерде ескерте кететін -- жаңадан пайда болатын микроб клеткасы өзінің ата клеткасынан тұқым қуалау қасиетті дайын түрінде қабылдай алмайды, тек соны жүзеге асыра алатын толықтай мүмкіндіктерді қабылдап, ортаның қолайлы жағдайларында оны жүзеге асырады.



- Тұқымқуалаушылықтың негізгі құрылыстық және функционалдық бөлшегі **ген** болып есептеледі. Гендер жеке-жеке нуклеотидтерден құралып, нуклеин қышқылы молекуласының тізбегінің белгілі бір жерінен орын алады. Осы нуклеин қышқылының молекуласында жазылған генетикалық информацияны сақтап, әрі қарай тұқымға беру гендер арқылы жүреді. Гендердің өзара бір сызық бойымен байланыса тізбектеле орналасуын **геном** деп атайды, ал оның клетка ішіндегі белгілі бір тәртіппен орналасу құрылымын **хромосома** дейміз. Бактериялардың клеткасында бір ғана хромосома болады, ал хромосомдық аппаратпен қатар цитоплазманың құрамындағы ДНК-да қатысатыны анықталады. Цитоплазма құрамындағы хромосомадан тыс генетикалық элементтерді **плазмидалар** деп атайды. Бұлардың қатарына бірқалыпты фагтардың геномы, дәрі-дәрмектік препараттарға қарсы көпшілдік төзімділікті беретін **факторлар (R)**, **токсигендік фактор(Ent)**, **бактериоциногендік факторлар** жатады.

Өзгергіштік туралы түсінік

Тірі организмдерге ортақ және тұқым қуалаушылыққа қарама-қарсы қасиеттердің бірі **өзгергіштік** болып есептеледі. Ол ұрпақтардың ата тегінен айнамайтын көшірмесі болмауы, ол бір тұқымдас ұрпақтар арасындағы, ұрпақ пен ата тегінің арасында тұқым қуу арқылы немесе қоршаған ортаның әсерімен пайда болатын өзгерістер.

Микроорганизмдердің өзгергіштігінің формалары екі топқа бөлінеді:

1) фенотиптік өзгергіштік, оның қатарына сондай-ақ модификациялық өзгергіштікпен индуцирленген синтез жатады;

2) генотиптік өзгергіштік, оған мутация және рекомбинация жатады.

Модификациялық өзгергіштік- сыртқы ортаның әсерінен пайда болатын, тұқымқуаламайтын, генотипін өзгертпейтін фенотиптік өзгергіштік. Сол өзгерістерді туғызатын орта жағдайлары жойылысымен-ақ бұл өзгерістер де жойылады.

Генотиптік өзгергіштік

Генотиптік өзгергіштік - тұқымнан тұқымға берілетін өзгергіштік, **мутация немесе рекомбинация** ретінде кездеседі.

Мутация- клеткадағы геннің табиғи не жасанды жолмен өзгеруі. Адамның қатысуынсыз сыртқы жағдайлардың әсерімен болған жағдайда оны *спонтанды*, ал бақылауға көнетін химиялық заттардың: қызудың және радиацияның әсерімен жүзеге асырылатын мутацияларды **индуцирленген мутация** деп атайды.

Рекомбинациялық өзгергіштік- екі клеткадағы гендерді өзара алмастыру арқылы жүзеге асырылады. Микроорганизмдердегі рекомбинациялық өзгергіштікті жүзеге асыру үшін **трансформация, трансдукция және конъюгация** әдістерін қолданады.

Трансформация. Генетикалық материал (ДНК-ның бөлшектері) бір бактерия (донор) клеткасындағы хромосомасының бөлініп екінші бактерияның (реципенттің) хромосомасының құрамына тікелей енгізілуі.

Трансформация құбылысын (бір түрден екінші түрге айналуы) 1928ж. ағылшын бактериологы Ф.Гриффитс ашты. Әдетте әр түрлі белгілерді трансформациялайды. Белгілі бір түрдің әр түрлі штамдары арасында және түраралық трансформацияның болуы мүмкін. Кейбір ауру туғызатын микробтардың антибиотиктерге төзімділігі сияқты аса маңызды проблемалар осы трансформацияға байланысты.

Трансдукция дегеніміз - бактериялардағы генетикалық материалдарды фагтың көмегімен тасымалдау. Бұл құбылысты 1952ж. Дж. Ледербергтің шәкірті Н. Циндер ашты. Бактериофагтар (бактерия вирустары) екі топқа бөлінеді: улы (вирулентті, ауру тудырушы) және усыз (ұстамды).

Вирулентті фаг клеткаға кіргеннен кейін литикалық әрекет жасайды, яғни өсіп көбейеді де бактерия клеткасын құртады. Ал ұстамды бактериофагтар литикалық та лизогендік те әсер етеді. Лизогендік әсердің арқасында жұқтыратын фаг профаг күйіне айналып, бактерия хромасомасымен қатар өсіп-өнеді. Құрамында профаг бар бактерияларды *лизогенді* бактерия деп атайды.

Трансдукция механизмі: трансдукциялайтын бактериофаг иесінің торшалары көбейгенде, оның генетикалық материалының бір бөлігін алады да, оны жаңадан зақымданатын торшаларға жеткізеді. Фаг бактериялардың алуан түрлі гендерін тасымалдай **алады. Трансдукцияның 3 түрі бар: жалпы, ерекше, абортивті (өсіп жетілмеген).**

Конъюгация туралы түсінік

- *Конъюгация.* Гендік заттың бір клеткадан екінші клеткаға өзара жұқа цитоплазмалық көпіршелер арқылы ауысуын **конъюгация** деп атайды. Конъюгация процесін 1946-47ж Дж.Ледербергпен Э.Гатум ашқан. Клетканың тұқымқуалаушылық қасиеттерін беруде ядрода орналасқан ДНК хромосомдық аппаратпен қатар цитоплазманың құрамындағы ДНК-да қатысатыны анықталады.



Мутациялар.

Мутациялар. Мутагенз- әртүрлі физикалық, химиялық және биологиялық факторлардың әсерінен организмде тұқым қуатын өзгерістің (мутацияның) пайда болу процесі. Мутация-клеткадағы геннің табиғи не жасанды жолмен өзгеруі, генетикалық материалдың тұқым қуатын өзгерісі. Мутагендер-мутацияның жүруіне әсер ететін заттарды атайды. Бұған физикалық әсерлер (ультракүлгін, рентген сәулесі, нейтрондар т.б.), биологиялық факторлар (вирустар, бактериялар) жатады.

Мутацияны топтастыру. Мутацияның түрлерін топтастырудың бірнеше негізі бар:

- **А.Геномның өзгеруі негізінде:**
- 1.геномдық М-клеткадағы хромасома санының өзгеруі.
- 2.Хромасомалық М-хромасомалардың жүйелік өзгеруі/ хромасома бөліктерінің жетіспеушілігі- делеция, жекелеген бөлшегінің 180° аударылуы инверсия, белгілі бір жерінің екі еселенуі дупликация.
- 3. Гендік(нүктелік) М-ДНК молекуласының белгілі бір бөлігінде нуклеотидтердің қатар тізбегінің өзгеруі/ негіздердің түсіп қалуы, негіздердің кіруі, негіздердің ауысуы/.

Б. Қалыпты табиғи түрінен ауытқу негізінде:

Тура М-геннің жабайы түрінен жаңа күйге мутациялануы.

Кері М (реверсиялар)-тегіне тарту (фенотиптік және генотиптік)

В.Туғызу себебі негізінде:

1.Спонтанды-адамның қатысуынсыз табиғи жағдайда пайда болатынМ.

2.Индукциялық –жасанды жолмен әр-түрлі мутагендік факторлармен әсер етуі арқылы адамның тікелей басшылығымен алынған М/лат”индукцио”-қоздыру/

Г.Клеткада орналасуына байланысты:

Ядролық.

цитоплазмалық

Д. Тұқым қуу жөнінде:

1.Генеративті- жыныс клеткаларындағы М.

2.Сомалық-дене клеткалары м-ры

Топтастырудың соңғы екеуін эукариоттарға ғана қолдануға болады.

Ақырында мутацияларды олардың фенотиптік көрінісіне яғни өзгерген жағдайларға сәйкес топтастырады: летальді, морфологиялық, биохимиялық, мінездік, сезімталдылық, төзімділік ж.т.б.



Бақылау сұрактар:

- Генетика дегеніміз не? Оның ғылым ретінде мәні қандай?
- Тұқым қуалаушылық және өзгергіштік дегеніміз не?
- «Ген», «генотип», «фенотип» сипаттама беріңіз.
- Мутация деген не? Типтері.
- Өзгергіштіктің түрлері.
- Микроорганизмдердегі рекомбинациялық өзгергіштікті жүзеге асыру үшін қандай әдістер қолданады.
- «Мутагенез» және «мутагендер» сипаттама.
- «Трансформация», «трансдукция» және «конъюгация» сипаттама.
- Спонтанды және индукциялық мутагенезге сипаттама беріңіз.



Әдебиеттер мен электронды ресурстар:

Негізгі:

Емцев Е.Т. Микробиология / Е.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. - М.: Дрофа, 2008. - 445 с.

Жарикова Г.Г. Микробиология продовольственных товаров. Санитария и гигиена / Г.Г. Жарикова. – М.: Академия, 2008. – 300 с.

Толысбаев Б.Т., Бияшев К.Б., Мыктыбаева Р.Ж. Ветеринариялық санитариялық микробиология/ Алматы, 2008.

Абсатиров Ғ., Боранбаева Т. Ветеринариялық микробиология /Астана: Фолиант, 2012.

Қосымша:

Хожамуратова С., Әлимарданова М., Әбдікаліева Б. Ет микробиологиясы./Оқу құралы.- Астана: Фолиант, 2012.-204

В.В.Лысяк Микробиология: учебное пособие //-Минск: БГУ,2007.- 429 с

Жвирблянская А.Ю., Бакушинская О.А. Микробиология в пищевой промышленности - М.,1975.- 494 с.

Нецепляев С.В. Лабораторный практикум по микробиологии пищевых продуктов животного происхождения. – М.,1990. – 190с.

<http://dic.academic.ru/> Словари и энциклопедии на Академике

www.medmicrob.ru – база данных по общей микробиологии.

www.micro-biology.ru – электронный ресурс по микробиологии для студентов.

Дәріскер: Алибаева Бахыт Насихатқызы

Назарларыңызға рахмет