

2016-2017

Ўзбекистон Республикаси Соғлиқни
сақлаш вазирлиги
Тошкент фармацевтика институти
Биотехнология кафедраси



«Биологик фаол моддалар технологияси» фанидан маърузалар матни

Тузувчи: Биотехнология
кафедраси катта ўқитувчиси,
б.ф.н. Тураева Д.Т.



5 – МАЪРУЗА

БИОЛОГИК ФАОЛ МОДДАЛАРНИ ТОЗАЛАШ. БФМ ТОЗАЛАШДА ҚЎЛЛАНАДИГАН УСУЛЛАР. БФМ ЛАРНИ БИРЛАМЧИ АЖРАТИБ ОЛИШ, ТОЗАЛАШ ВА ЮҚОРИ ДАРАЖАДА ТОЗАЛАШ УСУЛЛАРИ.

Маърузачи: Биология фанлари номзоди, катта ўқитувчи Тураева Д.Т.

Маъруза режаси

1. Биологик фаол моддаларни тозалаш.

- 1.1. Биотехнологик жараёнларнинг охирги босқичлари.
- 1.2. Махсулотларни тозалашни ўзига хосликлари.
- 1.3. Хужайраларни бутунлигини бузиш йўллари.

2. БФМ ларни тозалашда қўлланадиган усуллар.

- 2.1. Ажратиш усуллари ва уларнинг классификацияси.
- 2.2. Усулларнинг устунлик ва камчиликлари.

3. БФМ ларни бирламчи ажратиб олиш, тозалаш ва юқори даражада тозалаш усуллари танлаш мезонлари ва принциплари.

- 3.1. Тозалаш усуллари танлаш мезонлари ва принциплари.
- 3.2. Тўлиқ тозалаш схемаси.

БИОЛОГИК ФАОЛ МОДДАЛАРНИ ТОЗАЛАШ УСУЛЛАРИ БИОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ СЎНГГИ БОСҚИЧЛАРИ

Ферментация жараёни тугагандан сўнг культура суюқлигида қуйидагилар бўлади:

- микроорганизмлар;
- Ҳаётий фаолият махсулотлари;
- Озуқа муҳитқолдиқлари;
- Кўпикни йўқотувчи воситалар;
- Эрийдиган ва эримайдиган моддалар.

Ўсимлик ва ҳайвон хом ашёсини экстракциялаш жараёни сўнггида культура суюқлигида қуйидагилар бўлади:

- БФМ дан ҳоли бўлган хом ашё;

Қуйидагилар биотехнологик махсулот сифатида қўлланилади:

- Микроорганизмлар ва уларнинг метаболитлари, улар культурал суюқликда эриган ҳолда бўлиши мумкин.
- Микроорганизмлар хужайралари ичидаги моддалар;

- Ўсимлик ва ҳайвон хом ашёсидан ажратиб олинган моддалар ва комплекс моддалар.

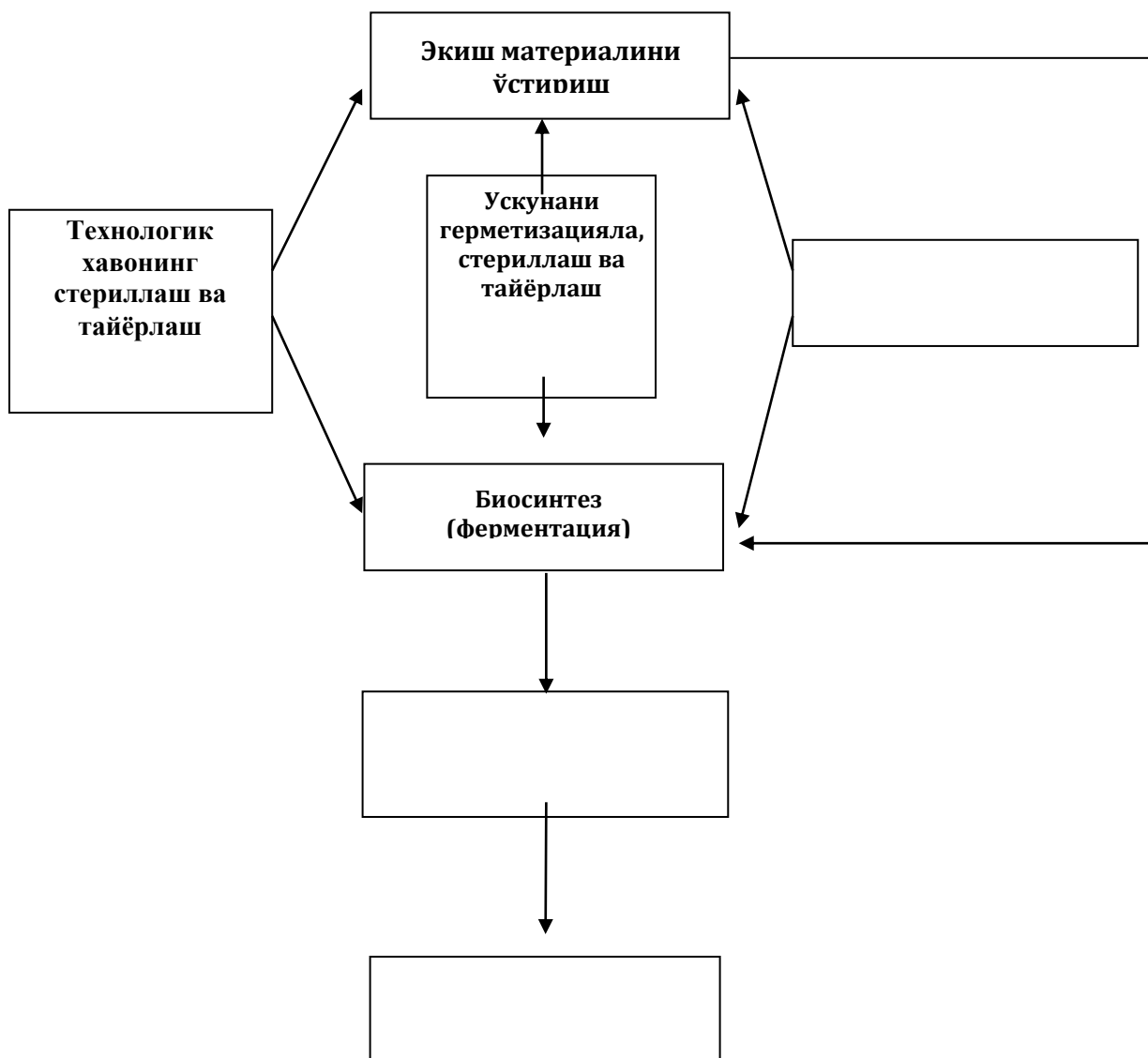
Қайси манбадан ажратиб олиганлигидан қатъий назар махсулотни балласт моддалардан ажратиб олиш зарур бўлади (микроорганизмлар массасини культурал суюқликдан ёки хом ашёни ажратмалардан)

Бунда олинган ажратмалар мураккаб аралашмалар бўлиб, ўз таркибида физик-кимёвий хусусиятлари яқин бўлган бир неча компонентни сақлайди.

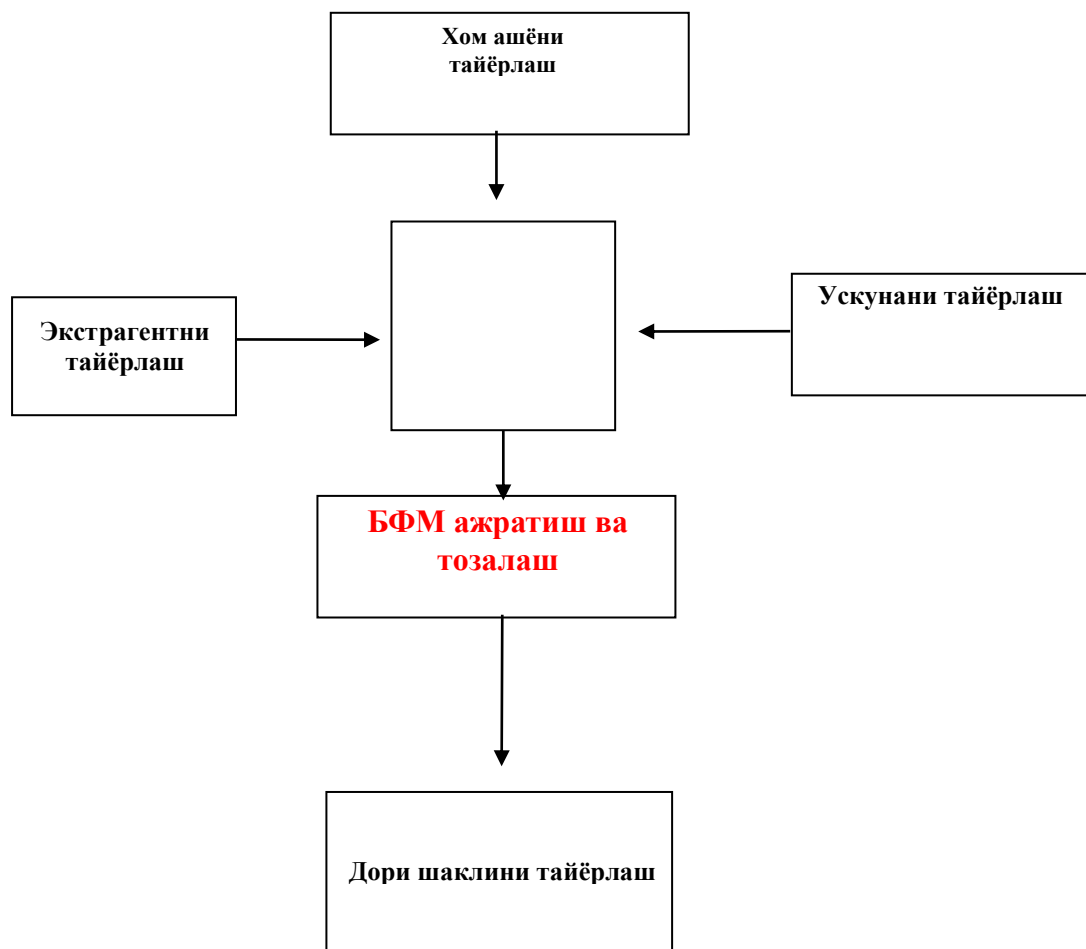
Эриган минерал тузлар, углеводлар, оксиллар ва бошқа органик моддалар билан суюқлик таркибида сезиларни микдорда полидисперс коллоид заррачалар ва боўқа аралашмалар ҳам бўлади.

Улар ўз навбатида нафақат куп компонентли эритмалар балки суспензиялар ҳам ҳисобланадилан.

ФЕРМЕНТАЦІЯ УСУЛИ БИЛАН БФМ АЖРАТИБ ОЛИШ СХЕМАСИ



ЎСИМЛИК ВА ҲАЙВОН ХОМ АШЁСИДАН БФМ АЖРАТИБ ОЛИШ СХЕМАСИ



Махсулотни ажратиб олиш ва тозалашнинг зарурати ва ўзига хослиги.

Сўнгги махсулотни ажратиб олиш босқичи қуйидагиларга боғлиқ бўлади – бунда махсулот хужайра ичида тўпланади ёки культурал суюқликка ажралиб чиқади, ёки махсулот хужайралар биомассаси бўлади.

Энг мураккаб жараёнлардан бири бу хужайра ичидаги махсулотни ажратиб олиш. Бунда хужайраларни муҳитдан ажратиб олиш зарур бўлади ва уларни парчалаб сўнгги махсулотни ажратиб олинади.

Агарда сўнгги махсулот продуцент томонидан культурал суюқликка ажратиблиб чиқса уни ажратиш анча осон кечади.

ҲУЖАЙРАЛАР БУТУНЛИГИНИ БУЗИШ УСУЛЛАРИ

Ажратиб олиш ва тозалаш усуллари сўнгги махсулотнинг табиати билан белгиланади.

Хужайралар бутунлигини бузиш қуйидаги усуллар билан амалга оширилади:

- ✚ физик;
- ✚ Кимёвий
- ✚ Ферментатив усуллар билан.

Саноат миқёсида физик усуллар катта аҳамиятга эга. Уларни қуйидаги усуллар билан амалга оширилади:

- Ультра товуш;
- Куракчали ёки вибрационн дезинтеграторлар билан;
- Катта босим остида кичик тешикчалар орқали сиқиб чиқариш;
- Музлатилган массани эзиш орқали;
- Майдалаш;
- Осмотик шок орқали;
- Бир неча бор музлатиш ва эритиш орқали;

Дезинтеграциянинг физик усуллари олинadиган сўнгги маҳсулотнинг сифатига салбий таъсир этади.

Хужайра деворини танловчан ва юмшоқ усулларда парчалаш кимёвий (микроорганизмларнинг хужайра деворини бузиш толуол, бутанол, СФМ ёки антибиотиклар: полимиксин, новобиоцин, нистатинлар билан ишлов бериш орқали амалга ошириш мумкин) ва ферментатив (бактериал хужайралар ЭДТА (этилендиаминтетраамин кислотаси), иштирокида лизоцим таъсирида парчаланadi) усуллар билан амалга оширилади. Ачитқиларнинг девори эса шиллиққуртнинг зимолиаза ферменти ёки замбуруғ ёки акциномицет табиатли ферментлар билан парчаланилади.

Хужайраларнинг дезинтеграциясидан сўнг маҳсулотни тозалаш мумкин.

Агарда маҳсулот тозаланмаган ҳолатда керакли фаолликка эга бўлса ва уни қўллаш вақтида муҳитдаги ёт моддалар ножўя таъсирни кўрсатмаса, у ҳолда моддани мукаммал тозалаш талаб этилмайди.

Баъзи, анъанавий биотехнологик жараёнлар умуман маҳсулотни ажратиш босқичини қўлламайди.

БФМ ларни тозалашда қўлланиладиган усуллар.Ажратиб олиш усуллари ва уларнинг классификацияси

БФМ ни ажратиб олиш ва тозалаш усулларининг қатъий классификацияси мавжуд эмас, бироқ турли хил ёндашувлар мавжуд.

Шулардан бири тозалаш жараёнини утказиш тавсифига кура ажратиш бўлиб – физик ва кимёвий усулларга бўлинади.

Сўнгги маҳсулотни агрегат ҳолатига кўра ажратиш усуллари қуйидагиларга бўлинади:

- агар ажратиб олинган маҳсулот эритмада бўлса (экстракция, адсорбция, кристалл, мембрана орқали филтрлаш);
- агарда ажаратиб олинган маҳсулот қаттиқ фаза кўйинишида бўлса (тиндириш, филтрлаш, центрифугалаш)

Агарда сўнгги маҳсулотни бир усул билан ажратиш олиш имкони бўлмаса, у ҳолда бир неча усуллар комбинацияси қўлланилади.

АЖРАТИШ УСУЛЛАРИ

- механик (тиндириш, флотация, центрифугалаш, кристаллизация, фильтрлаш);
- диффузион (экстракция);
- сорбцион (хроматография, электрофорез);
- Эритувчиларни ажратиш олиш учун иссиқлик-технологик усуллар (буғлатиш, қуритиш).

МЕХАНИК

Тиндириш (чўктириш ёки седиментация) – дисперс тизимларни оғирлик кучи таъсирида ва дисперс фазани чўкма кўринишида ажратиш олиш.

Эриган моддаларни чўктириш физик (киздириш, суюлтириш ёки концентрлаш, эритмани совутиш) ёки кимёвий таъсирлар орқали, яъни эриган моддаларни кам эрувчан ҳолатга ўтказган ҳолда амалга оширилади.

Мақсад ва ажратиш олинаётган модданинг табиатидан келиб чиққан ҳолда у ёки бу усул ёки таъсирот танлаб олинади.

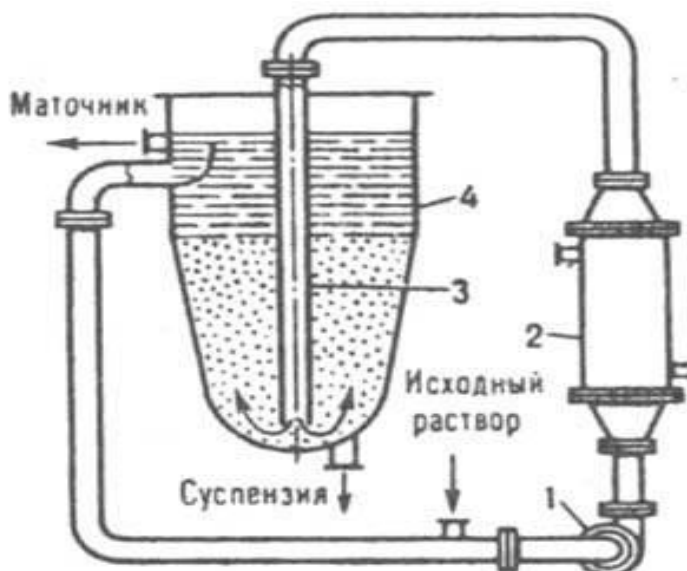
Тиндириш – энг оддий ва арзон усул.

Бу усулда фақатгина йирик заррачаларни ажратиш ташлаш мумкин.

Бу усул ўзининг камчиликларига эга бўлиб, самарадорлигини ошириш учун бошқа усуллар билан комбинацияланган ҳолда олиб борилади (фильтрация, центрифугалаш)

Камчиликлари:

- Паст самарадорлик;
- Жараённинг узок давом этиши;
- Қайта ишлашнинг термодинамик шароитларига нисбатан юқори таъсирчанлиги.



БФМ ЛАРНИ ДАСТЛАБКИ ҚАЙТА ИШЛАШ

Қуйидаги параметрлар билан бошқарилади:

- рН ни ўзгариши билан;
- Қиздириш билан;
- Кимёвий агентларни қўшиш билан.

Чўктириш жараёнларини тезлаштириш учун қуйидагилар қўлланилади:

- коагулянтлар – булар шундай моддаларки енгил заррачаларни агрегатли-нотурғун ҳолатга ўтказди (желатин, балиқ елими, казеин);
- флокулянтлар – коллоид тизимларни парчалайди ва катта бўлакли чўкмаларни ҳосил қилади (метилцеллюлоза, пектин, альгинат натрий ва б.қ.)

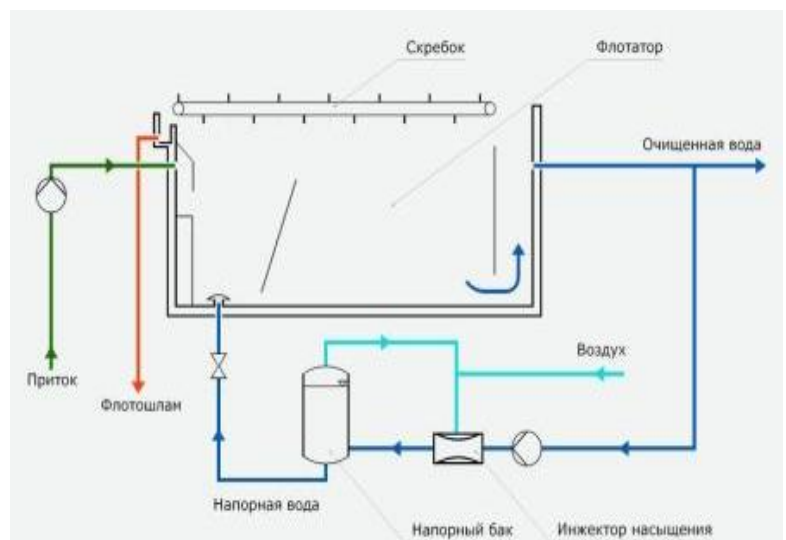
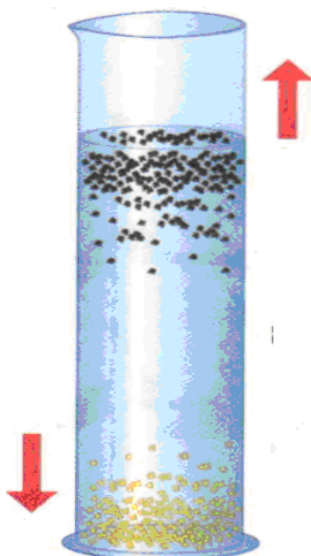


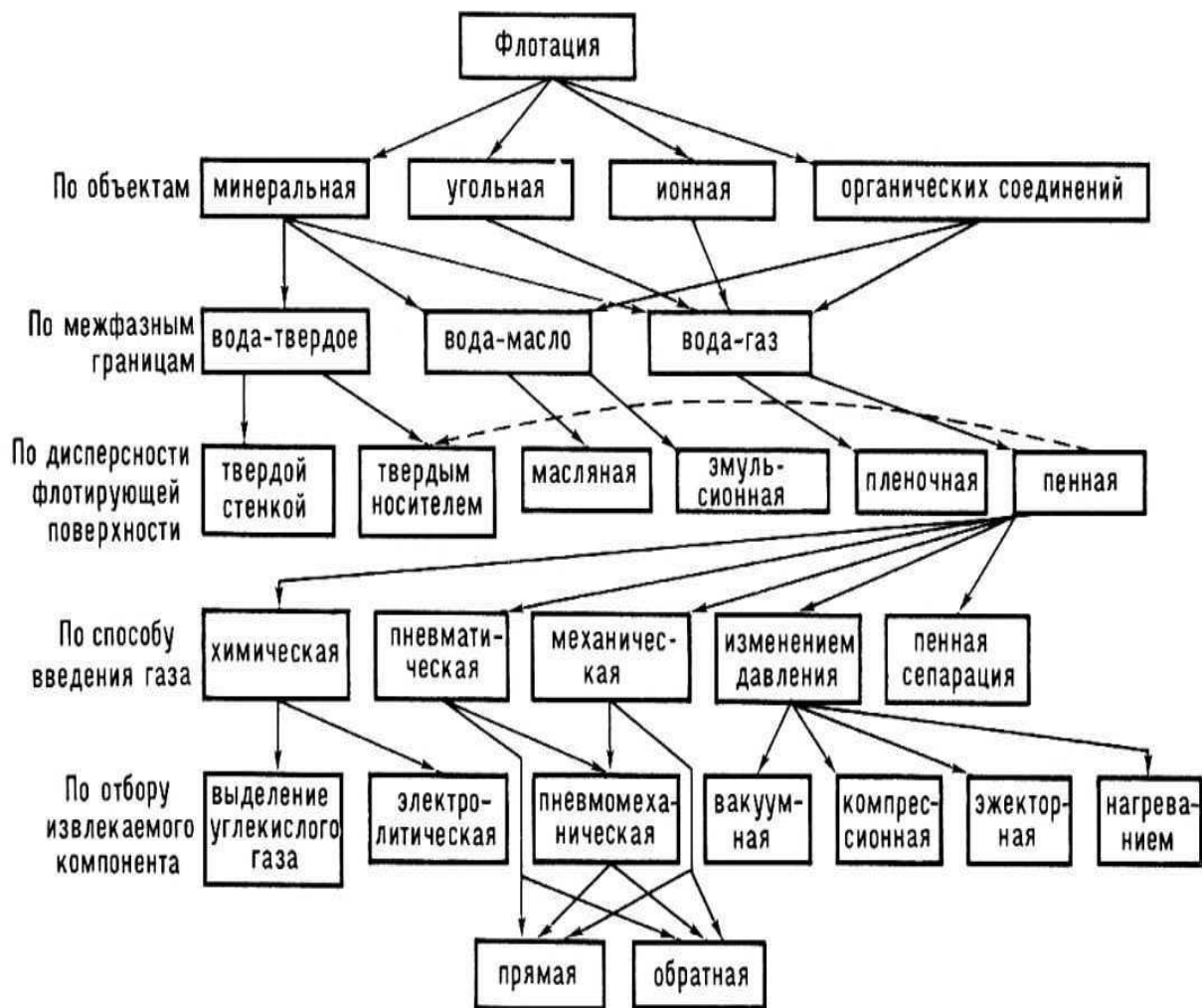
Дастлаб қайта ишлаш жараёнини амалга ошириш учун даврий ва узлуксиз таъсирдаги аппаратлардан фойдаланилади.

Кичик хажмдаги массани қайта ишлаш учун даврий таъсирдаги тиндирувчи аппаратлардан фойдаланилади. Жараённи оптималлаштириш учун барабанли типдаги аппаратлардан фойдаланилади

Флотация

Бу усул ўз-ўзидан чўкмага тушмайдиган ва яхши эримайдиган дисперс аралашмаларни ажратиб олиш қўлланилади.



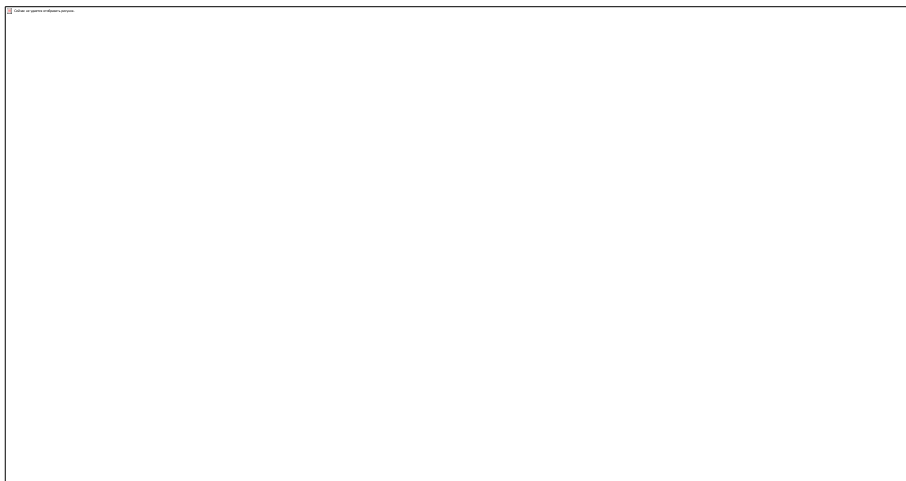


Устунликлари: жараён узлуксизлиги, қўлланишнинг кенг диапазоли, кам харажатлилиги, қўлланадиган ускунанинг соддалиги, ажратиб олинадиган аралашмаларнинг танловчанлиги, тиндириш усулига нисбатан жараённинг юкори тезликда бориши

БИРЛАМЧИ ИШЛОВ БЕРИШ УСУЛЛАРИ

ЦЕНТРИФУГАЛАШ

Бу усул гетероген тизимларни ажратишда қўлланиб, бунда марказдан қочиш кучи таъсирида моддалар фракциялага зичлиги бўйича ажралади.



Центрифугалашни қўллаш

- Культурал суюқликдан биомассани ажратиб олиш (ачитқилар, бактериялар, замбуруғлар);
- Микробиологик синтез маҳсулотларини ажратиб олишотделение (антибиотиклар, ферментлар, витаминлар ва б.қ.), олдиндан каттиқ фазага ўтказиб олинади;
- Экстракция жараёнида ҳосил бўладиган эмульсияларни ажратиб олиш;
- Дақиқасига ўн минг марта айланадиган ультрацентрифугалар ёрдамида юқори молекуляр моддалар эритмаларини ажратиш ва фракциялашга имкон беради.

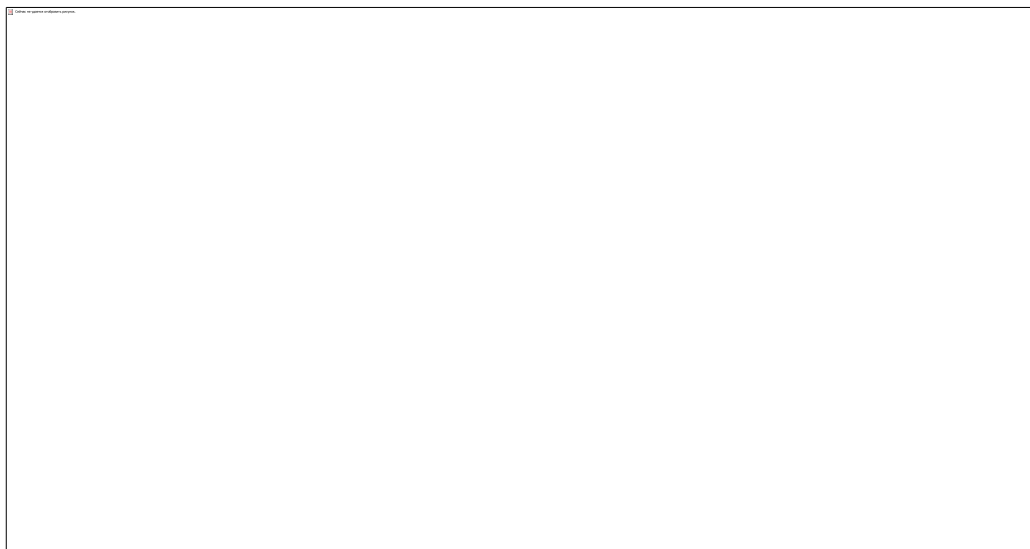
Центрифугалашни устунликлари

- Мувозанат шароитларга тезда эришилиши.

Центрифугалашни камчилиги, нисбатан қиммат ускуналар талаб этилади ва қуйидаги ҳолатларда қўлланилади:

- агарда суспензия жуда секин филтрланса;
- сепарациянинг узлуксиз жараёни талаб этилса, қачонки филтратлар даврий таъсирга мўлжалланган бўлса.

ЦЕНТРИФУГЛАР КОНСТРУКЦИЯСИ



Сепараторлар – центрифугалар бўлиб, ажратишнинг юқори омили бўлиб лагансимон барабан билан жихозлангандир. Чўкмани 60-90% ли намликкача концентрлаши мумкин.

КРИСТАЛЛАШ

Кристаллаш – эритмалардан каттиқ фазаларни кристалл шаклида ажратиб олинади.

БФМ ларни кристалланиши эритмаларни ҳароратини кескин ўзгариши ҳисобига уларни эрувчанлигини пасайишидир (одатда ҳарорат пасайтирилади, аммо

эритромицин ҳолатида ҳарорат оширилади) ёки уларни бошқа яхши эрийдиган кимёвий шаклга ўтказиб олинади.

Бу жараён эритмани pH ни ўзгартирган ҳолда ёки мувофиқ келувчи реагент қўшиш орқали бир вақтнинг ўзида ҳарорат пасайтирилиб амалга оширилади.

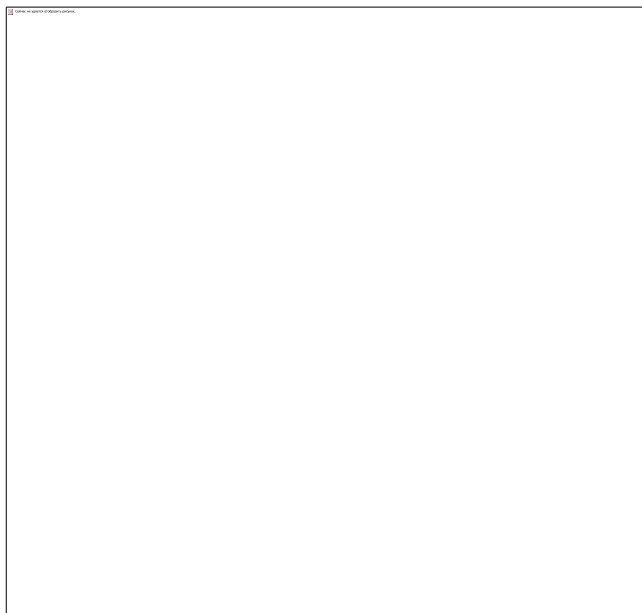
Кристаллизация жараёни қуйидаги босқичлардан иборат:

- кристаллаш;
- Кристалларни эритмадан ажратиш олиш;
- Қайта кристаллаш;
- ювиш;
- Кристалларни қуриштириш.

Кристаллизация жараёнини ўтказиш учун эритмадан олдин эритувчини ҳароратни ошириш орқали олиб ташланади.

Устунликлари: оддий ва кам харажатлилиги, бир неча минг тоннали ишлаб чиқариш саноатида қўлланилади.

Камчилиги: жараён ҳарорат таъсирида олиб борилади (бу жараён термолабил БФМ лар ажратиш олишда қўллаб бўлмайди)



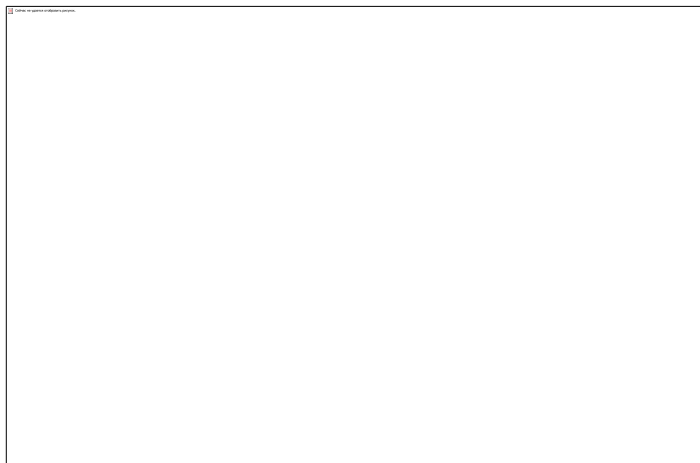
Фильтрлаш – суспензиянинг суюқ ва қаттиқ фазаларини ғоваксимон тўсиқ орқали ўтказиш йўли билан тозалашдир.

Қаттиқ ёки суюқ фазани ажратиш олиш бўлиб (қачонки улардан бири чиқинди маҳсулоти бўлса), ҳамда бир вақтнинг ўзида қаттиқ ва суюқ фазани олиш мумкин.

Фильтрлаш гидродинамик жараён бўлиб унинг тезлиги, фильтр тўсиғининг икки томонидан ҳосил бўладиган босимлар (P) фарқига тўғри ва тўсиқ тешикчаларидан ва ҳосил

бўлган чўкма орқали ўтаётган суюқлик харакати дуч келган қаршиликка тескари пропорционалдир

Фильтрловчи материал сифатида қоғоз, мато, полимер, керамика, шиша, композицион материаллардан, металл, кукунлардан ясалган ярим ўтказгич материаллардан фойдаланилади.



ФИЛЬТРЛОВЧИ ТИЗИМЛАР

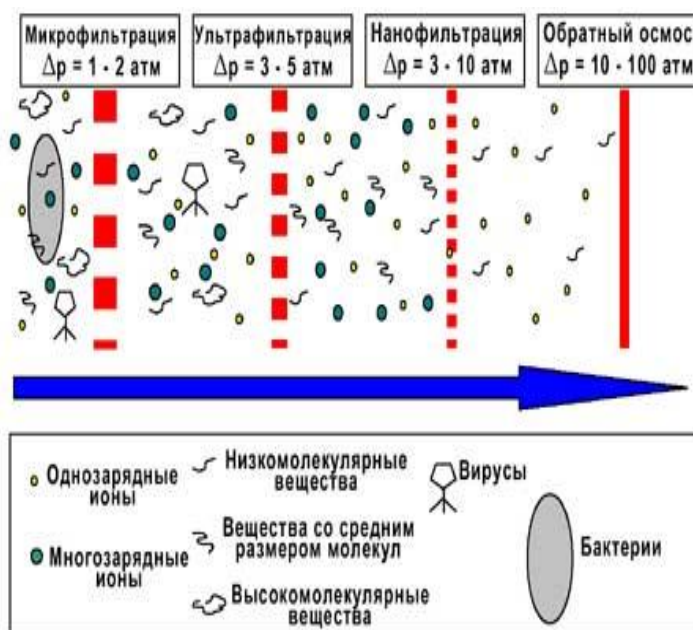
- барабанли;
- лентали;
- ясси фильтрлар;
- айланувчи вакуум-фильтрлар;
- фильтр-пресслар;
- мембранали фильтрлар.

Устунликлари: жихознинг соддалиги, ишлаб чиқариш самарадорилигининг юқорилиги.

Камчилиги: фильтрловчи материалнинг юзасида ва хажмида чўкмани ҳосил бўлиши, натижада суюқлик оқимининг тезлиги пасаяди (танловчанлигини ошиши).

МЕМБРАНАЛИ УСУЛЛАР

- диализ и электродиализ;
- Тескари осмос;
- нанофильтрация;
- ультрафильтрация;
- микрофильтрация.



МЕМБРАНАЛИ УСУЛЛАР

Устунликлари:

- мембраналарни қўллаш иқтисодий жиҳатдан юқорисамарали ва кам чиқиндили технологияларни яратишга имкон беради.
- соддалиги, нисбатан кам чиқимлилиги ва юмшоқ режимда бориши, бу усул нотурғун (баъзи аминокислоталар, антибиотиклар ва ферментлар) маҳсулотларни концентрлашда самарали усул ҳисобланади

СОРБЦИОН ФИЛЬТРАЦИЯ

Сорбция деб — эриган моддаларни —фильтрни тўлдириб турувчи қаттиқ сорбент юзасига ютилишига айтилади.

Механик фильтрациядан бу жараён шуниси билан фарқланадики, бунда механик филтрнинг материали инерт, сорбцион филтрда эса – фаолдир: у ёт моддаларни тутиб қолади ва молекуляр тортиш кучи ҳисобига ушлаб туради.

ЭКСТРАКЦИЯЛАШ ВА АДСОРБЦИЯ МОҲИЯТИГА АСОСЛАНГАН МОДДАЛАРНИ АЖРАТИШ УСУЛЛАРИ¹:

- хроматография;
- электрофорез.

ХРОМАТОГРАФИЯ

Хроматография усули куйидаги турларга бўлинади:

- Юпқа қатламли хроматография (қоғоз, палстинкали)
- ва колонкали

Хроматография жараёнида иккита фаза фарқланади:

- Харакатланувчи фаза – колонка бўйлаб оқиб чикувчи элюент/харакатланувчи эритувчи;
- ва харакатсиз фаза – колонкани тўлдириб турувчи адсорбент/қоғоз ёки пластинкани тўлдириб турувчи силикагель

КОЛОНКАЛИ ХРОМАТОГРАФИЯ

Жараёни кенг масштабларда олиб бориш имконини беради, шунинг учун саноат миқёсида кенг қўлланилади, ва унинг бир неча турлари фарқланади.

¹Agathos S. N. and Domain A L. 2006. Dissolved oxygen levels and the in vivo stability of gramicidin S synthetase. Applied Microbiology and Biotechnology 24:319-322.

- Ион алмашинув хроматографияси: колонка катионли (NH_4) ёки анионли (SO_4) зарядланган гурухларни тутган қарама қарши зарядланган ион заррачаларини тутиб қолиш хусусиятига эга адсорбент гранунлалари билан тўлдирилади.

Ушбу усул эритмалардан ионлашган моддаларни ажратиб олиш, ҳамда ион табиатли ёт моддалардан нейтрал моддаларни ажратиб олишда қўланилади

- «молекуляр элак» усули, ёки гелъ хроматографияси, моддаларни турли хил молекуляр массали ва диаметрли заррачаларни ажратиб олишга асосланган.

- Аффин хроматографияси — ташувчи заррачалари юзасига бириккан лиганд ва ажратилаётган аралашма компонентларини ўртасида ҳосил бўлган комплексларни тутилиб қолишига асосланган.

Устунлиги — бир босқичда мураккаб кўп компонентли аралашмадан махсулотни тўлиқ тозалаб олиш мумкин.

Камчилиги: материалларнинг қимматлилиги, колонкани тозаланаётган модда билан тез тўлиб қолиши, даврий режимда ишлаши.

Хар бир махсулотни ажратиб олингандан сўнг колонка регенерацияга учратилади.

Катта масштабни биотехнологик жараёнларда аффин хроматографиясидан ташқари махсулотни тозалаб олиш учун аффинли преципитация ва аффинли бўлиш қўлланади.

Аффинли преципитацияда лиганд эрувчи ташувчи билан боғланади ва шундан сўнг маълум ажратиб олинувчи бирикма билан ўзаро таъсирлашади, ҳосил бўлган комплекс шаклланиш даражасига қараб чўкмага тушади. Баъзида преципитатни чўкмага тушишини тезлаштириш учун электролитлар қўшилади.

Аффинли ажратиш усули икки сувда эрувчи полимерлардан ташкил топган тизимларни қўллашга асосланган. Улардан бири специфик лигандларни тутиб, иккинчиси эса аралашма компонентларига нисбатан ўхшашликка эга бўлади. Мисол сифатида нуклеин кислоталарни ва оксилларни ажратишни кўрсатиш мумкин.

Лиганд билан бирикадиган полимер учун полиэтиленгликол олинса, иккинчи компонент сифатида декстран қўлланилади.

ЭЛЕКТРОФОРЕЗ

Электрофорезда ажратилаётган аралашма электр майдони жойлаштирилади, бунда электр майдониаралашманинг ионлашган компонентларини ҳаракатланишини таъминлаб беради.

Электрофоретик ҳаракатчанлигидаги фарқ аралашма таркибидаги компонентларни фазовий бўлинишини таъминлаб беради.

Электрофорезнинг замонавий вариантлари тўлдирувчи гелларни ҳосил қилувчи пластинкалар ёки колонкалардан фойдаланади (агароза, полиакриламид, сефароза, оксиапатит ва б.к.).

ДИФФУЗИОН

Диффузион экстракция – бу танлаовчан (селектив) эритувчилар (экстрагентлар) ёрдамида қаттиқ ва суюқ моддалар аралашмасини ажратишдир.

Экстракциянинг физик моҳияти шундаки бунда ажратиб олинаётган компонент бир фазадан иккинчи фазага ўтади.

Экстракция жараёни одатда икки фазали тизимларда олиб борилади:

- қаттиқ – жисм – суюқлик;
- суюқлик – суюқлик.

Қаттиқ - жисм– суюқлик фазасида – қаттиқ агрегат ҳолатидаги намуна эрувчи бирикмаларни ажратиб олиш учун эритувчи билан ишлов берилади (сув, органик эритувчилар: ацетон, хлороформ, гексан ва б.қ.)

Суюқлик – суюқлик фазадаги экстракцияда турли хил бир бири билан аралашмайдиган эритувчилардан фойдаланилади (сув, гексан, хлороформ, эфирлар ва б.қ.).

Экстракция самарадорлиги қуйидагилар билан оширилиши мумкин:

- оптимал эритувчини тайёрлаш;
- қайта ишлашни бир неча бор қайтарилиши;
- тизимни қиздирилиши;
- ҳароратга нисбатан сезгир бўлган БФМ ни тозалашда криоэкстракция усули ёки паст босим остида олиб борилади.

Устунлилари:

- арзонлиги;
- жараённинг ва ускуна жихозларининг соддалиги.

Камчилиги:

- зарарли органик эритувчиларни қўлланиши;
- катта ҳажмдаги эритувчиларни қўллаш;
- эритувчидан маҳсулотни ажратиб олиш учун қўшимча харажатлар ва эритмани регенерацияси;

ТЕХНИК ИССИҚЛИК УСУЛЛАР ЁРДАМИДА БИРЛАМЧИ ТОЗАЛАШ².

Буғлатиш – кўпинча вакуум остида, суюқликни қиздириш орқали эритмани қисман буғлантириб суюқ эритувчиларни концентрлаш жараёни. Қатор ҳолларда буғлатилган эритма кристаллизацияга учратади. Буғлатиш натижасида олинadиган концентрланган эритмалар ва қаттиқ моддаларни қайта ишлаш осонроқ ва арзонроқ, ҳамда сақлаш ва ташиш осонроқ бўлади.

Термолобил бўлган биологик фаол моддаларни қайта ишлашда ишчи ҳарорат вакуум остида 40-50 °C на ташкил этади.

²ДавроновҚ., ХўжамшукуровН. Умумий ватехник микробиология. Тошкент, ТошДАУ, 2004.

БФМ НИ БИРЛАМЧИ АЖРАТИБ ОЛИШ, ТОЗАЛАШ ВА НОЗИК ТОЗАЛАШ УСУЛЛАРИНИ ТАНЛАШДА ПРИНЦИП ВА МЕЗОНЛАР

Бирламчи тозалаш: экстракция (к\с ва с\с), тиндириш, фильтрлаш, центрифугулаш, флотация.

Тозалаш: экстракция (к\с ва с\с), мембранали фильтрациялаш.

Нозик тозалаш: хроматография, электрофорез, кристаллизация, мембранали фильтрлаш, буғлатиш, кутириш.

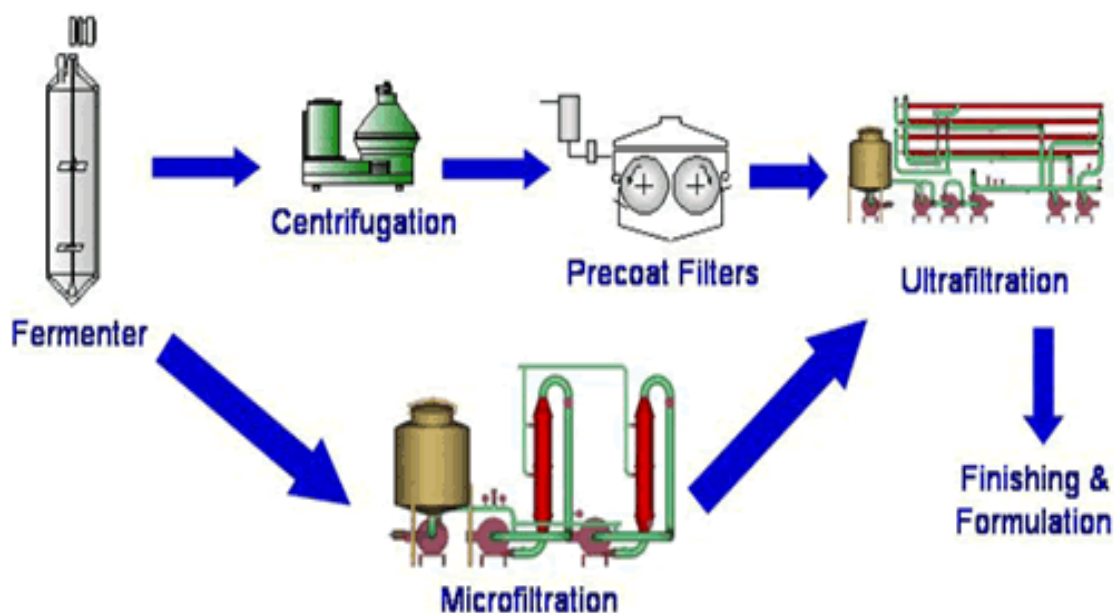
Муаллақ фазани ажратиб олиш – мураккаб технологик вазифа бўлиб, бу вазифа концентрлашни турли йўллари орқали амалга оширилади (флотация, сепарациялаш, буғлатиш).

Кўпинча махсулотни биргина усул билан ажратиб олиш мушкулдир, бу ҳолда бир неча усулнинг комбинациясидан фойдланилади ва ажратиш жараёнида махсулотэрувчан шаклдан эримайдиган шаклга ўтказилади ва аксинча бўлиши мумкин.

Эриган моддаларни ажратиб олишда культурал суюқлик олдиндан қайта ишлов берилади ва чўктириш, фильтрлаш, центрифугулаш (сепаратлаш) ва мембрана усуллари (электродиализ, ультра- и микрофилтрация) ёрдамида тозаланади.

ТЎЛИҚ ТОЗАЛАШ СХЕМАСИ

1-мисол. Бирламчи ажратиб олиш учун усуллар



Тозалаш энг қимматли босқичлардан бири бўлиб махсулотнинг таннархини 70% ташкил этади, шунинг учун энг арзон тозалаш усуллари излаш зарур бўлади.

2-мисол. Қизил мия илдизларини тозалаш жараёни



3-мисол. Сўнгги маҳсулотни ажратиб олишни мавжуд усуллари



НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР

1. Биологик фаол моддаларни тозалаш усуллари санаб ўтинг.
2. Биотехнологик жараёнларнинг охириги босқичлари ҳақида маълумот беринг.
3. Маҳсулотларни тозалашни ўзига хосликлари нималардан иборат.
4. Хужайраларни бутунлигини бузиш усуллари айтиб беринг ва ҳар бир усулнинг устунлиги ва камчилигини айтиб беринг.
5. БФМ ларни тозалашда қўлланадиган усуллар.
6. Ажратиш усуллари ва уларнинг классификацияси.
7. Ажратиш усулларнинг устунлиги ва камчиликлари айтиб беринг.
8. БФМ ларни бирламчи ажратиб олиш, тозалаш ва юқори даражада тозалаш усуллари танлаш мезонлари ва принциплари нимдан иборат?.
9. Тўлиқ тозалаш схемасини чизиб беринг.

