

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ**

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
«ОЗИҚ-ОВҚАТ МАХСУЛОТЛАРИ ТЕХНОЛОГИЯСИ»
ФАКУЛЬТЕТИ**

“БИОТЕХНОЛОГИЯ” КАФЕДРАСИ

“Фермент инженерияси” фанидан

Р Е Ф Е Р А Т

МАВЗУ: Ферментлар

Бажарди: Халилова Г

Қабул қилди: Максумходжаева К.С.

2015 йил

Режа:

1. Ферментлар ҳақида умумий тушунча ва уларнинг халқ ҳўжалигидаги аҳамияти;
2. Ферментлар ишлаб чиқариш технологияси;
3. Ферментатив продуцентларни ўстириш;

Ферментлар (энзимлар) - хилма-хил биокимёвий ва кимёвий реакцияларни амалга оширувчи оксил табиатига эга бўлган биокатализаторлардир.

Ферментлардан биологик катализатор сифатида одамлар, турли хил соҳадаги амалий фаолиятларида кенг фойдаланиб келишмоқда. Ферментлар манбаи ҳайвон тўқималари, ўсимликлар ҳужайралари ва микроорганизмлар бўлиши мумкин. ҳозирги замонда икки мингдан ортиқ ферментлар борлиги аниқланган, улардан бир неча юзтаси алоҳида модда сифатида тоза ҳолда ажратиб олинган.

Микроорганизмлар ферментлар ишлаб чиқарувчи манба сифатида алоҳида қизиқиш уйғотади, чунки улар арзон муҳитда тез ўсадилар. Ишлатиладиган озуқа таркибига қараб, керакли ферментни, хоҳлаганча тайёрлаш имкониятини берадилар. Бунинг устига кўпгина микроорганизмлар ферментларни ўз ҳужайра қобикларидан ташқарига чиқарадилар, бу эса микроорганизмлардан янада фаолроқ фойдаланиш имкониятини яратади.

Метаболизмнинг катта интенсивлигидан ташқари микроорганизмлар биомассасини ўсиш тезлиги жуда каттадир. Бу қисқа вақт орлиқида айрим вақтлари 24-72 соат ичида фермент ажратиш учун жуда катта миқдорда ҳам-ашё олиш мумкин, уни ҳайвон ва ўсимлик хом ашёлари билан солиштириб бўлмайди.

Кўплаб микроорганизмларнинг муҳим хусусиятларидан яна бири улар озуқа сифатида ҳар хил чиқиндилардан фойдаланиб ўсиш қобилиятига эгадирлар (целлюлоза, нефт углеводородлари, метан, метанол ва бошқалар). Микроорганизмлар фойдалана оладиган айрим хом-ашёлар одам ва ҳайвонлар учун заҳарлидир. Шундай экан микроорганизмлар ферментлар синтез қилиш билан бир қаторда, атроф-муҳит муҳофазаси учун ҳам хизмат қиладилар.

Айрим ферментларнинг синтезланиш миқдори микроорганизмлар ҳужайрасида жуда юқори бўлиши мумкин. Масалан: рибүлезобисфосфаткарбоксилазанинг миқдори айрим вақтларда фототроф бактериялар синтез қиладиган сувда эрийдиган оксилнинг 40-60% ни ташкил этади.

Юқорида таъкидланганидек кўп микроорганизмлар катта миқдорда културал муҳитга чиқадиган ферментлар ҳосил қиладилар. Бу ферментлар асосан оксил, крахмал, целлюлоза, ёғларни ва бошқа сувда эрмайдиган моддаларни парчалайдиган гидролазаларга таълуқлидир. Бир қанча ферментлар фақат микроорганизмлардагина учрайди. Молекула ҳолидаги азотдан аммиак ҳосил қилишда иштирок этадиган нитрогеназа ферменти азотни ўзлаштириш қобилиятига эга бўлган бактериялардагина учраши аниқланган.

Айрим бактерияларнинг ҳарактерли хусусиятларидан яна бири уларнинг анорганик субстратларни: аммиакни, нитритларни, сульфид ва олтингугуртни бошқа бирикмаларини, ва шунга ўхшаш икки валентли темирни оксидлаш қобилиятидир. Бундай жараёнларни амалга ошиши микроорганизмларда алоҳида ферментларнинг мавжудлиги билан боғлиқдир. Бир қанча бактериялар ва сув ўтлари молекула ҳолидаги водород ҳосил қилиши ҳамда оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини олиб боровчи дегидрогеназа ферментлари сақлаши аниқланган.

Кўпчилик бактериялар уларга метан, метанол, метилланган аминларни, углерод оксидини ва

бошқа бир хил углеводли бирикмалардан субстрат сифатида фойдаланиб, ўсиш ва ривожланишга ёрдам берадиган ферментларни синтезлаш қобилиятига эга. Атроф муҳитни, уни инфослантирувчи бир қанча моддалардан тозалаш микроорганизмлар ишлаб чиқарадиган ферментлар ҳисобига амалга оширилади, улар пластмасса, пестицидларни ва бошқа захарли мураккаб бирикмаларни оддий таркибий қисмга парчалаб юборадилар.

Ферментлар классификацияси. қабул қилинган классификация тизимига биноан ҳамма ферментлар олти синфга бўлинади:

*Оксидоредуктазалар;
Трансферазалар;
Гидролазалар;
Лиазалар;
Изомеразалар;
Лигазалар (синтетазалар).*

Кенг миқдорда қўлланиладиган микроорганизмлар ферменти - гидролазалар синфига кировчилардир (гликозидазалар, пептидазалар ва бошқалар).

Булар гликозид, пептид, эфир ва айрим бошқа боғларга сув иштирокида таъсир қилади. Гидролазалар кўпинча хужайра ташқарисидаги (экзоген) ферментлардир. хужайрадан чиқиб, улар културал муҳитда тўпланади. Бу ферментларни олиш хужайра ичидаги (эндоген) ферментларни ажратишга нисбатан қулай ва арзондир.

Гликозидазалар. *Гликозидазалар* -гликозид боғларини гидролиз қилувчи ферментлардир. Булар кўп вақтлардан бери ўрганилади ва ишлатилади. Бу гуруҳга крахмални гидролиз қилувчи амилаolitik ферментлар, β-амилазалар ва гликоамилазалар киради. Кўп микроорганизмлар α-амилаза ҳосил қилади, β-амилаза синтези эса кам кузатилади.

Амалий мақсадларда қўлланиладиган α-амилазани ажратувчи ***Bacillus licheniformis***, ***Bac.amyloliquefaciens***, ***Aspergillus oryzae*** ва бошқа микроорганизмлардир. α-амилаза ***Bac. licheniformis*** дан олинадиган жуда юқори ҳароратга чидамли ва крахмални 100⁰С атрофидаги ҳароратда гидролиз қилиш қобилиятига эгадир. Микроорганизмларнинг экстремал шароитда тараккий қилиш қобилиятини, яъни паст ва юқори ҳароратда, молекуляр кислород мавжуд бўлмаганда, ишқорли ва кислотали муҳитда, тўзни юқори концентрациясида ўсиши кўпинча уларнинг ферментлари характери билан аниқланади.

Шундай қилиб, хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, микроорганизмларда жуда юқори фаол ферментатив реакция олиб бориш қобилияти мавжуд, микроорганизмлар, бошқа йўллар билан амалга ошириб бўлмайдиган жуда кўп жараёнларни ўзларининг махсус ферментлари туфайли амалга ошириш имкониятига эгалар.

Макро- ва микроорганизмларда бир хил функцияли ферментлар, ўзларининг хосса ва хусусиятлари жиҳатидан ҳар хил бўлиши мумкин ва микроорганизмларда ўзини фаоллигини юзага чиқариши учун алоҳида шароитга муҳтож бўлади. Шунинг учун турли хил микроорганизмлар ферментларини ўрганиш жуда муҳим вазифадир.

Глюкоамилаза - (1,4-α-D-глюкан-глюканогидролаза) асосан замбуруғларда кенг ўрганилган. ***Asp.niger*** замбуруғида у молекуляр массаси 100 000 далтон атрофида бўлган иккита гликопротеинлардан иборат. Демак, бу ферментни хусусиятлари бир-биридан фарқ қиладиган иккита формаси (шакли) мавжуд.

Декстраназа - (1,6- α -D-глюкан-глюканогидролаза) декстриндаги 1,6-гликозид боғига таъсир қилади.

Лактоза ёки β -галактозидаза (β -D-галактозид-галактогидролазалар) лактозани глюкоза ва галактозага айлантиради. Бу фермент **E.Coli, Asp.niger, Sacch.cerevisiae, Curvularia inaequalis, Alternaria tenuis** ва айрим бошқа микроорганизмларда синтез бўлади.

Инвертаза - (β -D-фруктофуранозид-фруктогидролаза) саҳарозани глюкозага ва фруктозага парчалайди. Уни **Aspergillus** туркуми вакиллари (**Asp.awamori, Asp.batatae, Asp.niger**), ачитки замбурғи, **Bacillus subtilis** ва **Bac.diastaticus** ларнинг алоҳида штаммлари ҳосил қилади.

Целлюлолитик ферментлар (целлюлазалар) - фаол оксилларнинг мураккаб комплекси, целлюлоза молекуласининг ҳар хил боғларига таъсир қилади, C компонент (экзонуклеаза) табиий ҳолдаги целлюлозага (пахта, филтр қоғози) таъсир қилади. C_x -компоненти (эндонуклеаза) эрийдиган шаклга ўтказилган клетчаткани (карбосиметилцеллюлозани) гидролизлайди.

Целлюлоза билан бир қаторда микроорганизмлар целлюбиаза (β -глюкозидаза) ҳосил қилади, бу фермент целлюлозани ва гемицеллюлозани парчалайди. Целлюлозани гидролизининг охириги босқичи, глюкоза ҳосил бўлиши билан тугалланади.

Саноатда ишлаб чиқариладиган целлюлотик фермент препаратлари одатда C₁ ва C_x ва шунга ўхшаш целлюбиаза ва гемицеллюлаза ферментлари бўлиб, бу препаратларнинг рН кўрсаткичи 3,0 дан 8,0 гача. Мана шу рН лар оралиғида улар турғундирлар. Целлюлазани ҳосил қилувчилар кўпинча мицелиали замбуруғлардир, шулардан **Penicillium notatum, P.vuriabili, P.iriense, Trichoderma roseum, Verticillium alboatrum** ва бошқалардир.

Пектиназалар - пектинни парчаловчи ферментлар синтез қилади. Пектолитик ферментлар комплекс ҳосил қилади, уни алоҳида компонентлари пектин молекуласини ҳар хил жойларидан парчалайди.

Пектиназалар (полигалактуронозалар) микроорганизм-ларда кенг тарқалган бўлиб ўсимликларда кам учрайди.

Протеиназалар. Протеиназалар ёки протеазалар - (пептид-пептид-гидролазалар) оксил молекуласидаги пептид боғларини узиш реакциясини катализ қилади, натижада эркин аминокислоталар ди- ва полипептидлар ҳосил қилади.

Бундай ферментлар жуда кўп. Улардан айримлари кристалл ҳолатда олинган. Микроорганизмлар протеиназаси ўзларининг хоссалари билан тубдан фарқ қилиши мумкин. Улар нейтрал бўлиши мумкин (**Bacillus subtilis, Asp.terricola**), кислотали (**Asp.foetidus**) ва ишқорли, яъни рН нинг ҳар хил даражасида фаолдирлар. Айрим микроорганизмлар бир қанча протеиназалар синтезлаш қобилиятига эгадирлар. Масалан: **Actinomyces fradiae** 6 та протеиназа синтезлайди.

Амилазалар - бактерия ва замбуруғлардан олинadиган амилазалар крахмални кичик молекуляр шакларлар: декстринлар, глюкозалар, малтозаларгача парчалайди. Бактериал протеазалар пишлоқ пиширишда ва тери ошлашда оксилларни бузишда қўлланилади. **Bacillus sp.** дан олинadиган глюкозоизомераза ферменти глюкозани фруктозага айлантиришда ёрдамлашади. Кейинги вақтларда олимлар диққат эътиборини қуйидагилар ўзига тортмоқда: циклодекстринглюкозилтрансфераза (ЦДГТ) га мослашиш, циклодекстринлар бирикмаларининг ишлаб чиқарилиш: кимёвий ва фармакологик ишлаб чиқаришда, озиқ-овқат маҳсулотлари сифатини оширишда, косметика ва бошқалар ишлаб чиқаришда зарурдир.

Липазалар - (3.1.1.3-триацил глицеролода гидролазалар липид (ёғ) алмашинувида иштирок этадиган, катта амалий қизиқиш уйғотадиган ферментлар.

Култура ўсадиган муҳитга ажратадиган липазаларни ишлаб чиқарувчиларнинг кўпи мицелиали замбуруғлардир. Улардан *Aspergillus*, *Mucor*, *Geotrichum*, айрим ачитки замбуруғлар (*Candida*) ва бактериялардир (*Pseudomonas*). Липазалар триацилглицеролларни парчалаб ёғ кислоталари ва глицерин ҳосил қилади. Саноат асосида кўп миқдорда ишлаб чиқарилаётган ва кенг миқёсда халқ хўжалигида қўлланилаётган ферментлардан ташқари, кам миқдорда олинадиган ва кам соҳада қўлланиладиган бир қанча ферментлар ҳам бор, лекин буларнинг айримлари ўта даражада муҳимдир. Булар каторига рестриктазалар (эндонуклеазалар), нуклеин кислоталарни парчаловчи ферментлар ва лигазалар - уларни синтезида иштирок қиладиган ферментлар кирази. Бу ферментлар ген муҳандислиги илмий ишларини олиб боришда зарурдир. Буларни ҳам ҳар хил микроорганизмлар ишлаб чиқаради.

Ферментларнинг халқ хўжалигидаги аҳамияти

Микроорганизмлар ферментларидан халқ хўжалигининг турли хил соҳаларида фойдаланиш жуда ҳам истикболлидир. Ҳозирги вақтда микроорганизмлардан олинган фермент препаратлари саноатнинг кўп соҳаларида қишлоқ хўжалигида ва тиббиётда қўлланиб келинмоқда (16-жадвал).

16-жадвал.

Ишлаб чиқариш саноатида баъзи бир ферментларни ишлаб чиқариш учун фойдаланиладиган микроорганизмлар

Фермент	Замбуруғлар	Бактериялар
α-амилаза	<i>Aspergillus oryzae</i> <i>Aspergillus niger</i>	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> <i>Bacillus licheniformis</i>
Глюкоамилаза	<i>Aspergillus niger</i> <i>Rhizopus niveus</i> <i>Endomycopsis sp.</i>	
Пулланаза		<i>Klebsiella pneumoniae</i>
Декстраназа	<i>Penicillium sp.</i>	
β-Глюконаза	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
Глюкоизомераза		<i>Actinoplanes missouriensis</i>
Инвертаза	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Sacch. cerevisiae</i>	
Целлюлазалар	<i>Aspergillus niger</i> <i>Trichoderma roseum</i> <i>Trichoderma viride</i>	
Пектиназалар	<i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus awamori</i>	
Протеиназалар	<i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus oryzae</i> <i>Mucor mihei</i> <i>Mucor rouxii</i> <i>Mucor pusillus</i> <i>Endothia parasitica</i>	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> <i>Bacillus licheniformis</i> <i>Bacillus stearothermophilus</i>
Липазалар	<i>Aspergillus oryzae</i>	

	<i>Aspergillus awomori</i> <i>Candida cylindrical</i> <i>Mucor mihei</i> <i>Rhizoopus sp.</i>	
Глюкооксидаза	<i>Aspergillus niger</i> <i>Penicillium amagaskiense</i> <i>Penicillium vitale</i> <i>Penicillium notatum</i>	
Каталаза	<i>Aspergillus sp.</i>	
Деацетилаза	<i>Aspergillus sp.</i>	
Аспартаза		<i>Escherichia coli</i>
Фумараза		<i>Escherichia coli</i>
Пенициллинамидаза		<i>Escherichia coli</i>

Пиво ва вино тайёрлашда солод ўрнига замбуруғнинг амилаза фермент препаратидан фойдаланилади. Бу ишлаб чиқаришни арзонлаштиради ва қалла харажатини камайтиради. Шунга ўхшаш амилаза эрийдиган крахмал, декстрин олиш учун ҳам ишлатилади. Амилаза ферменти билан берилган, сабзавот ва мевалардан олинган маҳсулотлар ўзининг таркибида кўп миқдорда канд моддалари сақлайди ва яхши ҳазм бўлади, айниқса, бу болаларга фойдалидир.

Нон ва нон маҳсулотлари тайёрлашда амилаза хамирни ачишини тезлаштиради ва ноннинг сифатини яхшилади. Кондитер саноатида ачитқи замбуруғининг инвертазасидан (сахарозаси) фойдаланилади, сахарозани глюкоза ва фруктозага айлантириб беради, у сахарозани юқори миқдорда кристалланишининг олдини олади.

Замбуруғларнинг пектиназаси мева ва узум шарбатини тиндириш учун ишлатилади. Вино ишлаб чиқаришда узум шарбати чиқиш миқдорини кўпайтириш учун ва кофе ишлаб чиқаришда қўлланилади. Глюкоамилазадан пиво тайёрлаш саноатида пиводан декстрин қолдиғини тозалаш учун ишлатилади. Глюкоизомераза сахарозани ўрнига глюкоза-фруктозали шарбат олишда фойдаланилади.

Лактоза, лактозасиз сут олиш учун ишлатилади. Лактозалар ёрдамида таркибида кўп миқдорда лактоза бўлган сут зардобидан канд (глюкоза, галактоза) олинади. Замбуруғларни глюкозаоксидазаси катта аҳамиятга эга, чунки булар озик овқат маҳсулотларини глюкоза қолдиғидан ва молекуляр кислороддан озод қилади ва бу билан уларни сақлаш муддатини ўзайтиради.

Глюкозаоксидазани тухум кукунига, майонезга, пивога уларни узоқ муддатга сақлаш учун маълум миқдорда қўшилади. Бу фермент ёрдамида аскарбин кислотасининг (С-витамин) оксидланиши секинлашади.

Целлюлоза препаратидан картошкани кандлаштиришда, картошка ва ғалладан крахмал олишда, сув ўтидан агар-агар чиқаришни кўпайтиришда, сабзавот пастаси тайёрлашда, цитрус мевалари қобиғини ажратишда фойдаланилади. ўсимлик целлюлозасини кандгача парчалашда ишлатилмоқда.

Микроорганизмлардан олинган протеолитик ферментлар пишлоқ тайёрлашда, уни қуюклаштириш учун ишлатиладиган ренин ўрнини босиши мумкин, кейинчалик улардан гўшти юмшатиш (тендиризация) учун фойдаланила бошланди. Бундан ташқари, балиқ тузланганда унинг пишишини тезлатиш, вино ва пиво тайёрлашда ишлатилмоқда.

Липаза сутни қуруқ ҳолда ишлаб чиқаришда ўз ўрнини топган, пишлоқ тайёрлашда, унинг

пишишини тезлаштириш учун, пишлоққа махсус таъм ва ёқимли ҳид бериш учун ишлатилади.

Тўқимачилик саноатида микроорганизмларнинг ферментлари зиғирнинг самонига ишлов бериб, ундан тола олиш учун кўпдан бери ва кенг қўлланиб келинмоқда. Зиғирни намлаш жараёнида иштирок этадиган асосий микроорганизм сифатида **Clastridium** туркумига кирувчи анаэроб бактерия тан олинган. Намлаш вақтида кетаётган жараёнда зиғир самонидан пектин моддаси парчаланади ва унинг толаси ажралиб чиқади.

Тери ишлаб чиқариш саноатида микроб протеаза ферменти терини ошлашда ва уни майинлаштиришда ишлатилади. Таркибида протеаза ва липаза бўлган комплекс препаратни ишлатиш натижасида жараён тезлашади ва юқори сифатли жун олиш имконияти вужудга келади.

Ювиш воситалари ишлаб чиқаришда микроб ферментлари кенг миқёсда қўлланилмоқда. Одатда уларга протеолитик, амилиолитик ва липолитик фаолликка эга бўлган **Bac.subtilis** ферментлари қўшилади. Препаратлар сиртки фаол моддалар билан биргаликда ишлатилади. Таркибида фермент бўлган ювиш воситалари ювиш муддатини қисқартиради, тўқималарни сақланиш қобилиятини ўзайтиради, чунки ювиш 40-60°C дан ошмаган ҳароратда олиб борилади.

Ферментларни кишлоқ хўжалигида қўлланилиши икки йўналишда олиб борилмоқда:

1. *ҳайвонларни озукасида фойдаланилади.*
2. *фермент билан озуккага ишлов бериб, уларни ҳазм бўлишини оширилади.*

Aspergillus oryzae ни озуқа муҳити юзасида ўстириш усули билан амилоризин - препарати олинади, бу асосан ўстирилган замбуруғнинг қуригани бўлиб, таркибидан α-амилаза, декстриназа, малүтоза, глюкоамилаза ва протеаза бўлади. Глюковаморин - кепакда ўстирилган **Asp.awamori** културасининг қуригани, таркибий қисми α-амилаза, декстриназа, малүтоза, глюкоамилаза, нордон протеиназа ва гемицеллюлозадан иборат. Амилосубтиллин препарати таркибида α-амилаза, протеаза, β-глюконаза ва лизис қилувчи ферментлар бўлади.

Микроб ферментлари тиббиётнинг турли хил соҳаларида терапевтик восита сифатида ва клиник анализларни олиб боришда қўлланилади. яллиғланиш жараёнларини ва қуйишни даволаш учун протеиназа препаратлари қўлланилади. Одам организмида айрим ферментларни синтезланиши бузилганда, алоҳида ва комплекс ҳолда ферментлар истеъмол қилинади. Масалан: ошқозон ости безини функцияси бузилганда, таркибида протеиназа, амилаза ва липаза комплекси бўлган препарат қабул қилинади.

Лактаза ва глюкоамилаза синтез қилиш қобилияти йўқолганда микроорганизмлардан олинган шу номли ферментлардан фойдаланилади. Овқат ҳазм қилиш жараёни бузилганда айрим вақтларда комплекс ферментлар (α-амилаза, целлюлаза, липаза ва протеиназа) истеъмол қилинади. Микроб ферментларини тиббиётда қўллаш жуда истикболдир.

2. ФЕРМЕНТЛАР ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

Ферментларнинг продуцентларини ўстириш уларни қаттиқ ва суюқ озиқа муҳитларига экиш усуллари билан олиб борилади. қаттиқ озиқа муҳитларининг юза қисмида фақат аэроб микроорганизмларни ўстириш мумкин.

Суюқлик ичида ўстириш усулида асосан микроорганизмлар суюқ озиқа муҳитларида

ўстирилади ва бунда ҳам аэроб ҳам анаэроб микроорганизмларни ўстириш мумкин. Ферментларнинг аксарият продуцентлари аэроб бўлган микроорганизмлардир ва шунинг учун қаттиқ ва суюқ озиқа муҳитларида ўстирилганда узликсиз ҳаво билан таъминлаб турилади.

Ферментлар продуцентларини ўстириш жараёнига таъсир этувчи омиллар

Ферментларнинг ҳосил бўлиш жараёнига ташқи муҳит шароити, озиқа моддалари таркиби, уларнинг миқдори, метаболитларнинг чиқиши, муҳитда фаол кислотанинг ўзгариши, ҳарорат, муҳитнинг эриган кислород билан тўйиниши, продуцент културасининг ҳолати ва ўстириш муддатлари, шунингдек бошқа омиллар таъсир этади.

Бу омилларнинг аҳамияти ва фермент биосинтези жараёнига бўлган таъсир даражаси турлича бўлиб, улар асосан микроорганизмни ўстириш усули ва продуцентларнинг физиологик хусусиятларига бўйсинган ҳолда кечади. Бироқ баъзи умумий қонуниятларга эътибор бериб ўтиш керак.

Микроорганизмларни ўстиришда қаттиқ ва қуруқ озиқа муҳитларининг намлиги жуда катта аҳамиятга эга. Агарда муҳитнинг намлиги 11-20% атрофида бўлса, микроорганизмлар умуман ўсмайди. Бирмунча кўпроқ ўсишни намлик 30% бўлганда кузатиш мумкин. Намликнинг 40-45% бўлиши микроорганизм културасининг мўътадил ўсишига ва спора ҳосил қилишига жуда қулай шароит ҳисобланади. Бу ҳолат спора ҳосил қилувчи фермент продуцентларининг экиш материалларини олишда ишлатилади. Муҳитнинг намлиги 53-58% бўлганда ҳосил қилинган ферментларнинг тўпланиши кузатилади. Намлик 60-68% бўлганда ферментларнинг биосинтези пасая бошлади ва бу ҳолат озиқа муҳити ичига кирадиган ҳавонинг ёмон ўтиши билан тушунтирилади.

Култураларни қаттиқ озиқа муҳитида ўстириш натижасида унинг таркибида қуруқ моддаларнинг миқдори камайиб, CO_2 ва сувга айланади. Шу сабабли, агарда микроорганизмни ўстириш ёпиқ идишларда (колба, махсус кюветалар ва ҳ.к.) олиб борилса, буғланиш натижасида намликнинг ортиши кузатилади. Агарда ўстириш жараёни очик идишларда олиб борилса, културани ва озиқа муҳитининг қуриб қолиши ва ҳосил бўлган маҳсулот фаоллиги камайиши кузатилади. Намликнинг даражаси ва мўътадиллиги ҳар бир ўстирилаётган продуцентнинг физиологик хусусиятларига, озиқа муҳит таркиби ва бошқа омилларга боғлиқ бўлиб, ҳар бир омил тадқиқот йўли билан аниқланади.

Ўсаётган културани ҳаво билан таъминлаш даражаси кўпинча ўстириш усули ва фермент продуцентларининг физиологияси билан белгиланади. Бу жараён асосан уч мақсадни ўз олдига қўяди:

- *Ўсаётган микроорганизмларни ўсиш ва ривожланиши учун зарур бўлган кислород билан таъминлаш;*
- *Газ қўринишидаги моддалар билан ифлосланган ҳавони чиқариб ташлаш;*
- *Микроорганизмларнинг ўсиш жараёнида ҳосил бўладиган иссиқликни қисман бартараф қилиш ёки чиқариб юбориш.*

Микроорганизмларни қаттиқ озиқа муҳити сиртида ўстиришда вужудга келган иссиқликни чиқариш масаласи катта аҳамиятга эга.

Шунинг учун микроскопик замбуруғларни ўстиришда уларнинг ўсиш босқичларига катта эътибор бериш керак, чунки айнан шу гуруҳ микроорганизмлар қаттиқ озиқа муҳити сиртида ўстирилади.

Биринчи гуруҳ - замбуруғ спораси ёки конидияларини бўкиши ва ривожланишидир. Унинг муддати 10-12 соатга чўзилади. Бу босқич айтарли иссиқлик ажралиши билан кузатилмайди ва

озика муҳит компонентлари ўзгармайди.

Озика муҳити сиртида пўпанак ҳосил бўлиши билан иккинчи босқич (тропофаза) мицелияларнинг фаол ўсиш босқичи бошланади. У одатда 12-40 соат ва шу билан бирга озика муҳитидаги моддаларни кўп миқдорда истеъмол қилиши, иссиқлик, ис ва сув ажратиши билан давом этади. Бунда микроорганизм озикани мицелиялари билан тўлиқ ўраб олади. Айнан мана шу босқичда кўп миқдорда иссиқлик ажралади ва умумий ажраладиган иссиқликнинг 75-80% ини ташкил қилади.

1 тонна, култура бир соат давомида фаол ўсиш босқичида $7,6 \text{ м}^3$ га яқин кислородни ўзлаштиради ёки ҳавога бўлган нисбатда эса $36,5 \text{ м}^3$ ни ўзлаштиради. Замбуруғларни мўътадил ўсиши умумий ҳавонинг сарфи ўрта ҳисобда 1 тонна култура учун $600-650 \text{ м}^3$ ни ташкил қилади.

Учинчи босқич (идиофаза) културани морфологик ва биокимёвий ихтисослаштириш кузатилади, яъни бунда микроорганизмлар конидияларни ва иккиламчи метаболитларни ҳосил қиладилар. Ушбу босқичда микроорганизмлар хужайра ташқарисига чиқариловчи ферментларни ҳосил қиладилар. Бунда ўстириш ҳоналарида ҳароратни $3-4^{\circ}\text{C}$ га тушириш ва ҳаво алмаштиришни 3-5 мартага камайитириш зарур.

Микроорганизмларни суяқ озика муҳитларида ўстириш давомида ҳам ҳаво билан таъминлашга ва ис ва газ билан ифлосланган ҳавони ферментёрдан чиқиб кетиш режимига эътибор бериш керак. Масалан, бир култура ҳар хил аэрация шароитларида бир хил ферментни ҳар хил хусусияти билан ҳосил қилиши мумкин. Умуман олганда ҳаво билан таъминлаш микроорганизмни ўстириш жараёни ва фермент ҳосил қилишини тезлаштиради.

Ўстириш давомийлиги ҳам муҳим кўрсаткичлардан бири бўлиб, у максимум фермент ишлаб чиқариш самарадорлигини белгилайди. У жуда кўп омилларга боғлиқ: озика муҳити таркиби ва уни продуцентга узатиш усули, муҳитни ҳаво билан таъминланганлик даражаси, продуцент тури, фермент хусусияти ва бошқалардир. ўстириш давомийлиги кўпинча продуцентнинг физиологик хусусиятларига боғлиқ бўлади. Масалан, *B.mesentericus* ПБ учун - 36 соат бўлса, *Asp.awamori* учун эса 144 соатни ташкил этади.

рН кўрсаткичининг таъсири

Микроорганизмларни қаттиқ озика муҳити сиртида ўстиришда муҳитнинг рН кўрсаткичи унинг намлиги кам ва кучли буферли бўлганлиги сабабли ферментларнинг ҳосил бўлиш жараёнларига кам таъсир қилади. Лекин рН кўрсаткичи суяқ озика муҳитида асосий ҳал қилувчи аҳамиятга эга бўлиб, озикани стерилизация қилишда ва културани ўстириш давомида тез ўзгаради.

қаттиқ озика муҳитлари сиртида продуцентларни ўстириш жараёнида улар сув билан намланади ва намланган муҳитнинг рН кўрсаткичи 5,0-5,6 ташкил қилади. Кўпинча озика муҳити сифатида ишлатилган ўсимлик бўлакчалари хлорид, сульфат ёки сут кислоталарининг кучсиз эритмаси билан намланади ва уларнинг рН кўрсаткичи 4,5-5,0 атрофида бўлади. Кислоталарни қўшиш натижасида озика муҳити микроскопик замбуруғларнинг ўсиши учун селектив шароитга айланади. Бунда ҳаво ва озикани стерилизация қилиш харажатлари бир мунча камаяди.

Суяқ озика муҳитлари рН кўрсаткичи микроорганизмларни ўстиришда жуда катта аҳамиятга эгадир. Энг кўп эътиборни албатта, озиканинг бошланғич ва стерилизация ҳамда микроорганизм ўсиши пайтида катион ва анионларни истеъмол қилиши натижасида ўзгарадиган рН кўрсаткичига бериш керак. Шундай истеъмол натижасида културал суяқлик ё кислотали ёки ишкорли муҳитга ўтиб кетади.

Мухитнинг мўътадил рН кўрсаткичи продуцентнинг хусусиятига боғлиқ шунга қарамай баъзи умумий қонуниятларни кўриш мумкин.

Замбуруғ ва ачитки микробларига ўхшаш организмлар рН кўрсаткичи 3,8-5,6 бўлган шароитда яхши ўсади ва фермент ҳосил қилади. Бактериялар эса рН кўрсаткичи нейтрал (6,2-7,4) қийматларда фаол ривожланади. яна шундай маълумотлар борки, агарда рН кўрсаткичи фақат маълум бир қийматда ушлаб турилса бундай шароитда ўстирилган продуцент битта керакли ферментни ҳосил қилиши мумкин. Кўпчилик микроорганизмлар рН омили таъсирига жуда таъсирчан бўладилар ва бу кўрсаткичнинг сезиларли даражада салбий ёки ижобий томонга ўзгариши, уларнинг фермент ҳосил қилиш қобилятиларига бирданига таъсир қилади.

Ҳароратнинг таъсири

Кўпгина ферментларнинг продуцентлари, хусусан микроскопик замбуруғлар, мезофил микроорганизмлар ҳисобланади ва уларнинг ривожланиши учун мўътадил ҳарорат 22-32⁰С атрофида бўлади.

Ферментларни бактериал продуцентлари орасида кўпгина термофиллари ҳам учрайди ва уларни мўътадил ўстириш ҳарорати 35-55⁰С дир. Масалан, ***B.mesentericus*** ПБ бактерияси 37⁰С ни талаб қилса, ***Bac.diastaticus*** 60-65⁰С ни, ***Asp.oryzae*** эса атиги 28-30⁰С ни талаб қилади. ҳамда липаза ферментининг продуценти ***Rhizopus microsporus*** замбуруғининг фаол ривожланиши ва фермент ҳосил қилиши учун 40⁰С ҳарорат мўътадил ҳисобланади.

Саноатда термофил микроорганизмлардан фойдаланишнинг бир қанча ижобий томонлари бор. чунки уларни юқори ҳароратда ўстирилганда жараённинг стериллигига бўлган талабни ўз-ўзидан камайтиради. Бундан ташқари термофил микроорганизмлар юқори ҳароратга бардошли бўлган ферментларни ҳосил қилади. ҳарорат ҳосил бўлаётган фермент миқдорининг ўзгаришида катта аҳамиятга эгаллиги билан ҳам ажралиб турувчи омилдир.

Микро- ва макроэлементлар таъсири

Микроорганизмларни ўстириш учун озиқа муҳитларини тайёрлашда фермент саноати ёки кишлок хўжалиги ўсимликлари қолдиқларидан кенг кўламда фойдаланилади. қаттиқ озиқа муҳитлари асосан кишлок хўжалиги ўсимликларининг қолдиқларини майдалаб, намлигини маълум даражага келтириб ва унга бошқа макро ва микроэлементларнинг эритмаларини аралаштириб тайёрланади.

Суюқ озиқа муҳитлари тайёрлашда эса кам эрувчан компонентлардан миқдори чекланган ҳолда фойдаланиш мумкин. Акс ҳолда унинг эримаган қолдиқлари озиқа муҳити ва културал суюқликни қайта ишлашда ҳалақит беради. Озиқа муҳити таркибига ҳар хил ўсимлик ва фермент саноати қайнатмалари ва гидролизатлари дағал филтратларини ҳамда спирт бардаси, микроблар биомассаси плазмолизатлари, аминокислоталар ва бошқаларни қўшиб тайёрлаш мумкин. Буларда йирик қолдиқларнинг бўлмаслиги тўхтовсиз ўстириш жараёнида жуда катта аҳамиятга эга. Суюқ озиқа муҳитлари таркибида, одатда 2,5% дан 20% гача куруқ моддалар эритма ҳолида бўлади. Мухитнинг рН кўрсаткичи уни тайёрлаш вақтида ва стерилизациясидан кейин назорат қилинади.

Углерод манбалари

Гидролитик ферментлар асосан индуцибел табиатга эга бўлганлиги учун озиқа муҳити таркибига керакли бўлган ферментни фаол тўплаш мақсадида унинг индукторини қўшиш даркор.

Углерод манбаси микроорганизмлар учун энг керакли бўлган компонентдир, чунки барча организмларда энг асосий метаболик жараёнлар айнан шу элемент иштирокида амалга оширилади. Углерод манбаси вазифасини ҳар хил органик бирикмалар бажариши мумкин ва улар ҳужайра моддаларини бошланғич материаллари ҳамда энергия манбаси сифатида ишлатилади.

Микроорганизмлардан гидролитик ферментларни олишда углерод манбасига алоҳида эътибор бериш керак, чунки улар шу комплекс ферментларнинг стимуляторлари бўлиб ҳисобланади. Агарда углерод манбаси (крахмал, пектин ва ҳ.к.) озиқа муҳитига кўп миқдорда қўшилса, улар ҳаракатсиз бўлиб қоладилар ва шунинг учун микроорганизм талабига қараб уларни қисм-қисм қилиб қўшиш керак.

Углерод манбасини танлаш албатта, микроорганизмнинг физиологик хусусиятларига ва у ҳосил қиладиган ферментнинг турига боғлиқдир ҳамда ҳар бир микроорганизм учун тадқиқотлар йўли билан аниқланади.

Азот манбалари

Муҳитда азот манбаси вазифасини минерал тузлар ёки азотнинг органик бирикмалари бажариши мумкин. Масалан, протеиназалар ҳосил бўлишида азот манбалари нафақат озиқа муҳитининг муҳим компонент сифатида, балки, биосинтез жараёнини фаоллаштирувчи вазифасини ҳам бажаради. Энг яхши натижалар муҳитга оксиллар ва уларнинг парчаланиш маҳсулотларини қўшиш йўли билан олинади.

Азотнинг органик манбаларига ҳайвонларнинг ҳар хил оқсиллари (пептон, казеин, гемоглобин, желатин, тухум оқсили), ўсимлик хом ашёлари оқсиллари (ёғсизлантирилган соя, маккажўхори экстракти), микроорганизмларнинг биомассаси ҳамда оқсилларнинг кислотали, ишқорли ва ферментатив гидролизатлари, аминокислоталар ва бошқа бирикмалар киради.

Азотнинг ноорганик манбалари сифатида асосан ҳар хил азот кислотаси ва аммонийнинг тузларидан фойдаланилади. Ноорганик азот манбаларини танлашда катион ва анионларнинг физиологик таъсирига эътибор бериш керак. Муҳит рН кўрсаткичини ишқорий ёки кислотали томонга ўзгариши продуцентнинг биосинтетик хусусиятига қаттиқ таъсир қилади.

Кўп тадқиқотчиларнинг маълумотларига қараганда, азотнинг органик манбаларидан фойдаланиш ноорганикларга нисбатан кўпроқ ижобий ҳисобланади. Лекин уларни биргаликда маълум ўрганилган миқдорда ишлатилса, уларнинг таъсири кўп ҳолларда ижобий томонга бурилади.

Озиқа муҳитида азот ва углероднинг нисбати шундай бўлиши керакки, микроорганизм иккала элементга ҳам муҳтожлик сезмаслиги керак. Бир элемент танқислигини иккинчи элемент ҳисобига тўғирлаш мумкин эмас. Масалан, глюкозаоксидаза ва каталаза ферментларини *Penicillium vitale* замбуруғи азот ва углероднинг ўзаро нисбатига қараб ҳосил қилади ва ушбу нисбатни ўзгартириш йўли билан ёки глюкозаоксидаза, ё бўлмаса каталаза олиш мумкин.

Фосфор манбалари

Фосфор элементи озиқа муҳитига фосфор кислотаси тузи ёки органик бирикма - фитин шаклида қўшилади. Фосфор муҳит учун энг зарур бўлган элементдир, чунки у ҳужайрада энергия алмашинуви жараёнида АТФ, АДФ ва АМФ таркибига киради.

Микроорганизмлар логарифмик ўсиш фазасида фосфор элементини жуда кўп миқдорда талаб қилади. Чунки бу босқич ҳужайра моддаларини ва биокимёвий жараёнларнинг интенсив ўтишига тўғри келади. Одатда бу даврда 83-91% гача бўлган фосфор озиқа муҳитидан микроорганизм

биомассасига ўтади.

Фосфор протеаза, амилаза, пектолитик каби ферментларнинг биосинтезини тезлаштиради. Агар фосфорни фосфор кислоталарининг тузи кўринишида табиий қайнатмалари бор муҳит таркибига қўшилса энг яхши натижаларга эришиш мумкин.

Витаминлар ва ўстириш моддалари

Микроэлементларсиз, витаминларсиз ва ўстириш моддаларисиз микроорганизм хужайрасидаги моддалар алмашинуви жараёнини тўлиқ ўтиши эҳтимолдан узоқдир. Лекин ҳамма микроорганизмлар ҳам ўсиш ва ривожланишлари учун бу бирикмаларни қўшилишини талаб қилавермайди. Шу нуқтаи назардан назардан келиб чиқиб микроорганизмлар икки турга бўлинади:

- **Ауксоавтотрофлар** - витаминларни ташиқаридан қўшилишини талаб қилмайдиган микроблар бўлиб, улар ўзлари ушбу моддаларни синтез қилиш қобилиятларига эга;
- **Ауксогетеротрофлар** - витаминларни синтез қила олмайдиган микроорганизмлар гуруҳи бўлиб, улар учун албатта, озиқа муҳити таркибига витаминларни қўшиш керак.

Агарда ауксоавтотроф микроорганизм ўстирилувчи муҳитга витаминлар ва ўстирувчи бирикмалар қўшилса, улар бу продуцентнинг ўсиши ва ривожланишига ҳеч қандай таъсир кўрсатмайди.

Агарда ауксогетеротроф продуцент озиқасига жуда ҳам кам миқдорда юқорида зикр этилган моддалар қўшилса, уларнинг ўсиш ва ривожланиши сезиларли даражада тезлашади. Афсуски жуда кўп продуцентлар ауксогетеротроф организмлар бўлиб, улар ферментлар биосинтезида қатнашувчи В витаминлар гуруҳи комплекси (В₁, В₃, В₅, В₆, В₈) , яъни биотин, инозит, пантотен кислотаси, тиамин, пиридоксин ва бошқаларнинг озиқада бўлишига муҳтождирлар.

Биотин аминокислоталарнинг ҳосил бўлиш реакцияларида қатнашади, бир неча ферментларнинг фаол марказига киради ва ёт кислоталарининг карбоксилланиш ва декарбоксилланиш жараёнларини катализлайди. Инозит эса фосфор кислотасининг олти молекуласи билан бирикиб ачитки микробларни ўсишини тезлаштирувчи инозитфосфор кислотасини ҳосил қилади. Пантотен кислотаси КоА таркибига кириб, хужайрадаги энг муҳим модда алмашинув жараёнларида иштирок этади.

Макро ва микроэлементлар озиқа муҳитларининг ажралмас қисми ҳисобланади. Кўп металл ионлари ферментларнинг фаол маркази таркибига киради ёки ферментларнинг структурасини тутиб туришда ва организмдаги ферментатив фаолиятни таъминлашда иштирок этади. ҳозиргача маълум бўлган ферментларнинг 1/4 қисми металлоферментлар ҳисобланади. Улар нафас олиш жараёнини, оксидланиш-қайтарилиш реакциясини, аминокислоталар, шакарлар, нуклеотидлар, пиримидин асослари синтезларини фаоллаштиради, биокутбли оксил молекулалари, гликогенлар, нуклеин кислоталари ҳосил бўлишини ҳамда уларнинг трансформацияси ва парчаланишини бошқарадилар.

Ҳамма металлоферментлар икки гуруҳга бўлинади:

- **Биринчи гуруҳ** ҳақиқий металлоферментлардир, яъни улар метал ионлари ва оксил молекулалари ўртасида бузилмас бог ҳосил қилиб, ионитлардан ўтказилганда ҳам парчаланмайди.
- **Иккинчи гуруҳ** металлоферментлари эса диализ жараёнида металл ионлари билан бўлган богни узадилар ёки ферментга бошқача ишлов бериш жараёнида каталитик

фаоллигини йўқотадилар. Бу гуруҳ ферментларига яна ташқаридан металллар қўшилса улар фаоллигини тиклайдилар.

Оксидланиш-қайтарилиш жараёнларида темир, мис, марганец, рух, бор ва молибден талаб қилувчи ферментлар иштирок этади. Умуман олганда микроорганизмларда борадиган барча жараёнлар макроэлементлардан ташқари микроэлементларнинг иштирокига муҳтождир. Шунинг учун, айниқса синтетик озиқа муҳитлари тайёрлашда микроэлементларнинг улуший миқдорини эътиборга олиш лозим.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

- 1.Квеситадзе Г.И., Безбородов А.М. «Введение в биотехнологию». М.Наука. 2002 г. с. 247-281.
- 2.Brown L.R. World fod problems. Single cell protein. Ed. R.Mateles, S.Tannenbaum. Cambrige (Mass.): MIT press, 1998. P 11.
- 3.Production and feeding of single cell protein. Ed M.P.Ferranti, A.Fiechter L.: Apll Scince publ., 1980.
- 4.Goldberg I. Single cell protein. Ed.S.Aiba et. Al. N.Y. etc: Springer, 1985.
- 5.Lee J.D., Jomogata K/J/ //Gen and Appl Microbiol. 1980. Vol. 26. p. 133.
- 6.Бекер М.Е., Лиепиньш Г.К., Райпулис. «Биотехнология». М. ВО «Агропромиздат». 1990. с. 181-201.
- 7.Давронов К., Хўжамшукуров Н. «Умумий ва техник микробиология». Тошкент, ТошДАУ. 2004.
- 8.Бакай С.М. Биотехнология обогащения кормов мицеиальнўм белком. Киев. Урожай 1987.
- 9.Биотехнология кормопроизводства и переработки отходов. Рига: Зинатие, 1987.
10. Бўков В.А. и др. Микробиологическое производство биологически активнўх веҳеств и препаратов. – М. Вўсшая школа, 1987.