

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**ОЗИҚ-ОВҚАТ МАХСУЛОТЛАРИ ТЕХНОЛОГИЯСИ
ФАКУЛТЕТИ**

**БИОТЕХНОЛОГИЯ КАФЕДРАСИ
САНОАТ МИКРОБИОЛОГИЯСИ
фанидан**

РЕФЕРАТ

**МАВЗУ: Микроорганизмлар ҳақида умумий
тушинчалар**

**Бажарди: Азимов Ш.
Текширди: Н.А.Хўжамшукуров**

Тошкент-2013

Режа:

1. Микроорганизмларнинг хужайра тузилиши ва шакллари.
2. Микроорганизмлар кимёвий таркиби.
3. Микроорганизмларда моддалар алмашилиш жараёни ва озиқланиш типлари.
4. Микроорганизмларга ташқи муҳит омилларининг таъсири.
5. Продуцент микроорганизмларга қўйиладиган талаблар.

Микроорганизмлар - кўз илғамайдиган, энг кичик тирик жонзотлар бўлиб, уларни фақатгина махсус ускуна-микроскоплар тагида кўриш мумкин халос. Шунчалик кичик бўлишларига қарамасдан, микроорганизмлар, ўта мураккаб, ҳаракатчан, хужайра тузилиши, озиқланиши ва овқат хазм қилиши, ўсиш ва кўпайиш қонуниятларида умумийликка эга бўлган жонзотлардир.

Микроорганизмларга хос бўлган энг асосий хусусиятлардан бири, уларнинг ўта тезлик билан кўпайишидир. Баъзи бир бактериялар яхши шароитда 20-30 минутда иккига бўлинадилар. Оқибатда оғирлиги бор-йўғи $2,5 \cdot 10^{-12}$ г бўлган бир дона бактериядан 2–4 сутка давомида, энг мукаммал шароитда 10^{10} тонна ва ундан ҳам ортиқроқ миқдорда биомасса йиғиб олиш мумкин бўлур эди. Албатта, табиатда бундай бўлмайди, чунки ўсишни чекловчи кўп сонли омиллар мавжуддир.

Шундай бўлишига қарамасдан микроорганизмларни ўсиб, кўпайиши тезлиги ҳайвон ва ўсимликларникига нисбатан бир неча баробар устун туришини таъкидламоқ даркор.

Микроорганизмларнинг бунчалик тезликда ўсиб, кўпайиши энг аввало моддалар алмашувининг тезлиги билан боғлиқдир. Модда алмашувининг юқори самарадорлиги эса, микроорганизмлар хужайра сиртининг, уларни хажмига нисбатан катталиги билан тушинтирилади. Масалан, кесими $0,5$ мкм бўлган бактерияларнинг хужайра сиртини уларни хажмига нисбатан $12 \cdot 10^6$ м⁻¹ ни ташкил этади (қиёслаб кўриш учун 90 кг одамда бу кўрсаткич бор-йўғи 30 м⁻¹ ни ташкил этади, халос)

Микроорганизмларнинг хужайра тузилиши ва шакллари

Микроорганизмлар дунёси кенг ва хилма-хилдир. У кўп минглаб ҳар хил тузилишли гуруҳларни ўз ичига қамраб олсада, олимлар микроорганизмларнинг янги-янги турларини топишда давом этмоқдалар.

Шунинг учун ҳам уларни ўрганишни бир тизимга солиш мақсадида микроорганизмларни ҳар хил хусусиятларидан, жумладан, уларнинг тузилиши (морфологияси), физиологияси, культурал белгилари, у ёки бу кимёвий моддалар синтез қилиши ва бошқа бир қатор хусусиятларидан фойдаланган ҳолда гуруҳларга бўлиб ўрганилади.

Микроорганизмлар, бошқа тирик организмлар сингари хужайралардан ташкил топадилар. Кўпчилик микроблар бир хужайралик бўлсада, табиатда уларни кўп хужайрали шакллари ҳам мавжуд. Микроорганизмлар хужайралари тузилишининг ўзига хослигига қараб, улар икки гуруҳга: прокариотлар ва эукариотларга бўлинадилар.

Прокариотлар (ядросиз организмлар) хужайралари оддий бўлиб, уларда яққол кўринадиган ядро бўлмайди. Ўдро вазифасини бажарувчи нуклеоид мембрана билан ўралмаган ҳолда фаолият кўрсатади ва бир дона икки занжирли ДНК молекуласидан иборат бўлади. Уларни хужайра қобиғи нисбатан юмшоқ бўлмасдан, унинг кимёвий таркиби эукариотларникидан фарқ қилади. Прокариотлар ва бактериялар иборалари синонимлар сифатида, бир-бирини ўрнини босадиган маънода ишлатилади.

Эукариотлар (ёки ядроли организмлар) алоҳида мембрана билан ўралган ва хромасомалар тўпламига эга организмлардир. Хромосомаларда генетик ахборотлар сақловчи дезоксирибонуклеин кислоталар (ДНК) сақланади. Бундан

ташқари, эукариотлар фақатгина уларга хос бўлган органеллалар (митохондрия, хлоропласт ва х.к.) ҳам сақлайдилар.

Микроорганизмларни белгилаш учун кўш (бинар) номенклатура ишлатилиб, улар микроорганизмларни авлоди ва туруни латин тилида ёзиладиган номларини ўз ичига олади. Масалан, *Candida* авлодига мансуб ачитки замбуруғларини бир неча турлари маълум: *Candida tropicalis*, *Candida lipolytica* ва х.к. Буни қисқартириб *C.tropicalis*, ёки *C.lipolytica* деб ёзилиши мумкин. Баъзида русча ҳам ёзишга рухсат этилган, масалан, Кандида тропикалис, Кандида липолитика.

Микроорганизмлар классификациясидаги пастки таксономик бирлик тур ҳисобланади. Турлар тўпланиб авлодларни, авлодлар - оилани, оилалар-қаторни, қаторлар эса - синфларни ташкил этади.

Тур – бу умумий генотипга эга, морфологияси, физиологияси ва бошқа хусусиятлари ўхшаш бўлган, маълум шароитда бир хил жараёнларни амалга оширувчи микроорганизмларни ўз ичига олади. Микробиологияда кенг ишлатиладиган “штамм” тушунчаси токсонимик категория ҳисобланмайди.

Штамм – турга нисбатан қисқа маънога эга бўлиб, бир турга мансуб, аммо баъзи-бир хусусиятлари билан фарқ қилувчи микроорганизмларга нисбатан ишлатилади. Аммо, штаммларни асосий хусусиятлари турлар доирасидан ташқарига чиқмайди.

Микроорганизмлар жуда кичик бўлганликлари сабабли, уларни хусусиятлари ҳақидаги ахборотни фақатгина бир неча миллион-миллиардлардан иборат бўлган тўпламларни ўрганиш орқали олиш мумкин ҳолос. Микроорганизмларни бундай тўпламлари “культура” деб аталса, уларни ундириш ёки кўпайтириш жараёни “ўстириш” деб аталади.

Бир турдан (штамдан) иборат бўлган микроорганизмлар тўплами - тоза, икки ёки ундан кўпроқ бўлган турдан иборат микроорганизмлар тўплами эса аралаш деб аталади.

Микроорганизмлар шакл бўйича уч асосий гуруҳга бўлинади: шарсимон, таёқчасимон ва эгри-бугри (спиралсимон) (1-расм).

Микроорганизмларнинг асосий шакллари

Асосий шакллар орасида, бир-биридан ўтувчилари ҳам мавжуд. Шарсимон (коклар) микроорганизмлар асосан шарга ўхшаш бўлиб, уларни орасида чўзинчоқ, бир томони яссироқ, букри ва бошқа шаклга эга бўлганлари ҳам учраб туради. Коклар бўлинганда бир текисда иккитадан (жуфт) бўлиб кўпайишлари мумкин, буларни диплококлар деб аталади.

Агар бўлиниш бирин-кетин амалга оширилиб, хужайралар бир-бирларига ёпишган ҳолатда, занжирсимон бўлиб қолсалар - буларни стрептококлар деб аталади.

Кокларни иккига ўзаро перпендикуляр ҳолатда бўлиниши тўртта хужайра ҳосил қилади ва бу тетракоклар деб аталади.

Хужайраларни тартибсиз тўпланиши, узум шингилига ўхшаш шаклга эга бўлиши коккларни ҳар хил текисликда бўлиниши натижасида пайдо бўлади ва бундай шакллар стафилакокклар деб аталади.

Кўпчилик бактериялар таёқчасимон ёки цилиндрсимон шаклга эга бўладилар. Кўпчилик ҳолатда таёқчани учи ярим ой ҳолатга эга бўлиб, баъзида тўғри бурчак ҳолда кесилган ҳолатдагилари ҳам учраб туради.

Таёқчасимон бактериялар коккларга ўхшаб жуфт-жуфт жойлашишлари ҳам мумкин, буларни диплобактериялар деб аталади.

Агар хужайралар занжирсимон жойлашган бўлса, уларни стрептобактериялар деб аталади.

Эгри-бугри ёки спиралсимон бактерияларни нафақат бўйи ёки эни бўйича, балки уларни қийшайган қисмларининг сони бўйича ҳам бир-бирларидан ажратилади. Вибрионлар шакли бўйича вергулни эслатади; спириллар 3 дан 5 гача қийшиқ бурмалар ҳосил қиладилар; спирохетлар эса бешдан ортиқ бурмалар ҳосил қиладилар ҳамда бирламчи бурмаларидан ташқари иккиламчи бурмалар ҳам ҳосил қиладилар.

Юқорида келтирилганлардан ташқари, бошқа шаклларга эга бўлган микроорганизмлар ҳам учраб туради. Масалан, микобактериялар таёқчасимон шаклдан ташқари, ривожланишнинг дастлабки вақтларида шохчасимон шаклга ҳам эга бўладилар. Айниқса шохланиш шакли актиномисетлар хужайраларига хосдир.

Микроорганизмларни шакли ва катта кичиклиги озиқа муҳитининг таркибига, микроорганизмлар штаммларининг ёшига ва уларни ўсиш шароитларига боғлиқ бўлади.

Микроорганизмлар - микроскопик (кўз илғамас) организмлар бўлганликлари учун ҳам, уларни ўлчами микрометрларда ($1\text{мкм}\cdot 10^{-6}\text{м}$) ўлчанади. Шарсимон шаклдаги микроорганизмларнинг диаметри 0,7–1,2 мкм; таёқчасимонларнинг узунлиги 1–10 мкм, эни 0,5–1,0 мкм бўлса, ипсимон шаклдаги бактерияларнинг узунлиги бир неча ўн микрометргача етади.

Хужайрани ташкил этувчи қисмларнинг ўлчами бундан ҳам кичик бўлиб, улар нанометрлар ($1\text{нм}\cdot 10^{-9}\text{м}$) билан ўлчанади. Бунинг нима эканлигини кўз олдимизга келтириш учун қуйидагиларни фараз қилиш кифоя: 1 мл сувда (1 литрнинг мингдан бир қисми) миллионлаб, 1 г тупроқда эса миллиардлар микроб хужайралари жойлашишлари мумкин.

Микроорганизмлар ҳажмининг ўта кичиклиги, уларни тузилишини ўрганишни бироз қийинлаштиради. Замонавий микроскоплари айниқса электрон ва люминесцент микроскопларни ҳамда хужайраларни бўйаш усуллари ихтиро қилиниши, микроорганизмларни ташкилий қисмларини ўрганиш имкониятини яратди.

Микроорганизмлар хужайраларининг тузилиши ўта мураккаб бўлиб, умумий кўринишда ҳайвонлар ва ўсимликлар хужайраларига ўхшаб кетади. Аслида эса, прокариот ва эукариот микроорганизмлар хужайраларининг тузилиши ва уларни ташкил этган органелла ва органоидларни функциялари кескин фарқ қиладди.

Хужайра тузилишини ривожланган эукариот микроорганизмлар вакили ачитқи замбуруғлар хужайралари мисолида таҳлил қилиб кўрамиз (2–расм).

Прокариотлар (бактериялар) хужайралари анча содда бўлиб, уларни асосий фарқи кўрсатиб ўтилади.

Микроб хужайраларини ташқи муҳитдан капсула, хужайра қобиғи ва ситоплазматик мембранадан иборат бўлган юпқа қобик ажратиб туради. Бу қобикни вазифаси беқиёсдир: энг аввало у хужайрага шакл бериб туради, ташқи таъсирлардан сақлайди ва у орқали ташқи муҳит (озиқа муҳити) ва хужайранинг ички қисми ўртасида озиқа алмашиб турилади.

Капсула – бактерия хужайраси учун шарт бўлган қисм эмас. Фақатгина у ҳимоя вазифасини бажариб, бактерияни механик таъсирлардан ва қуриб қолишдан сақлаб туради. Капсула хужайрани қалин ёки юпқа парда билан ўраб олиши мумкин.



2-расм. Ачитқи замбуруғлар тузилишининг чизмаси

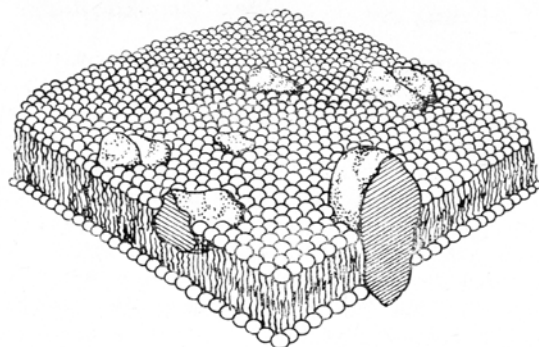
- 1- хужайра девори; 2- ситоплазматик мембрана; 3- ядро; 4- митохондрия;
5- қўшилиш маҳкамаси; 6- липидли бирикмалар;
7- вакуола; 8- эндоплазматик ретикулум.

Хужайра девори – кўп қаватли бўлиб, у баъзида эса ўн қаватдан иборат бўлиши мумкин. Эукариотларнинг хужайра девори оксил-шакар комплекси, прокариотлар хужайра девори эса муреин деб аталмиш гликопептид сақлайди. Бу моддалар микроб хужайрасига ўзига хос шакл ва мустаҳкамлик бериб туради. Хужайра девори - етарли мустаҳкам бирикма бўлиб, унинг қалинлиги 150–280 нм ни ташкил этади ва деворидаги диаметри 3,6 нм бўлган тешикчалар орқали хужайрага озиқа моддалари, хужайрадан эса ҳар хил метаболитлар (хужайрада синтез бўлган моддлар) кириб-чикиб туради. Бундай хужайра девори хужайра ичидаги маълум осмотик босимга чидамли бўлади. Прокариотлар, хужайра деворининг тузилиши ва таркибий қисми бўйича икки гуруҳга бўлинади: граммушбат ва грамманфий.

Ситоплазматик мембрана (плазмолемма) – ситоплазмани хужайра деворидан ажратиб туради. Мембраналар орасида оксил моддалари сақлаган икки қаватли фосфолипидлар молекуласидан иборат (3-расм).

Фосфолипидларни биомолекуляр қатламининг поляр қисми (расмда шарчалар қилиб кўрсатилган) ташқарига, гидрофоб (расмда узунчоқ думчалар шаклида кўрсатилган) қисми эса қатламни ички тарафида жойлашган бўлади. Оксил молекуласи ёки фосфолипид қатлами юзасида ёки унинг ичига (орасига) жойлашиши мумкин. Фосфолипидлар ва оксил молекулалари доимий

ҳаракатда ва ўзаро таъсирда бўладилар. Ситоплазматик мембраналарни юзаси қатлам-қатлам бўлиб, унинг қалинлиги 8 нм ни ташкил этади.



3-расм. Хужайра мембранасининг модели

думли кичик шарчалар - фосфолипидлар; нотўғри шаклли каттароқ бўлакчалар - оқсиллар.

Мембрана хужайра ичидаги босимни доимийлигини, ҳар хил моддаларнинг ўтишини танлашни таъминлайди. Мембранада моддалар алмашинуви жараёнларини бошқарувчи ферментлар фаолият кўрсатади. Моддаларни мембраналар орқали (айниқса юқори молекулали моддаларни) ташиш жараёни ҳар хил механизмлар асосида олиб бориладиган ўта мураккаб ва кам ўрганилган жараёндир.

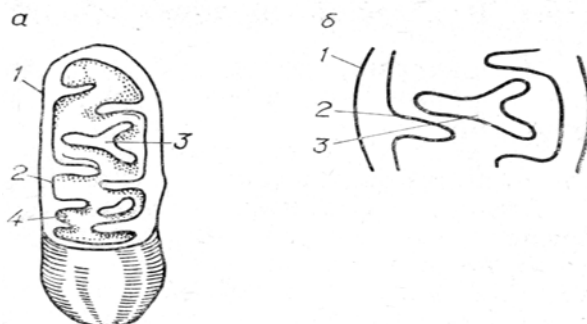
Ситоплазма – карбон сувлар, аминокислоталар, ферментлар, минераллар ва бошқа моддаларни сувдаги коллоид эритмасидан иборат бўлган хужайра суюқлигидир. Ситоплазмани ёпишқоқлиги сувга нисбатан 800 мартаба баландроқдир. Ситоплазмада хужайранинг энг муҳим органоидлари - ядро, эндоплазматик ретикулум, гольджи аппарати, митохондрия, рибосома ва бошқалар сақланади.

Эндоплазма тармоқлари – ёки эндоплазма ретикулуми кичик каналчалар ёки шарчалар шаклида ситоплазмада сузиб юрган мембраналар йиғиндисидир. Ўзларининг кенг мембраналик юзаси туфайли улар липидлар, углеводлар ва бошқа моддаларни синтез қилувчи ферментлар тизимини ўзларига боғлаб оладилар.

Рибосомалар – ситоплазмада жойлашган бўлиб, ёки мембраналар сатҳига ёпишган ҳолда (фаол вақтда) ёки ситоплазма суюқлигида сузиб юришади. Кўпчилик рибосомалар шарсимон бўлиб, уларни катталиги бор-йўғи 15-35 нм ни ташкил этади. Рибосомада оқсил биосинтези амалга ошади. Рибосома таркибига рибонуклеопротеидлар, яъни РНК ва оқсил комплекси киради. Рибосомалар сони хужайранинг ёши ва унинг ўсиш шароитига боғлиқ бўлади.

Митохондриялар – фақат эукариот организмларда учрайди. Улар нисбатан каттароқ, чўзинчоқ ёки эгрироқ тузилишга эга бўлган органоиддир. Митохондрияларни хажми ҳар хил бўлади. Улар, икки мембранадан иборат қобик билан қопланган бўлади. Мембраналар оралиғида сувсимон суюқлик жойлашган. Ички мембраналар катта қатламлар - кристлар ташкил қилиб, бу кристлар мембраналарни умумий юзасини бироз кенгайтиради (4-расм). Мембраналар таркибида полифосфатлар, РНК ва ДНК борлиги аниқланган, бундан ташқари фақатгина ўзларига хос бўлган фермент тизимига ҳам эга.

Митохондриялар хужайра ичидаги автоном органоид бўлиб, ўзича кўпаяди ва ўзига хос бўлган оксил моддаларини ажратиб туради. Митохондрияларни ички мембранаси юзасида, электронлар алмашинуви жараёнида қатнашувчи махсус қисмчалар мавжуд. Ички мембранада эса учкарбон кислоталарининг оксидланиш реакцияси (Кребс цикли ҳам деб аталади) ўтиб туради. Шундай экан, мана шу жойда хужайранинг ўсишини керакли моддалар ва энергия билан таъминлаб турувчи реакцияларнинг кўпчилиги амалга оширилади.



4-расм. Митохондрия

а - тузилиш чизмаси; б - узунасига кесма;

1- ташқи мембрана; 2- ички мембрана; 3- кристлар; 4- матрикс.

Ўдро – генетик ахборотларни узатиш ва моддалар алмашинувини бошқаришда асосий рол ўйнайдиган органелладир. Эукариот хужайралардаги ядролар қобик билан ўралган бўлиб, ҳар хил шакл ва ҳажмга эгадирлар. Ўдро қобиғида нисбатан каттароқ тешикчалар борлиги аниқланган. Бактерияларда ядро бўлмайди ва унинг вазифасини нуклеоидлар бажарадилар. Ўдро ва нуклеоидларни асосий ташкил этувчи қисми ДНК бўлиб, унда генетик ахборотлар жойлашган бўлади.

Гольджи аппарати – ҳар хил катталиққа эга бўлган пуфакчалар ёки бир қанча дискасимон пластинлардан иборат бўлиб (буларни диктиосомалар ҳам дейилади) мембрана билан ўралган органеллалардир. Хужайраларни ҳаётий фаолияти жараёнида пуфакчалар Гольджи аппаратидан ажраб чиқади ва маълум моддаларни хужайранинг бошқа органоидларига ташиб ўтади. Гольджи аппаратининг фаолияти кўп қиррали бўлиб, охиригача ўрганиб чиқилмаган.

Вакуолалар – эндоплазматик ретикулум ёки Гольджи аппаратини ҳосиласи ҳисобланади ва келиб чиқишига қараб ҳар хил функцияларни бажаради. Агарда вакуолалар эндоплазматик ретикулумдан келиб чиққан бўлсалар, улар хужайра захирасидаги ҳар хил моддаларни тўплайди, агар Гольджи аппаратининг ҳосиласи бўлган тақдирда эса моддалар алмашинувининг кераксиз моддалари токсинларини (захарларини) ўзларига тўплаб оладилар. Бир сўз билан айтганда вакуолалар хужайралардан ҳар хил моддаларнинг ажралиб чиқиш жараёнида бевосита иштирок этади. Масалан, ачитки замбуруғлари ўз хужайраларида ҳар хил захира моддаларини сақлайдилар ва бу моддалар атроф муҳитда озик моддалари камайгандагина ишлатилади. Бундай моддалар мисолига, волютин, ҳар хил табиатга эга бўлган липидлар, гликогенлар ва бошқалар киради.

Микроорганизмларнинг кимёвий таркиби

Сув – микроб массасининг асосини ташкил этади. Унинг миқдори ҳар хил микроорганизмларда ҳар хил бўлиб, уларнинг оғирлигининг 75–85% ни ташкил этади. Хужайрадаги сув бўш ёки макромолекулалар сатҳи билан боғланган ҳолда бўлиши мумкин. Биологик тизимда, макромолекулали биополимер сатҳида мустаҳкам боғланган сув деб айтилади. Бундай сувни хусусияти ёки хоссалари оддий сувникидан фарқ қилади. Шунинг учун бундай сувни структуравий элемент сифатига киритилади. Микроорганизмларда бундай сувнинг миқдори 15–18% ни ташкил этади. Микроорганизмлар хужайрасидаги сувнинг кўп миқдори бўш сув бўлиб, у моддаларни эритиш ёки ҳар хил биокимёвий жараёнлар кетиши учун муҳит ташкил қилишга хизмат қилади. Хужайраларни мығтадил фаолият кўрсатиши, ёхуд модда алмашуви, ўсиши ва кўпайиши, фақатгина керакли миқдорда сув бўлган ва хужайра сувли озуқа муҳитида бўлган шароитдагина амалга ошади. Сув миқдорини камайиши хужайранинг ҳаётий зарур жараёнларини сусайишига олиб келади. Бундай вазият анабиоз деб аталади, қисқа қилиб айтганда сув-ҳаётий зарур компонентлардан биридир.

қуруқ моддалар – микроб хужайрасининг ўртача 15–25% ини ташкил қилади. Булар, органоидлар таркибидаги органик моддалар ва кул элементларидир (микроэлементлар).

Органик моддалар – оксиллар, углеводлар, ёғлар ва нуклеин кислоталарини ўз ичига олади. Органик моддалар орасида оксиллар миқдори кўпроқ бўлиб, уларни миқдори 50–80% ташкил қилади (микроб хужайрасидаги қуруқ модда ҳисобида) оксилларни миқдори микроорганизмларни турлари ва озиқа муҳитининг таркибига боғлиқ. Оксиллар иккига бўлинади - оддий (протеинлар) ва мураккаб (протеидлар) оксиллар. Протеидлар - оддий оксилнинг оксил бўлмаган табиатига эга бўлган моддалар билан бирикмасидан иборат. Агар оксил нуклеин кислоталари билан бириккан бўлса нуклеопротеидлар, полисахаридлар билан комплекс ҳосил қилган бўлса - глюкопротеидлар. Ёғсимон моддалар билан бирикканда эса липопротеидлар деб аталади. Кейинги йиллар илмий адабиётларида оддий ва мураккаб оксилларни ҳам протеинлар деб аташмоқда.

Нуклеин кислоталари – хужайра ҳаётида улкан вазифаларни бажарадилар. Икки хил типдаги нуклеин кислоталар маълум: рибонуклеин кислота (РНК) ва дезоксирибонуклеин кислота (ДНК). ДНК кўпроқ ядрога, РНК эса ситоплазмада учрайди.

Углеводлар (карбонсувлар) – хужайрада полисахаридлар сифатида учрайдилар, ситоплазмада улар крахмал ва гликоген заррачалари бўлиб учрайдилар. Улар хужайра учун энергия манбаи бўлиб хизмат қиладилар.

Ёғлар (липидлар) – микроорганизмлар хужайраларида бир хил бўлинмайдилар, уларни кўп миқдори ситоплазмани ва хужайра қобиғини сатҳида жойлашган бўлади. Ёғларни миқдори ҳар хил микроорганизмларда ҳар хил бўлиб, 3,8 дан 40,0 % гача етади. Улар ситоплазмага маълум тузилиш бериб туради ва ситоплазматик мембраналар таркибига киради.

Минерал моддалар – хужайра массасини қуйдирилгандан кейин қоладиган кул бўлиб, уларни миқдори 2 дан 14 % гача етади. Мисол тариқасида

микроорганизмларнинг ўртача элемент таркиби келтирилган (қуруқ моддаларга нисбатан % ҳисобида)

C - 50	K - 1
O - 20	Na - 1
N - 14	Ca - 0,5
H - 8	Mg - 0,5
P - 3	Cl - 0,5
S - 1	Fe - 0,2
қолганлари - 0,3.	

Юқоридагилардан кўриниб турибдики, хужайранинг асосий элементлари бўлиб, углерод, кислород, азот, водород, фосфор, ва олтингугурт ҳисобланади. Уларни миқдори 95% атрофида, бошқа элементлар эса атиги 5% ни ташкил этадилар. Калий, натрий, кальсий ва темир нисбатан кўпроқ сақлангани учун уларни макроэлементлар деб аталади. Улардан фарқли ўлароқ, марганес, кобальт, мис, молибден ва рух жуда кам миқдорда учрайдилар. Буларни микроэлементлар деб аталади.

Микроорганизмларнинг озиқланиши ва моддалар алмашинуви

Кўз илғамас, жуда кичик микроорганизмлар ўз ҳажмларига нисбатан жуда кўп миқдордаги моддаларни қайта ишлаш хусусиятига эгалар. Масалан, бактерия хужайралари суткасига ўз оғирлигидан 30-40 мартаба кўп бўлган озиқани ўзлаштириш имкониятига эга. Бу ҳодиса, микроб хужайраси қабул қилаётган ёки чиқараётган моддалар улар хужайраларининг бор сатҳича бараварига амалга оширилиши билан тушунтирилади. Микроб хужайра ва ташқи муҳит орасида модда алмашинуви амалга ошириб турилади.

Модда алмашинуви ёки метаболизм деб хужайра ва у яшаб турган ташқи муҳит орасидаги модда ва энергия алмашинуви жараёнларини таъминлаб турувчи ва ферментлар ёрдамида амалга оширилувчи махсус йўналтирилган реакциялар мажмуасига айтилади.

Модда алмашинуви икки жараёндан иборат: биринчи - ташқи муҳитдан ўсиш ва ривожланиш учун зарур бўлган моддаларни қабул қилиб олиш ва улар асосида хужайра элементларини синтез қилиш (озиқланиш) ва иккинчи - ташқи муҳитга охирги маҳсулотларни чиқариш.

Микроорганизмларда ҳар қандай озиқа моддаларини алмашинуви икки йўналишдан бирида: анаболизм ёки катаболизм асосида амалга оширилади. Анаболизм хужайрада оддий бирикмалардан, янги биополимерлар тузиш билан боғлиқ бўлиб, АТФ (аденозин уч фосфат) дан чиқадиган энергияни ютиш билан боғлиқ. Катаболизм - ферментлар ёрдамида юқори молекулалик органик моддаларни парчаланиши бўлиб, бу жараёнда энергия ажралиб чиқади ва АТФ ёки бошқа энергияга бой бўлган бирикмалар таркибида тўпланади (энергия заҳираси ташкил этилади).

Микроорганизмларда модда алмашинуви, хужайрага қурилиш материаллари олиб кириш ва шу материалларни хужайра ичида қайта ишлайдиган реакциялардан иборат. Бу реакциялар махсус ферментлар иштирокида олиб борилиб, уларни ўтиши бирин-кетин олиб борилади.

Биринчи реакция натижасида ҳосил бўлган маҳсулот, иккинчи реакция учун субстрат бўлиб хизмат қилади (Субстрат- парчаланиши ёки ўзгариши лозим бўлган модда) юқорида айтиб ўтилганидек, микроорганизм ўсиши учун ташқаридан (озиқа муҳитидан) барча керакли моддаларни олиши шарт. Бу моддаларни баъзилари озиқа манбаи баъзилари эса энергия манбаи бўлиб хизмат қилади.

Микроорганизмларни у ёки бу моддага бўлган мухтожлигини, унинг хужайрасини кимёвий таркибини ўрганиш орқали топиш мумкин.

Бир сўз билан айтганда, хужайра таркибини ташкил қилувчи барча элементлар озиқа муҳитида бўлиши шарт.

Юқорида кўрсатиб ўтилган элементлар орасида энг биогенетик ҳаётий зарур элемент углерод ҳисобланади. Чунки, углерод микроб хужайрасини синтез қиладиган барча органик моддалар таркибига киради. Углерод, кислород, водород, азот ва олтингугурт билан ўзаро алоқага кириб, ҳаётий зарур моддалар синтез бўлишига хизмат қилади. Аминокислоталар, оксидлар, карбон сувлар, углеводлар, нуклеин кислоталар, ёғлар ва ҳакоза шулар жумласидандир.

Иккинчи, энг муҳим, биоген элемент, бу азотдир. Азот микроорганизмларни ўсиши, ривожланиши ва кўпайиши учун ўта зарур бўлган аминокислоталар, оксил моддалар, нуклеин кислоталар таркибига киради.

Микроорганизмларнинг озиқланишида бошқа элементлар ҳам, жумладан, фосфор, олтингугурт, кислород, темир, калий, кальсий ва бошқа элементлар ҳам зарур. Уларнинг бирортаси озиқа таркибида бўлмаса, микроорганизмларнинг ўсиши жуда ҳам секин кечади ёки умуман ўсмайди.

Микроорганизмлар озиқланишига қараб бир неча гуруҳларга бўлинади.

Энергия манбаига қараб барча организмлар фототрофлар - ёруғлик энергиясини ишлатишга қодир организмлар ва энергиянинг кимёвий манбаларига мухтож организмларга бўлинади.

Углерод манбаига қараб эса организмлар - гетеротрофларга (асосан углерод манбаси сифатида углерод икки оксиди CO_2 ишлатадиган организмлар) ва гетеротрофларга (углероднинг органик бирикмаларига мухтож организмларга бўлинади).

Шундай қилиб, юқоридагиларга асосланган ҳолда бутун микроорганизмлар тўртта катта гуруҳга бўлинадилар:

1. **Фотоавтотрофлар** - энергия манбаи сифатида ёруғлик ва углерод манбаи сифатида CO_2 ни ишлатадилар. Бу категорияга фотосинтез қилувчи бактериялар кирадилар.

2. **Фотогетеротрофлар** - энергия манбаи сифатида ёруғлик ва озиқа сифатида органик моддаларни ишлатадиган микроорганизмлар. Буларга яшил ва тўқ қизил рангли бактериялар киради.

3. **Хемоавтотрофлар** - кимёвий энергия манбаи ва углерод сифатида CO_2 ни ишлатадилар.

4. **Хемогетеротрофлар** - кимёвий энергия манбаи ва асосий углерод манбаи сифатида органик моддаларни истеъмол қиладилар. Шунинг ҳам айтиб ўтиш лозимки, бу категорияга қилувчи микроорганизмлар учун биргина органик модда ҳам энергия, ҳам углерод манбаи бўлиб хизмат қилиши мумкин. Бу категорияга замбуруғлар ва кўплаб бактериялар кирадилар.

Кўпгина микроорганизмлар ҳар хил озиқа ёки энергия манбаларига мослашувчан бўладилар, шунинг учун ҳам бундай микроорганизмлар учун юқорида келтирилган классификация анчагина аниқлик киритишни талаб қилади.

Бошқа типдаги озиқланиш тизимига ўта олмайдиган микроорганизмлар - облигат (ҳақиқий) организмлар деб аталади, тез ўта оладиганлари – факултатив(шарт бўлмаган) микроорганизмлар дейилади.

Ташқи муҳитнинг микроорганизмлар ҳаёт фаолиятига таъсири

Ташқа муҳит шароитлар қанчалик мос бўлса, микроорганизмлар шунчалик тез кўпаядилар. Микроорганизмларни ташқи муҳит билан алоқаси, уларни бутун ривожланиш даврида давом этади ва кўп қиррали характерга эга.

Ҳарорат, озиқа моддаларининг миқдори, босим, рН ва бошқа бир қатор омилларни ўзгариши натижасида микроорганизмларда моддалар алмашинуви бузилади, оқибатда уларни ўсиши ва ривожланиши секинлашади ёки бутунлай тўхтайти.

Микроорганизмларнинг ривожланишига таъсир этадиган барча омиллар уч гуруҳга бўлинади: физикавий, кимёвий ва биологик омиллар.

Физикавий омиллардан энг катта аҳамиятлиси - намлик, моддалар миқдори, ҳарорат, босим, радиация, ёруғлик бўлса, кимёвий омилларнинг аҳамиятлиси - муҳитнинг рН и, кислород ва ҳар хил кимёвий моддалар; биологик омиллардан эса микробларга қарши моддалар, биостимуляторлар диққатга сазовордир.

Физик омиллар.

Намлик—микроорганизмлар хужайрасида бир мураккаб, макромоддалар парчаланса, бошқа биттаси кичик молекулалардан пайдо бўлади. Ҳар иккала жараён ҳам кўплаб биокимёвий жараёнлар натижасида амалга оширилади. Бу жараёнларнинг барчаси фақатгина сувли муҳитда амалга ошади, холос. Сувсиз муҳитда озиқ моддалари хужайра ичига кираолмасликлари сабабли озиқланиш тўхтайти. Микроорганизмларни сувсизликка чидамлилиги ҳам турли хил бўлади. қуритилган ҳолда микроорганизмлар фаолият кўрсата олмайдилар, чунки сувсизликда барча кимёвий жараёнлар, яъни метаболизм секинлашади ва тўхтайти, оқибатда ҳаётий зарур жараёнлар тўхтаб анабиоз бошланади. Бундай хужайралар намланганда ёки сувли шароитга ўтказилганда яна ҳаёт бошланади, биокимёвий жараёнлар тикланиб, метаболизм бошланади. Микроорганизмларни сувсиз шароитга ўтказиш усули, уларни ва улар асосида тайёрланган биопрепаратларни узоқ вақт сақлаш учун ишлатилади.

Осмотик босим—Микроорганизмларни ҳаёти учун катта аҳамиятга молик омил муҳитни босими бўлиб, у муҳитда эриган моддалар миқдори билан ўлчанади. Агар озиқа муҳитида эриган моддаларни миқдори баланд бўлса, осмотик босим ошади, баъзида хужайра ичидаги сув ташқарига чиқа бошлайди, хужайра сувсизланади, ташқи муҳит билан алмашинув жараёнлари бузилади, оқибатда плазмолиз бошланади ва хужайра нобуд бўлади. Кўпгина бактериялар, хужайра деворининг ўзига хослиги ва ситоплазматик

мембраналарини бошқарув функциялари туфайли тузлар миқдорига унчалик эътибор бермайдилар, ҳатто 0,5-3,0% - ли тузли эритмаларда ҳам яшайверадилар. Баъзи бир бактериялар юқори осмотик босимда ҳам мыътадил равишда ривожланиб кўпаядилар. Ош тузининг тўйинган эритмасида ривожланадиган бактериялар ҳам маълум. Бундай микроорганизмлар осмофиллар деб аталади.

Гидростатик босим – Ҳамма микроорганизмлар ҳам гидростатик босимга бир хил чидамли эмас. 100-140 МПа босимга ҳамда чуқур вакуумга ҳам чидамли микроорганизмлар маълум. Аммо кўпчилик микроорганизмлар ҳам табиий ҳам лаборатория шароитларида мыътадил шароитда, яъни оддий атмосфера босимида яшаб, ўсиб, ривожланадилар.

Ҳарорат – Микроорганизмларни ташқи муҳит ҳароратига чидамлилиги катта аҳамиятга эга. чунки, ҳарорат нафақат, микроорганизмларни ўсиш тезлигини, балки уларни яшаш имкониятларини ҳам белгилайди. Хар бир микроорганизм ўзининг маълум ўсиш ҳароратига эга. Микроорганизмлар ўсиш ва ривожланишнинг ҳароратга боғлиқлигига қараб, уч гуруҳга бўлинадилар:

- ◆ психрофиллар;
- ◆ мезофиллар;
- ◆ термофиллар.

Психрофил микроорганизмларни мыътадил ўсиш ҳарорати 15–20⁰С, мезофилларники 25–27⁰С, термофилларники эса 50⁰С дан ошмайди. Ҳароратни микроорганизмларга нисбатан ўлдириш имкониятига асосланиб, пастеризасия ва стериллаш жараёнлари ихтиро қилинган. Пастеризасия (франсуз олими Луи Пастер номи билан боғлиқ) микроорганизмлар сақловчи суюқликларни 60–70⁰С да бир неча дақиқа қиздиришга бағишланган бўлиб, натижада вегетатив хужайралар нобуд бўлсада, споралар тирик ҳолда сақланиб қолади. Стерилизасияда эса бутун тирик микроорганизмларни вегетатив хужайралари ва споралари нобуд бўлади. Стерилизасия юқорироқ ҳароратда ва хар хил босимда олиб борилади, у ҳақда ушбу китобнинг “Озиқа муҳитини тайёрлаш ва стерилизасия қилиш” бўлимида батафсилроқ тўхталиб ўтилган. Паст ҳарорат ҳам микроорганизмлар ҳаётига салбий таъсир кўрсатади. Кўпчилик ҳолларда паст ҳарорат бактериостатик самара кўрсатиб, бактериялар ўсиши, ривожланиши ва кўпайишини тўхтатиб қўяди.

Ёруғлик – Микроорганизмларни ривожланишига қуёш ёруғлиги ва бошқа нурли энергия шакллари ўзига хос таъсир кўрсатади. қуёш ёруғлиги (тўлқин узунлиги 300–1000 нм) фақат маълум бир гуруҳ микроорганизмлар учунгина ижобий таъсир кўрсатади. Бу гуруҳга, хлорофилл сақловчи бактериялар кириб, улар ёруғлик энергиясидан фотосинтез учун фойдаланадилар. Барча бошқа бактериялар қоронғуда яхши ривожланадилар. Микроорганизмларга, кўринмас, қисқа тўлқинли ультра бинафша нурлар (тўлқин узунлиги 10–300 нм) энг катта таъсир кўрсатадилар. Уларни таъсири ылдирувчи, ёки мутагенли, яъни ирсиятни ўзгартирувчи ҳолатда бўлиши мумкин. Ионлаштирувчи радиасия (тўлқин узунлиги 10 нм дан кичик) ҳам ультра бинафша нурлари каби ёки ўлдирувчи, ёки мутаген таъсир этади. Аммо, табиатда юқори меъёрли ультра бинафша ёки ионлаштирувчи радиасия нурларига чидамли бактериялар ҳам кўплаб учрайди. Улардан баъзилари атом реакторларидан ажратилганлар.

Кимёвий омиллар

Мухит реакцияси – Микроорганизмлар ривожланишига озиқа муҳитини нордонлиги ёк ишқорлилиги катта таъсир кўрсатади. Озиқа муҳитининг бундай хусусияти, муҳит таркибига кирган кимёвий элементларни сувли шароитда электролитик диссоциацияси натижасида келиб чиқади. Биологик жараёнлар билан алоқадор кимёвий реакциялар, муҳитдаги водород ионлари миқдорига боғлиқ бўлиб, бу кўрсаткич рН (рН- водород ионининг H^+ ўнламчи логорифмининг манфий кўрсаткичи) билан белгиланади. рН 1 дан 14 гача белгиланиб, 1 дан 6 гача нордон, 7 нейтрал, 8 дан 14 гача ишқорий муҳит деб ҳисобланади. Микроорганизмларнинг ҳар хил штамми ўзининг мыътадил рН ига эга ва фақатгина шу кўрсаткич доирасида яхши ёсиб, ривожланади. Кўпгина бактериялар нейтрал муҳитда яхши ривожланса (рН 6,5–7,5), миселиал ва бир хужайрали замбуруғлар (ҳамда ачитқи замбуруғларининг айримлари) нордон (кислотали) муҳитда (рН 4–6) яхши ўсиб, кўпайишади. Муҳитнинг рН кўрсаткичи хужайраларда ўтадиган биокимёвий жараёнларга, хусусан ферментларнинг фаоллигига таъсир кўрсатади. Шунингдек, рН озиқа моддаларни хужайрага киришида катта рол ўйнайди.

Кислород – Микроорганизмларнинг кислородга бўлган муҳтожлиги ҳам ҳар хил бўлади. Бу ходисани биринчилардан бўлиб, франсуз олими Луи Пастер аниқлаган. Унинг таъкидлашича, баъзи бир микроорганизмлар кислородга доимий равишда муҳтожлик сезса, баъзи-бирлари бутунлай кислородсиз муҳитда яшайдилар. Ўсиши, ривожланиши, кўпайиши кислородга боғлиқ бўлган микроорганизмлар аэроб, кислородсиз муҳитда яшайдиганлари эса анаэроб микроорганизмлар деб аталади. Аммо, баъзи бир микроорганизмлар ривожланиши учун кислородни бор ёки йўқлиги унчалик таъсир кўрсатмайди. Умуман олганда, микроорганизмлар кислородга бўлган талабига қараб 4 гуруҳга бўлинади:

- ◆ облигат (ҳақиқий) аэроблар;
- ◆ ҳақиқий анаэроблар;
- ◆ факультатив (шарт бўлмаган) анаэроблар;
- ◆ микроаэрофиллар.

Облигат аэроблар фақат моддаларни кислород ёрдамида оксидланиши натижасида олинадиган энергия ҳисобида ривожланадилар. Шунинг учун ҳам уларни ҳаёти кислород билан боғлиқ. Облигат анаэроблар, оксидланиш реакцияларида водороднинг акцептори сифатида нитратлар, сульфатлар ёки бошқа оксидланган моддалардан фойдаланадилар. Факультатив анаэроблар яшаши учун кислородни бўлиши ёки бўлмаслиги унчалик катта рол ўйнамайди. Микроаэрофиллар, жуда оз миқдорда кислород сақлаган муҳитда ривожланадилар.

Биологик омиллар

Кўпгина кимёвий ва биологик табиатга эга бўлган моддалар жуда кам миқдорда ҳам микроорганизмлар ривожига салбий таъсир кўрсатади. Бундай моддаларни микробга қарши (антимикроб) моддалар дейилади. Буларга

ноорганик (симоб тузлари, кумуш, кўрғошин) ва органик (этил спирти, фенол, формальдегид) табиатига эга бўлган моддалар киради.

Энг ўзига хос микробларга қарши препаратлар - антибиотиклар деб аталади ва улар жуда кам миқдорда бўлса ҳам микробларни ривожланишини тўхтатиб қўяди.

Хужайра ичига кириб, бу моддалар ситоплазма оксиллари ва ситоплазматик мембраналар билан ўзаро боғланиш ёки хужайрадаги ёғларни эритиш ва бошқа бир қатор мураккаб механизмлар асосида хужайрани физиологик фаолиятини бузади ва уларни нобуд бўлишгача олиб келади.

Баъзи бир микроб препаратлари ҳар хил касаллик қўзғатувчи бактерияларга қарши кенг қўлланилиб келинмоқда. Бундай препаратларни дезинфекция қилувчи моддалар деб аталади.

Физиологик фаол моддалар синтез қилувчи микроорганизмларга қўйиладиган талаблар

Микроорганизмлар халқ хўжалигининг ҳар хил тармоқларида кенг қўлланилмоқда. Улар ҳар хил биологик фаол моддалар синтез қилиш хусусиятига эгалар. Бундай моддалар тиббиёт, енгил ва озиқ-овқат саноати, қишлоқ хўжалиги, тоғ-металлургия, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва қатор бошқа соҳаларда ўз ўринларини топганлар.

Ҳар хил микроорганизмлар орасида, ачитқи ва миселиал замбуруғлар ҳамда бактериялар кенгроқ ишлатиб келинмоқда.

Булар асосида ҳар хил заводлар қурилиб, фаолият кўрсатмоқдалар. Буларга нисбатан камроқ сув ўтлари ва энг содда ҳайвонлар ишлатиб келинмоқда. Шу ўринда бу микроорганизмларни табиатни муҳофаза қилишдаги ролини алоҳида айтиб ўтиш лозим.

Продуцентларни фойдали томонлари бир қатор кўрсаткичлар асосида баҳоланиб, улардан асосийлари қуйидагилардир:

1. *Зарарсизлик (истеъмолчи ва ишлаб чиқарувчига ҳам);*
2. *Биосинтезнинг фаоллиги (ўсиш тезлиги, маҳсулотнинг тўпланиш тезлиги, қўшимча биологик фаол моддалар синтез қилиши ва х.к.);*
3. *Истеъмол қиладиган углерод манбаи (манбани баҳоси, топилиши, ишлатилиши даражаси ва х.к.);*
4. *Истеъмол қиладиган азот манбаи;*
5. *Ўстириш шароитларига сезгирлиги (аэрасия, ҳарорат, рН, ўстириш омилларига талабчанлиги ва х.к.);*
6. *Фагга чидамлилиги ва мўътадиллиги.*

Продуцентнинг фаоллиги ёки керакли маҳсулотни синтез қилиш қобилияти, микроорганизмларни энг асосий хусусиятларини ташкил этади. Аммо технологик жараён учун микроорганизм истеъмол қиладиган углерод манбаи, қўшимча ўстириш омилларига муҳтож эмаслиги ва бир қатор юқорида кўрсатиб ўтилган омиллар ҳам катта аҳамият касб этади. Айниқса, озиқа-муҳити таркибига кирувчи моддаларни истеъмол даражаси (айниқса, углеродни) ҳам катта аҳамиятга эга.

Катта хажмда ўстириш жараёнида энг долзарб муаммолардан бири - бегона микроорганизмларни тушиб қолиши ва оқибатда тозаликнинг бузилишидир. Баъзида, микроорганизмларни ўстириш жараёнида муҳит нордон ёки ишқорий томонга тез ўзгаради. Бундай жараёнларни олдини олиш учун қўшимча ишқорлаш ёки нордонлаш усулларида фойдаланиш мумкин. Стерил ҳолатни бузилмаслиги учун иссиқсевар (термофил) микроорганизмлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Шундай қилиб, фақатгина микроорганизмларни хусусиятлари ва ишлаб чиқаришнинг талаблари мажмуасидан келиб чиққан ҳолда продуцентни баҳолаш мумкин.

Ҳозирги вақтда янги продуцентларни қидириб топиш, селекция, мутагенез, ген ва хужайра биотехнологияси усулларида фойдаланган ҳолда серхосил штаммлар яратиш - микробиологиянинг энг асосий йўналишларидан бирини ташкил этади.

Шуни эслаб қолиш лозимки, микробиология асосларини, уларни ҳаёт фаолиятини аниқ ва равшан билмасдан туриб, микробиологик технологияларни яратиш ва яратилган технологияларни бошқариш мумкин эмас.

Адабиётлар:

1. Қ.Д.Давранов., Н.А.Хўжамшукуров. Умумий ва техник микробиология. Тошкент, ТошДАУ нашриёти, 2004 йил. 279 бет.
2. А.Ю.Жвирблянская О.А.Бакушинская. Микробиология в пивной промышленности. «Пивная промышленность» Москва 1975г. 500 С.
3. Н.М.Вербина., Ю.В.Каптерева. Микробиология пивных производств. Агропромиздат, Москва 1988г. 206 С.
4. А.Ю.Жвирблянская О.А.Бакушинская. Основы микробиологии санитарии и гигиены в пивной промышленности. «Легкая и пивная промышленность» Москва 1977г. 312 С.
5. А.А.Кухаренко., А.Ю.Винаров Безотходная биотехнология этилового спирта. Энергоатомиздат Москва 2001г. 296 С.
6. В.М.Богданов., Р.С.Баширова и др. Техническая микробиология пивных продуктов. «Пивная промышленность» Москва 1968г. 4151 С.
7. Н.Р.Асонов. Микробиология. «Колос» Москва. 1980. 348 С.
8. Г.Мюллер., П.Литц Г., Д.Мюнх. Микробиол. Пивных продуктов растительного происхождения. «Пивная промышленность» Москва 1977г. 342 С.
9. И.М.Грачева. Н.Н.Гаврилова. Л.А.Иванова. Технология микробных белковых препаратов, аминокислот и жиров. «Пивная промышленность» Москва 1980г. 447
10. К.А.Мудрецова – Висс, С.А.Колесник. Т.И.Гринюк. Руководство к лабораторным занятиям по микробиологии. Издательство «Экономика» Москва 1975. С 149.
11. Д.К.Огай., А.Зуннунтжанов. Микробиологический синтез алкалоидов. Ташкент Изд-во «Фан» УзССР., 1991. С 133.
12. С.В.Нецепляев, А.Я.Панкратов. Лабораторный практикум по микробиологии пивных продуктов животного происхождения. ВО «Агропромиздат» Москва 1990 г. С.222.
13. Г.Л. Носкова., Г.Ю.Пек. Микробиология. Холодильного хранения пивных продуктов. Госториздат Москва 1960г. 119 С.
14. В.С. Шевелуха . Биотехнология и безопасность (научно-учебное обзор). Россия, РАСХН, Ж.Биология, 3-том. 2002, с.16. Adobe Acrobat Document.
15. Рогов И.А. Антипова Л.В., Шуваева Г.П. Пивная биотехнология. В 4 книгах книга 1: Основы пивной биотехнологии. 1. Основы пивной биотехнологии. — КолосС, 2004. — 440 с. ISBN: 5-9532-0104-4 (кафедра кутубхонаси).