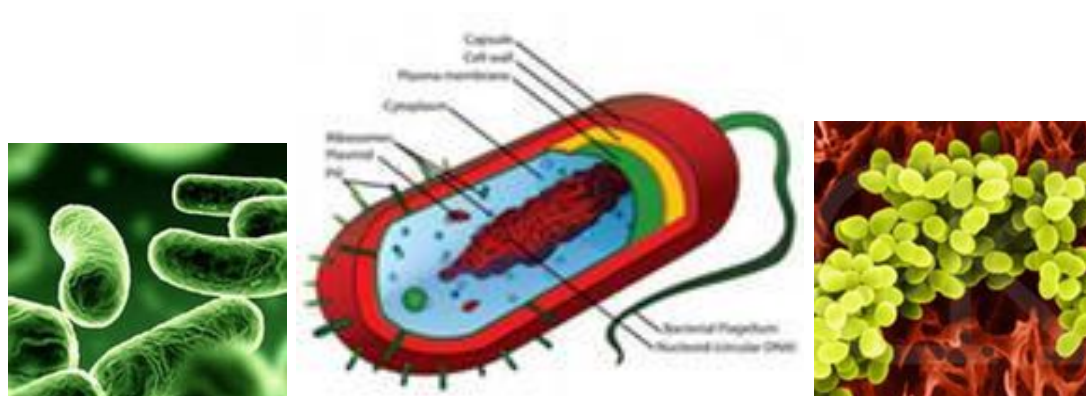


# **ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**П.Мирхамидова, А.Ҳ.Вахобов, Қ.Давранов, Г.С.Турсунбоева**



## **МИКРОБИОЛОГИЯ ВА БИОТЕХНОЛОГИЯ АСОСЛАРИ**

**Тошкент-2013**

## МУНДАРИЖА

СЎЗ БОШИ	14
КИРИШ	16
МИКРОБИОЛОГИЯ ВА БИОТЕХНОЛОГИЯНИНГ ҚИСҚАЧА РИВОЖЛАНИШ ТАРИХИ	21
I-БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАРНИНГ МОРФОЛОГИЯСИ ВА УЛЬТРАСТРУКТУРАСИ	35
1.1. Бактериал хужайранинг кимёвий таркиби.	35
1.2. Бактерияларнинг морфологияси ва тузилиши	37
1.3. Микроорганизмларнинг морфологияси (ташқи тузилиши)	43
II-БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАР СИСТЕМАТИКАСИ	51
2.1. Прокариотларнинг систематикаси	51
2.2. Вирусларнинг шакли, гуруҳлари ва систематикаси	58
2.3. Вирусларнинг кимёвий таркиби	61
2.4. Вируслар классификацияси	62
III-БОБ. БИОТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ ЭНГ МУҲИМ БИОКИМЁВИЙ АСОСЛАРИ	66
3.1. Бактерияларнинг метаболизми	66
3.2. Микроорганизмларда моддалар алмашинуви механизми	68
3.3. Ферментлар ва уларнинг моддалар алмашинувидаги роли	69
3.4. Оқсил алмашилиши.	70
3.5. Микроорганизмларнинг озиқланиши ва нафас олиши	71
3.6. Уч карбон кислоталар ҳалқаси (кребс ҳалқаси)	74
3.7. Микроорганизмларнинг азот билан озиқланиши	81
3.8. Хемосинтез жараёни	85
3.9. Микроорганизмлар иштирокида ёғларнинг оксидланиши	87
3.10. Микроорганизмлар ёрдамида сут-кислотали, спиртли бижғиш жараёнлари	89

3.11. Мой кислотали бижғиш.	102
3.12. Ёғ кислотали в ацетон бутилли бижғиш (Clostridium авлодига мансуб бактериялар қўзғатувчи бижғиш жараёнлари)	108
3.13. Фотосинтез	118
3.14. Сайёрамининг фотосинтетик маҳсулдорлиги	123
3.15. Фотосинтез орқали қайта тикланадиган ўсимлик полимерлари	129
IV. БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАР ГЕНЕТИКАСИ.	145
4.1. Ирсият ва ўзгарувчанлик.	145
4.2. Микроорганизмлардаги трансформация, трансдукция, ходисалари	158
V. БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАРНИНГ ТАБИАТДА ТАРҚАЛИШИ	163
5.1. Микроорганизмларга ташқи муҳит омилларининг таъсири	163
5.2. Кимёвий омиллар	167
5.3. Биологик омиллар	168
5.4. Сув микрофлораси.	169
5.5. Тупроқ микрофлораси.	172
5.6. Ҳаво микрофлораси.	175
5.7. Ризосфера бактериялари.	176
5.8. Микориза.	177
VI-БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАРНИНГ ГЕОЛОГИК ФАОЛИЯТИ	179
6.1. Тупроқ ҳосил бўлишида микроорганизмларнинг аҳамияти.	179
6.2. Олтингурутнинг табиатда айланиши.	182
6.3. Тион бактериялар.	183
6.4. Темир бактериялари.	184
VII-БОБ. ТАБИАТДА АЗОТНИНГ АЙЛАНИШИ.	187
7.1. Аммонификация жараёни ва мочевиначининг парчаланиши.	187
7.2. Нитрафикация ва денитрафикация жараёнлари	191
7.3. Бактериал ўғитлар.	205
7.4. Азотобактерин ва АМБ препарати.	205

7.5. Фосфобактерин.	207
VIII-БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАР БИОКИМЁСИ	208
8.1. Микроорганизмларда аминокислоталар, оқсиллар, витаминлар ва бошқа бирикмаларнинг синтезланиши	208
IX-БОБ. ПАТОГЕН МИКРООРГАНИЗМЛАР	212
9.1. Иммунитет тўғрисидаги таълимот	217
9.2. Антибиотиклар ва фитонцидлар.	221
X-БОБ. БИОТЕХНОЛОГИЯ АСОСЛАРИ	224
10.1. Биотехнологиянинг ҳозирги биология фанидаги ўрни ва аҳамияти	224
10.2. Биотехнологиянинг объектлари. Микроорганизмлар ва улар ёрдамида фойдали моддаларни олиниши.	238
XI-БОБ. ГЕН ИНЖЕНЕРЛИГИ	247
11.1. Ген инженерлигининг моддий асослари	247
11.2. Ген инженерлигининг ферментлари.	249
11.3. Рекомбинант ДНК ҳосил қилиш методлари.	253
11.4. Ўсимликлар ва ҳайвонларда ген инженерлиги	260
11.5. Трансген ўсимликларга генетик материалларни экспрессияси.	261
11.6. Ҳайвонлар ген инженерлиги	266
XII-БОБ. ҲУЖАЙРА ИНЖЕНЕРЛИГИ	268
12.1. Хужайра инженерлигининг моддий асослари.	268
12.2. Протопластлар культурасини олиш.	270
XIII-БОБ. ФЕРМЕНТЛАР ИНЖЕНЕРЛИГИ	273
13.1. Ферментлар инженерлигининг асосий вазифалари.	273
13.2. Тозаланмаган, комплекс фермент препаратларининг олиниши.	275
13.3. Ферментларни тозалаш усуллари.	288
13.4. Ферментларни иммобиллаш ва барқарорлаш технологияси	292
13.5. Ферментларни иммобиллаш методлари.	295
XIV-БОБ. ҲУЖАЙРАЛАРНИ ИММОБИЛЛАШ	300

14.1. Микроорганизм ҳужайраларини иммобиллаш	300
14.2. Ўсимлик ҳужайраларини иммобиллаш.	302
14.3. Атроф-муҳитни муҳофаза қилишда ўсимлик ва микроорганизмларнинг роли	304
XV-БОБ. СУВНИ БИОЛОГИК ТОЗАЛАШ	309
15.1. Сувни тозалаш усуллари.	309
15.2. Микроорганизмлар ёрдамида биомассада энергия олиш: биоэнергия	310
ИЛОВАЛАР	315
АТАМАЛАР РЎХАТИ	323
Адабиётлар.	328

## Оглавление

Предисловие	14
Введение	16
Краткая история развития микробиологии и биотехнологии	21
<b>1 Глава.</b> Морфология и ультраструктура микроорганизмов.	35
1.1. Химический состав бактериальных клеток	35
1.2. Строение и морфология бактерии	37
1.3. Морфология микроорганизмов (внешнее строение)	43
<b>2 Глава.</b> Систематика микроорганизмов	51
2.1. Систематика прокариотов	51
2.2. Формы, группы и систематика вирусов	58
2.3. Химический состав вирусов	61
2.4. Классификация вирусов	62
<b>3 Глава.</b> Важнейшие биохимические основы биотехнологических процессов	66
3.1. Метаболизм бактерий.	66
3.2. Механизм обмена веществ у микроорганизмов	68
3.3. Ферменты и их роль в обмене веществ	69
3.4. Обмен белков	70
3.5. Питание и дыхание микроорганизмов	71
3.6. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса)	74
3.7. Азотное питание микроорганизмов	81
3.8. Процесс хемосинтеза	85
3.9. Окисление жиров с помощью микроорганизмов	87
3.10. Молочнокислое и спиртовое брожение с помощью микроорганизмов	89
3.11. Брожение жирных кислот, пиктиновых веществ и целлюлозы	102
3.12. Жирнокислотное и ацетонбутиловое брожение (бродильные процессы с помощью бактерий рода <i>Clostridium</i> )	108

3.13.Фотосинтез	118
3.14. Фотосинтетические продукты планеты	123
3.15. Растительные полимеры, возобновляемые через фотосинтез	129
<b>4 Глава. Генетика микроорганизмов</b>	145
4.1. Изменчивость и наследственность	145
4.2. Трансформация, трансдукция, конъюгация у микроорганизмов	158
<b>5 Глава. Распространение микроорганизмов в природе</b>	163
5.1. Влияние внешней среды на микроорганизмы	163
5.2. Химические факторы	167
5.3. Биологические факторы	168
5.4. Микрофлора воды	169
5.5. Микрофлора почвы	172
5.6. микрофлора воздуха	175
5.7. Ризосферные бактерии	176
5.8. Микоризы	177
<b>6 Глава. Геологическая деятельность микроорганизмов</b>	179
6.1. Роль микроорганизмов в образовании почвы	179
6.2. Круговорот Серы в природе	182
6.3. Тионовые бактерии	183
6.4. Железобактерии	184
<b>7 Глава. Круговорот азота в природе</b>	187
7.1. Процесс аммонификации и расщепления мочевины	187
7.2. Процессы нитрификации и денитрификации	191
7.3. Бактериальные удобрения	205
7.4. Азотобактерин и препарат АМБ	205
7.5. Фосоробактерин	207
<b>8 Глава. Биохимия микроорганизмов</b>	208
8.1. Синтез аминокислот, белков, витаминов и других соединений у микроорганизмов	208

<b>9 Глава. Патогенные микроорганизмы</b>	212
9.1. Учение об иммунитете	217
9.2. Антибиотики и фитонциды	221
<b>10 Глава. Основы биотехнологии</b>	224
10.1. Роль и значение биотехнологии в современной биологической науке	224
10.2. Объекты биотехнологии. Микроорганизмы и получение полезных веществ с их помощью	238
<b>11 Глава. Генная инженерия</b>	247
11.1. Экономические основы генной инженерии	247
11.2. Ферменты генной инженерии	249
11.3. Методы получения рекомбинантных ДНК	253
11.4. генная инженерия растений и животных	260
11.5. Экспрессия генетических материалов в трансгенные растения	261
11.6. Генная инженерия животных	266
<b>12 Глава. Клеточная инженерия</b>	268
12.1. Экономические основы клеточной инженерии	268
12.2. Получение протопластов	270
<b>13 Глава. Ферментная инженерия</b>	273
13.1 Основные задачи ферментной инженерии	273
13.2 Получение не очищенных комплексных ферментных препаратов	275
13.3 методы очистки ферментов	288
13.4. Иммобилизация и стабилизация ферментов	292
13.5. Методы иммобилизации ферментов	295
<b>14 глава. Иммобилизация клеток</b>	300
14.1. Иммобилизация клеток микроорганизмов	300
14.2. Иммобилизация клеток растений	302
14.3. Роль микроорганизмов и растений в охране природы	304



<b>15 Глава. Биологическая очистка воды</b>	<b>309</b>
15.1 Методы очистки воды	309
15.2 Получение энергии из биомассы с помощью микроорганизмов: биоэнергия	310
Приложение	315
Глоссарий	323
Список литературы	328

## Content

Preface	14
Introduction	16
Short history of microbiology and biotechnology development	21
1 Chapter. Morphology and a ultrastructure of microorganisms.	35
1.1. Chemical composition of bacterial cells	35
1.2. Morphology and structure of bacteria	37
1.2. Morphology of microorganisms (external structure)	43
2. Chapter. Microorganisms systematics	51
2.1. Systematics of prokaryotes	51
2.2. Forms, groups and systematics of viruses	58
2.3. Viruses chemical composition	61
2.4. Viruses classification	62
3. Chapter. The main biochemical bases of biotechnological processes	66
3.1. Bacterial metabolism.	66
3.2. The mechanism of microorganisms metabolism	68
3.3. Ferments and their role in a metabolism	69
3.4. Proteins exchange	70
3.5. Microorganisms feeding and breath	71
3.6. Tricarboxylic acids cycle (Krebs cycle)	74
3.7. Microorganisms nitrogen nutrition	81
3.8. Chemosynthesis process	85
3.9. Fats oxidation by means of microorganisms	87
3.10. Lactate and alcohol fermentation by means of microorganisms	89
3.11. Fermentation of fatty acids, piktin materials and cellulose	102
3.12. Fattyacid and aceton-butyl fermentation (fermentative processes by means of Clostridium genus bacteria)	108
3.13. Photosynthesis	118
3.14. Planets of photosynthetic products	123

3.15. The vegetative polymers renewable through photosynthesis	129
4 Chapter. Microorganisms genetics	145
4.1. Variability and a heredity	145
4.2. Transformation, transduction, conjugation at microorganisms	158
5 Chapter. Diffusion of microorganisms in the nature	163
5.1. An external environment influence on microorganisms	163
5.2. Chemical factors	167
5.3. Biological factors	168
5.4. Water microflora	169
5.5. Soil microflora	172
5.6. Air microflora	175
5.7. Rhizospheric bacteria	176
5.8. Micorhizas	177
6 Chapter. Microorganisms geological activity	179
6.1. Microorganisms role in a soil formation	179
6.2. Sulphur cycle in the nature	182
6.3. Thionic bacteria	183
6.4. Iron bacteria	184
7 Chapter. Nitrogen cycle in the nature	187
7.1. Process of an ammonification and urea degradation	187
7.2. Processes of nitrification and denitrification	191
7.3. Bacterial fertilizers	205
7.4. Azotobacterin and AMB preparation	205
7.5. Phosphorobacterin	207
8 Chapter. Microorganisms biochemistry	208
8.1. Amino acids, proteins, vitamins and other substances synthesis at microorganisms	208
9 Chapter. The pathogenic microorganisms	212
9.1. The doctrine about immunodefence	217

9.2. Antibiotics and phytoncids	221
10 Chapter. Biotechnology bases	224
10.1. Biotechnology role and value in a modern biological science	224
10.2. Objects of biotechnology. Microorganisms and reception of beneficial materials with their help	238
11. Chapter. Gene engineering	247
11.1. Economic bases of gene engineering	247
11.2. Gene engineering ferments	249
11.3. Recombinant DNA reception methods	253
11.4. Plants and animals gene engineering	260
11.5. Genetic stuffs expression into transgene plants	261
11.6. Animals gene engineering	266
12 Chapter. Cellular engineering	268
12.1. Cellular engineering economic bases	268
12.2. Protoplasts reception	270
13 Chapter. Ferment engineering	273
13.1 Ferment engineering main tasks	273
13.2 Not cleared complex ferment preparations reception	275
13.3 Ferments purification methods	288
13.4. Ferments immobilization and stabilisation	292
13.5. Enzyme immobilization methods	295
14 Chapter. Cells immobilization	300
14.1. Microorganisms cells immobilization	300
14.2. Plants cells immobilization	302
14.3. Microorganisms and plants role in nature protection	304
15 Chapter. A water biocleaning	309
15.1 Water cleaning methods	309
15.2 Energy acquisition from the biomass by means of microorganisms: bioenergy	310

The appendix	315
A glossarium	323
The literature list	328

## СЎЗ БОШИ

Ўзбекистон Республикасида яратилган мустақил демократик давлат, эркин фуқоролик жамияти қуриш йўлидаги улкан ишлар, инсон ҳоқиятини янгидан кашф қилишга, уни ўзлигини англашга, имкониятларни рўёбга чиқаришга ва маънавий интеллектуал, ақлий-амалий ривожланиш учун янгидан-янги кенг имкониятлар ва шарт-шароитлар яратиб берди.

1997 йил 29 августда “Таълим тўғрисидаги” қонун қабул қилинди. Бу қонун асосида, олдингилардан фарқли равишда, халқ таълимининг янги қоидалари эълон қилиниб, ҳаётга тадбиқ этила бошлади. Таълим-тарбия жараёнининг мазмуни, шакл ва усуллари бу соҳада эришилган илғор тажрибалар асосида ишлаб чиқилди. Бунда таълимнинг жаҳон стандарти даражасида бўлиши назарда тутилади. Мустақиллик йилларидаги муҳим воқеалардан бири, яъни 1997 йил Олий Мажлиснинг IX сессиясида, кадрлар тайёрлашнинг миллий дастурини қабул қилиниши бўлди. Бу асосида таълим тизими босқичма-босқич ислоҳ қилина бошлади.

Президентимиз И.А.Каримов таъкидлаганларидек: “Ҳаётимизни халқилувчи муҳим масалалари қаторида, таълим-тарбия тизимини тубдан ўзгартириш, уни янги замон талабига кўтариш, баркамол авлодимиз келажагига даҳлдор қонун лойиҳалари ҳам бор”, - деган эдилар. Бу муҳим ҳужжатлар асосида таълим тизимида катта ўзгаришлар содир бўлмоқда. Бу жараёнда давлат таълим стандартлари ишлаб чиқилди. Кадрлар тайёрлашнинг миллий модели яратилди. Ўрта махсус, касб-ҳунар таълими узлуксиз таълимни бир тури сифатида янги таълим йўналишларини, яъни академик лицей, касб-ҳунар коллежлари барпо қилинди. Олий таълим ҳам икки босқичли, яъни бакалаврият ва магистратурадан иборат қайта тузилди. Бу ўзгаришлар таълимнинг ҳам назарий, ҳам амалий муаммоларини илмий асосда қайта ишлаб чиқишни бу соҳада жаҳон илғор тажрибаларини ҳисобга олиб, микробиология ва биотехнологияга доир замонавий илмий ишлар, ўқув қўлланмалар, дарсликлар яратишни тақазо қилди.

Мустақил Ўзбекистонимизда таълим тизимини ислоҳ қилиш, кадрлар тайёрлаш миллий дастурини қабул қилиниши баркамол авлодни яратишдаги дастлабки қадамлардир.

Таълимнинг мазмуни ўзгарувчан, у доимо янгиланиб туради. Янги демократик жамият кураётган ҳозирги кунларда ҳар бир фан жадал ривожланмоқда. Ҳар бир материал танлаш таълимнинг мазмунини янгилаш мураккаб муаммо.

Ўқув жараёни жаҳон талабларига мос келувчи давлат таълим стандартлари асосида ишлаб чиқилган ўқув режа ва дастурлари асосида ташкил этилмоқда.

Мустақил жамиятимиз тараққиётининг тамойилларига асосланган ҳолда ислоҳ қилинган ҳар бир фан эришилган ютуқлар даражасини илмий асосда акс эттириши лозим.

Маълумки, микробиология айниқса, биологиянинг ёш тармоғи ҳисобланади. Бу соҳа бўйича республикаимизда жуда кўп илмий ишлар қилинган. Лекин, талабалар учун микробиология ва биотехнология асослари фани бўйича латин алифбосида адабиётлар етишмайди.

Дарслик ўқув жараёнининг асосидир. Ҳар бир фаннинг мазмуни, мақсади ва вазифаси дарсликда ёритилади. Дарсликда баён қилинган илмий билимларнинг назарий асоси, ғоялари тизимли ва изчил бўлиши талаб қилинади. Назарий билимлар ишлаб чиқариш амалиёти билан боғланган бўлиши шарт. Дарсликда мавзу содда, равон тилда ёзлиши ҳамда тегишли қоида ва таърифлари берилиши керак.

## КИРИШ

Микробиология (лотин тилида *mikrobiologiya* – *micro*-майда, *bios*-хаёт, *logos*-фан) майда кўзга асбобсиз кўринмайдиган организмларнинг морфологияси анатомияси, кўпайиши ва ривожланиши, ҳаётий жараёнлари, ўзгарувчанлигини, систематик ҳолати, табиатда тарқалиши ва ҳ.к. ларни ўрганувчи фан.

Ҳозирги кунда бу фан умумий, кишлок хўжалиги, саноат, тиббиёт, ветеринария, денгиз ва космик микробиологияларига тармоқланиб кетган.

Микробиология кун сайин ривожланиб бормоқда, у айниқса, биохимия, молекуляр биология, биотехнология, фитопатология, эпидемиология, генетика ва бошқа фанлар билан узвий боғлиқдир.

Микроорганизмлар кичик ўлчамга эга бўлишидан қатъий назар табиатда моддалар алмашинувида, мураккаб органик моддаларнинг парчаланишида фаол иштирок этадилар.

Микроорганизмларга вируслар, бактериялар, архейлар, бактериофаглар, бактерияларга яқин турадиган актиномицетлар, баъзи бир замбуруғлар, риккетсиялар, микоплазма ва бошқалар киради.

Табиатда моддаларнинг алмашинувида, кўпгина фойдали қазилмалар (торф, тошкўмир, нефть) ҳосил бўлишида, турли органик моддаларнинг чиришида микроорганизмларнинг аҳамияти катта.

Озиқ-овқат саноатида қатик, кефир, қимиз, пишлок тайёрлаш сут-кислотали бижғитувчи бактерияларнинг, новвойчилик, турли ичимликлар тайёрлаш (спирт, вино) эса, ачитқи замбуруғларнинг фаолиятларига боғлиқ бўлган жараёнлардир.

Кўпгина микроорганизмлар турли физиологик фаол моддалар: ферментлар, витаминлар, аминокислоталар, биологик стимуляторларни синтез қилиш хусусиятига эгалар.

Кишлоқ хўжалигида ҳам микроорганизмлар муҳим роль ўйнайди, чунки уларнинг фаолияти натижасида тупроқда ўсимликлар учун зарур



бўлган озиқ моддалар тўпланади, тупроқнинг унумдорлиги ортади, бунинг оқибатида экиннинг ҳосили ҳам юқори бўлади.

Тупроқда содир бўладиган жараёнларнинг деярли барчаси ундаги микроорганизмларнинг фаолиятига боғлиқ, масалан, табиий тупроқ ҳосил бўлиш жараёнлари, ерни ўғитлаш, суғориш, тупроқда рўй берадиган физиологик ишқорийлик ва кислоталиликни йўқотиш, табиатдаги турли хил моддаларнинг ўзгариши ва бошқалар микроорганизмлар фаолияти билан чамбарчас боғлиқ.

Тупроқ таркибидаги микроорганизмларни ўрганиш, бир катор бактериялар ўғитларни ишлаб чиқишга (нитрагин, азотобактерин, фосфобактерин ва ҳ.к.) ва улардан қишлоқ хўжалик амалиётида фойдаланилиш орқали тупроқнинг унумдорлиги ва ўсимликларнинг ҳосилдорлигини оширишга имкон яратди.

Микроорганизмлар табиатда кўпгина юқумли касалликларнинг қўзғатувчилари эканликларини, уларни сув ва ҳаво орқали тарқалишлари қадимдан маълум бўлган. Микробиологларнинг тинимсиз меҳнати туфайли ҳозирги пайтда ҳар бир касалликнинг қўзғатувчиси аниқланиб, даволаш усуллари ҳам топилган. Кўпгина фармацевтика фабрикалари актиномицетлар, замбуруғлар ва баъзи бир бактерияларнинг ҳаётий фаолияти маҳсули бўлган антибиотиклар ишлаб чиқарадилар.

XX асрда микробиологиядан вируслар дунёсини ўрганувчи вирусология фани ажралиб чиқди. Бу фаннинг асосчиси (1892 й.) рус олими Д.И.Ивановскийдир. Баъзи касалликлар: қутуриш, қизамиқ, чечак, полиомиелит кабиларнинг қўзғатувчиларининг фақатгина морфологиясини электрон микроскоп кашф қилингандан сўнггина ўрганиш мумкин бўлди.

Биотехнология ёки биологик жараёнлар технологияси биологик агентлар ёки уларнинг мажмуаларидан (микроорганизмлар, ўсимликлар ва ҳайвон ҳужайралари, уларнинг компонентларидан) керакли маҳсулотлар ишлаб чиқариш мақсадида, саноатда фойдаланиш деган маънони беради.

Адабиётларда “Биотехнология” атамасига мутахассис олимлар томонидан турли хил таърифлар бериб келинмоқдаки, фаннинг ҳозирги ривожланган даврида ҳам бирорта аниқ тўхтамга келинмаган. Қуйида биотехнология соҳасининг етук олимлари томонидан ушбу атамага берилган таърифларга тўхталиб ўтамиз.

а) Анбаш, А.Хемфери, Н.Миллисларнинг (1975) фикрига кўра “Биотехнология” - янги биокимёвий ишлаб чиқаришлар маҳсулидир (витаминлар, антибиотиклар).

б) “Биотехнология - моддаларни биосинтез усули орқали озиқа олиш фанининг бўлими бўлиб, у “биоинженерия” соҳаси билан боғлиқдир.

в) А.Хастинг (1983) фикри бўйича “Биотехнология” - пиво, вино, пишлоқ, витаминларни саноат асосида ишлаб чиқариш жараёнидир.

г) 1980 йилда ўтказилган Европа федерацияси Кенгашининг муҳофизатида “Биотехнология” - биологик тизимлар асосидаги саноат жараёни деб қаралган.

д) 1983 йил Братиславада бўлиб ўтган кенгашда “Биотехнология” - моддаларни катта миқдордаги саноат асосида (биокатализаторлар орқали) олиш ва атроф муҳитни химоя қиладиган фан деб таърифланган.

е) А.А.Баев (1986), Ю.А.Овчинников (1982) “Биотехнология” биологик жараёнларни ишлаб чиқаришга жорий этиш тўғрисидаги фан деб таърифлашган.

Бизнинг фикримизча биотехнология – инсон эҳтиёжи учун зарур бўлган модда ва бирикмаларни тирик ҳужайралар ва организмлар ҳамда уларни метаболитлари ёрдамида, катта ҳажмда тайёрлаш деган маънога тўғри келади. Дарҳақиқат биотехнологик жараёнлардан микроорганизмлар, ўсимлик ва ҳайвон ҳужайралари ва тўқималари, ҳужайра органеллалари, уларни ўраб турган мембраналардан соф ҳолатда оксил, органик кислоталар, аминокислоталар, спиртлар, доривор моддалар, ферментлар, гормонлар ва бошқа органик моддаларни (масалан, биогаз) ишлаб чиқариш (синтез қилишда), табиий қазилмалардан соф ҳолда металл ажратиш, оқова сувларни

тозалаш ва қишлоқ хўжалик ёки саноат чиқиндиларини қайта ишлаш каби соҳаларда кенг фойдаланилади.

Фан сифатида ўтган асрнинг 60-йилларидан шакллана бошлаган биотехнологиянинг тарихига чуқурроқ назар ташласак микроорганизмлар ёрдамида “бижғитиш”, “ачитиш” жараёнлари инсоният томонидан қадимдан кенг ишлатилиб келинаётганлигининг гувоҳи бўламиз.

Микроб биотехнологиясининг ривожланиш тарихи кўп маънода XX-асрнинг иккинчи ярми билан боғлиқ. Ўтган асрнинг 40-йилларида микроорганизмлардан пенициллин олиш технологиясининг яратилиши бу фан ривожда ижобий бурилиш ясади. Пенициллин ишлаб чиқарилишининг йўлга қўйилиши ва муваффақият билан ишлатилишида кейинги авлод антибиотикларини қидириб топиш, уларни ишлаб чиқариш технологияларини яратиш ва қўллаш усуллари устида ишларни ташкил қилиш зарурлигини олдиндан белгилаб қуйилади. Бугунги кунда юздан ортиқ антибиотиклар ишлаб-чиқариш технологиялари ҳаётга тадбиқ қилинган.

Антибиотиклар ишлаб-чиқариш билан бир қаторда аминокислоталар, ферментлар, гормонлар ва бошқа физиологик фаол бирикмалар тайёрлаш технологиялари ҳам яратила бошланди. Бугунги кунда тиббиёт ва қишлоқ хўжалиги учун зарур бўлган аминокислоталар (айниқса организмда синтез бўлмайдиган аминокислоталар), ферментлар ва бошқа физиологик фаол моддалар ишлаб чиқариш технологиялари йўлга қўйилган.

Охирги 20-30 йилда, аниқса микроб оқсиллини олиш технологияси ривожланиб кетди. Инсоният учун ўта зарур бўлган бу маҳсулотни ишлаб чиқариш билан бир қаторда ундан унумли ва оқилона фойдаланиш йўллари амалга оширилмоқда. Оқсил ишлаб чиқаришда ҳар хил чиқиндилардан (зардоб, гўшт қолдиқлари) ва парафиндан фойдаланиш мумкинлиги исботланган. Ҳозирги пайтда бунинг учун метан ва метанолдан фойдаланиш мумкинлиги ҳам кўрсатиб ўтилган. Кейинги вақтда микроб биотехнологиясининг ривожланиши, иммобиллашган (махсус сорбентларга боғланган) ферментлар ва микроорганизмлар иштирокида тайёрлаш

технологияларининг яратилиши билан узвий боғлиқ бўлди. Иммобилизация килинган ферментларнинг ҳар хил жараёнларда ишлатилиши (ферментлар муҳандислиги) бу биокатализаторлардан фойдаланишни янада фаоллаштириб юборди. Эндиликда ферментлар бир маротаба эмас, бир неча маротаба узлуксиз (хатто бир неча ойлаб) ишлатиладиган бўлиб қолди.

Микроорганизмлар фаолияти ва имкониятидан фойдаланиш, уларнинг ҳосилдор турларини (штамmlларини) яратиш билан боғлиқ. Бундай вазифани микробиологлар билан узвий ҳамкорликда генетиклар ва ген муҳандислиги усулларида хабардор бўлган мутахассислар амалга оширадilar. Микроб препаратларини ишлаб чиқаришни фаоллаштиришнинг яна бир йўли икки ёки ундан ортиқ бўлган, бири иккинчисининг фаоллигини ошириб бера оладиган (симбиозда ишлайдиган) микроорганизмлар ассоциациясидан фойдаланишдир. Бу йўл ҳозирги вақтда ферментлар, антибиотиклар, витаминлар ва метан газли олишда, ҳамда оқова сувларни тозалаш жараёнларида кенг қўлланилиб келинмоқда.

Биотехнологиянинг асосини микроб фаолияти ташкил қилади. Шундай экан фаол микроорганизмлар яратиш, уларни фаглардан ва ташқи салбий муҳит таъсиридан асраш масалалари ҳам энг муҳим вазифалардан биридир.

Шу каби қатор ўта муҳим муаммоларни ечишда нафақат микробиологлар, биокимёгарлар, биотехнологлар, балки муҳандислар ва технологлар иштирок этишлари зарур бўлади.

Бу эса, биотехнология фанини яхши ўзлаштириб олиш учун юқорида эслаб ўтилган фанлардан хабардор бўлмоқликни тақазо этади.

## МИКРОБИОЛОГИЯ ВА БИОТЕХНОЛОГИЯНИНГ ҚИСҚАЧА РИВОЖЛАНИШ ТАРИХИ

Қадимдан юқумли касалликларнинг сабабларини табиблар излай бошлашган. Абу Али ибн Сино (460-377 й.) чечак, мохов ва бошқа юқумли касалликларнинг қўзғатувчилари тирик мавжудод эканлигини, сув ва ҳаво орқали юқишини таъкидлаган.



**Г.Галилей**

1550 йилда шишага ишлов берувчилар Ганс ва Захарий Янсенлар майда нарсаларни катталаштириб кўрсатувчи асбоб ясадилар. 1609-1610 йилларда Г.Галилей (1564-1642) биринчи содда микроскоп ихтиро қилди. 1617-1619 йилларда К.Дреббель олдинги микроскопларни такомиллаштириб, икки линзали қавариқ объективли микроскопни яратди. Бу микроскоп ёрдамида М.Мальпиги, Я.Сваммердам, А.Кирхер ва бошқалар ўсимлик ва ҳайвонларнинг хужайра ва тўқималарини ўрганишган.



**К.Дреббель**



**А.Левенгук**

XVII асрнинг охири (1675) да биринчи бўлиб, голландиялик Антон Левенгук ўзи тайёрлаган юқори сифатли лупадан микроскопни ясаб, такомиллаштириб, тиш киридан, органик моддалар кўп бўлган сувдан, кўлмак сувлардан препарат тайёрлаб, унда таёқчасимон, шарсимон, эгилган ва бошқа шакллардаги микроорганизмларни кўриб, уларга изоҳ берди. Одам оғиз бўшлиғида микроорганизмларнинг шунчалик кўп бўлишини кўриб, хайратланди. У кўрган микроорганизмларни “тирик ҳайвончалар” – “Animalkula viva” деб номлади.

А.Левенгукнинг кашфиёти, кўпгина олимларнинг микроорганизмлар дунёсини ўрганишлари учун тurtки бўлди. Шундай бўлса ҳам, орадан 100-

200 йил муддат ўтгандан кейингина бижғиш, чириш, кўпчилик юқумли касалликлар этиологияси, биосферада азот ва углероднинг айланишида микроорганизмларнинг роли аниқланди.



**Д.С.Самойлович**

Рус ҳарбий вақари Д.С.Самойлович тоун касаллигини ўрганиб, унинг қўзғатувчиси тирик мавжудот эканлигини аниқлаб, одамларни бу касалликка қарши эмлаш усулини таклиф қилди. Д.С.Самойловичнинг шу касаллик устида қилган кўп йиллик, самарали хизматлари учун, у кўпгина Ғарбий Европа мамлакатларининг академияларини фахрий аъзоси қилиб сайланган. Д.С.Самойловичнинг фикрлари кўпгина юқумли касалликларнинг назарий ва амалий профилактикасига жавоб топишда аҳамияти катта бўлган.

Инглиз вақари Э.Дженнер (1749-1823) 1796 йилда чечакка қарши эмлаш усулларини асослаб берган.

Даниялик олим Отто Фредрик Мюллер 1786 йилада 200 га яқин бир хужайрали организмларни изоҳлаб берган. У яратган атамалар билан боғлиқ *Vibrio*, *Monas*, *Proteus* каби авлодларни номларидан ҳозиргача фойдаланилади.

Швед табиатшуноси Карл Линней (1707-1778) бинар номенклатурасини, ўсимликлар қангчилари сонига асосланган сунъий систематикасини яратди. У бир хужайрали организмларни хаос авлодига бириктирди.

XVIII асрда италиялик олим Ладзаро Спалланцани (1729-1799) ва М.М.Тереховский микробиологияга катта хисса қўшдилар. Спалланцани (1765) органик эритмали қолбани қайнатганда инфузория ҳосил бўлмаслигини кўрсатади ва шу тажрибаси билан Ж.Нидхем (1745) ва Ж.Бюффоннинг “ўз-ўзидан туғилиш мумкин” деган қарашларини рад этди.



**Л.Спалланцани**

XIX асрнинг 40-йилларида бижғиш жараёнларини ўрганиш бошланди ва бижғиш жараёнидан халқ хўжалигида фойдаланиш бошланди. Пиво

тайёрлаш, вино олиш, катик, кефир, нон пишириш ва бошқалардан фойдаланиш кенгайиб борди.

1837 йилда олимлардан Т.Шван, Ф.Кютцинг Германияда, Ш.Каньяр де ла Тур Францияда бир-биридан беҳабар равишда, спиртли бижғиш жараёни микроорганизмлар фаолияти туфайли юзага чиқишини аниқладилар.



**Луи Пастер**

Ёш химик Луи Пастер (1822-1895) 1856 йилда спиртли ва 1857 йилда сут кислотали бижғиш жараёнларининг биологик моҳиятини очиб берди. 1860 йилда “ўз-ўзидан туғилиш” деган қарашларни уддабуронлик билан хал қилди. Шундай қилиб, Пастер бижғиш жараёнини ўрганишдан бошлаган ишини тиббий микробиология билан тугатди. 1988 йили Л.С.Ценковский

Пастер методи билан куйдирги касаллигининг олдини олиш учун эмлаш ишларини бажариш мақсадида Парижга келди. Аммо, бу ишларни амалга оширишга рухсат ололмагач, ватанига қайтиб кетди. 1984 йил мустақил равишда куйдирги касаллигини вакцинация қилиш усулини ишлаб чиқди. Шундай қилиб, ҳайвонларнинг бу касаллик билан оғришининг олдини олиш ветеринарияда қўлланила бошлади. Маълум бўлишича, Луи Пастер Л.С.Ценковскийга куйдирги касаллигига қарши вакцинация билан боғлиқ муаммоларни ўз лабораториясида амалга оширишига рухсат бермаганлигининг сабаби, у вакцинация қилиш усулини бир акционерлик жамиятига сотиб юборган бўлиб, бу сирни очишга ҳаққи йўқ эди.

Тиббий микробиологиянинг иккинчи асосчиси немис олими Р.Кох (1843-1910)дир. Кох тоза микроорганизмлар культурасини янги ва ишончли усулда, қаттиқ озуқа муҳитидан (желатина) ажратиб олиш усулидан фойдаланди. Бундан ташқари Кох қатор юқумли касалликларни қўзғатувчиларини (сил, вабо) ўрганди.

Тиббий микробиологияга катта хисса қўшган И.И.Мечников (1845-1916) иммунитетни фагоцитар назариясига асос солди. Кейинчалик П.Эрлих гуморал назарияни тахмин қилди. Бактерияларнинг ривожланиши ва улар турларининг ўзига хослигини тушунишга бағишланган диққатга сазовор ишларни К.Негели (1817-



**И.И.Мечников**

1891) ва Ф.Кон (1828-1898) лар амалга оширдилар. Бу вақтда Негели бошчилик қилаётган полиморфистлар бактерияларнинг турлари турғун эмас ва уларни ўраб турган шароит ўзгарганда бири иккинчисига айланиб туради, деб ҳисоблар эдилар. Ф.Кон мономорфизм тарафдори бўлиб, бошқа турдаги организмлар сингари бактериялар ҳам ҳақиқий турга эга деб ҳисобларди. Фан тараққиёти Коннинг ҳақлигини исботлади. Лекин кўпчилик бактерияларнинг ривожланиш даврида тур ичида полиморфизм бўлишини (ривожланиш ва мослашиш даврида) кўрсатди. Юқорида эслаб ўтилган Л.С.Ценковский полиморфизмнинг тарафдорларидан эди. У тубан организмларни онтогенетик метод билан ўрганишнинг асосчисидир.



**Л.С.Ценковский**

Л.С.Ценковский амёбасимон организмлар, инфузорий, хивчинлиларнинг ривожланиш тарихини ўрганишни муваффақиятли қўллади ва фанга маълум бўлмаган *Vampirella vorax*, *Vamp. pendula*, *Pseudospora nitellarum*, *Gobiella borealis*, *Nuclearia delicatula*, *Labyrinthula vitelina*, *Endomyxa paludosa* каби 43 та янги микроорганизмларни таҳлил қилди. У бактериялардан шакар сиропини шилимшиқ массага айлантирувчи бактерияни *Ascococcus mesenterioides* (1879) деб атаб, уни таърифлаб берган. Ван-Тигем эса *Leuconostos mesenterioides* (1879)га таъриф берган. Бундан ташқари Ценковский бактерияларда шилимшиқ колонияларнинг (зооглея) ҳосил бўлишини таҳлил қилиб берди (1877). Унинг йирик микроорганизмларга боғлиқ ишлари катта мувоффақиятга эга бўлган бир вақтда бактерияларни ўрганиш соҳасида Л.С.Ценковский полиморфизм тарафдори бўлиб, кўпгина жараёнларни нотўғри талқин қилган.



Бактерияларнинг ҳар хил авлод ва турларини микротрикс ипсимон бактериясининг турли ривожланиш босқичидаги битта турга мансуб деб ҳисоблаган. У кўплаб турдаги бактерияли субстратлар билан стерил бўлмаган шароитда ишлагани учун шундай фикрга келган. Лекин куйдирги касаллигига қарши вакцинани тайёрлашда у мономорфизм йўлига ўтди ва билишимизча, унинг бу ишлари катта муваффақиятларга олиб келди.

Л.С.Ценковскийнинг тубан организмларнинг ўрганиш тарихи соҳасидаги шогирд ва издошлари: М.С.Воронин (1838-1903), А.С.Фаминцин (1835-1918), Х.Я.Гоби (1847-1920), И.Н.Горожанкин (1448-1904), А.П.Артарий (1862-1919) ва бошқа тадқиқотчилар – Х.Я.Гоби ва П.А.Костичевлар микробиологиянинг ривожланишига катта ҳисса қўшдилар. Улар бактерия ва тубан ўсимликларга тегишли китобларни тажрима қилганлар. Х.Я.Гоби эса, криптомагистлар, яъни тубан ўсимликларни ўрганувчи тадқиқотчилар мактабининг асосчиси бўлган.



Бу мактабдан Г.А.Надсон (1867-1942) ва Б.Л.Исаченко (1871-1948) каби таниқли микробиологлар етишиб чиқди.



С.Н.Виноградский А.С.Фаминцин ва **С.Н.Виноградский** Х.Я.Гобиларнинг лабораториясида бошланғич билимларни

**Б.Л.Исаченко**

олган. Вируслар дунёсининг биринчи тадқиқотчиси Д.И.Ивановский А.С.Фаминцин ва қисман Х.Я.Гобининг



**Д.О.Ивановский**

шогирди бўлган. Микробиологик ишларнинг борган сари кўпайиши билан стелиризация қилиш, олдин суюқ муҳитда (Пастер), кейинчалик қаттиқ **В.С.Фаминцин** желатинли (Р.Кох) муҳитда тоза културалар олишнинг



микробиологик техникаси ривожланиб борди. Бактерия културалари учун агар-агар немис олими Гессе (1884) томонидан киритилди. Микробиологик техникага шифокор Л.Л.Геденрейх жуда кўп янгиликлар

киритди. У биринчи бўлиб “Бактериологиядан амалий қўлланма” номли китобни ёзган ва биринчи бўлиб, Петри идишчалари номини олган (1887), шиша идишлардан фойдаланган. (1885).

Техник микробиологиянинг ривожига катта хисса қўшган Дания олими Э.Х.Газен (1872-1901 йиллардаги ишлари) пиво ишлаб чиқаришда ачитки замбуруғи културасидан биринчи бўлиб фойдаланган. Бу унга сифатли пиво тайёрлашга имкон бериб, маҳсулотни ишлаб чиқариш жараёнида учрайдиган замбуруғларнинг ёввойи турлари таъсирида айниб қолишдан ҳалос қилган. Л.Пастернинг бижғишга бағишланган ишларидан микробиологиянинг алоҳида йўналиши - техник микробиология ривожлана бошлаган бўлса, Г.Гельригель ва Г.Вильфарт (1886), ҳамда буюк рус микробиологи С.Н.Виноградский тупроқ микробиологияси йўналишига асос соладилар.

Г.Гельригел ва Вильфарт (1886) азотобактериялар билан дуккакли ўсимликлар ўртасидаги симбиоз ҳодисасини очдилар. Бу тадқиқот бутун дунёда деҳқончиликнинг ривожланишида катта аҳамият касб этди.

Шуни таъкидлаш лозимки, 1886 йили Воронин дуккакли ўсимликларнинг туганагида бактерияларнинг тўпланишини баён қилган.



Голландиялик М.Бейринк (1888) эса биринчи бўлиб туганак бактерияларнинг тоза културасини ажратиб олди. С.Н.Виноградский олтингугурт бактерияси, темир бактерияси ва нитрификаторлар мисолида хемосинтез жараёнини очди. Бу ишлар XIX асрнинг умумий физиология

**М.Бейринк** соҳасидаги буюк тадқиқотлардан бири бўлди. Бундан ташқари, Виноградский эркин яшовчи анаэроб азотфиксатор организм *Clostridium pasteurianum* ни ажратиб олди ва таҳлил қилди. Кўпгина изланишлар Виноградский томонидан фанга киритилган янги метод – бактерияларнинг электив културасини олиш туфайли амалга ошди. Кейинчалик С.Н.Виноградский (1924, 1925, 1928) тупроқнинг микрофлорасини ўрганишнинг қатор янги методларини яратди ва тупроқдан клетчаткани парчаловчи аэроб микроорганизм ажратиб олишга эришди.

Айнан шу вақтда Н.Г.Холодный тупрокнинг микрофлорасини ўрганиш методи ва темир бактерияларга бағишланган ишларини нашрдан чиқарди.



**В.Л.Омелянский** XX асрнинг бошида микробиология фанига С.Н.Виноградскийнинг шогирди В.Л.Омелянский (1867-1928) табиатда кенг тарқалган клетчатка парчаловчи бактерияларнинг анаэроб флорасини ўрганиб, таҳлил қилиши ҳамда микроорганизмлар экологиясига тегишли муҳим ишлари билан катта хисса қўшди. М.Бейринк (1988) азотфиксация қилувчи аэроб бактерия азотобактерни очди, тамакининг мозаика касаллиги устида тадқиқотлар олиб борди ва бутун дунёга машхур “вирус” номини берди. Бу вақтгача вирус атамаси ҳар қандай юқумли иллатнинг бошланиши деб ҳисобланар эди. Аммо, Д.И.Ивановскийнинг фикрига қарши ўлароқ, М.Бейринк вируслар суюқ табиатга эга деган маъно ўрнида ишлатилар эди. Аммо, Д.О.Ивановскийнинг фикри электрон микроскоп очилгандан сўнг тўлиқ тасдиқланди.

Ўтган асрнинг охирларида сув, денгиз, геология микробиологияси йўналишлари ривожлана бошлади. Бу йўналишларда Г.А.Надсон, Б.Л.Исаченко, М.А.Егунов, В.О.Таусон, Е.Е.Успенский, В.С.Буткевич, А.Е.Крисс, А.С.Разумов, Б.В.Перфильев, С.И.Кузнецов ва бошқалар томонидан амалга оширилган ишлар эътиборга моликдир.

Микроорганизмлар томонидан амалга ошириладиган нафас олишнинг химизим ва бижғишини ўрганишда С.П.Костичев, В.С.Буткевич ва В.Н.Шапошниковнинг ишлари микробиологияга кўп янгиликлар киритди. Сўнги йилларда микробиологик тадқиқотлар техникасига Б.Ф.Перфильев ва Д.Р.Габе (1961)лар катта хисса қўшдилар. Улар кўп йиллар давомида микроорганизмларнинг ясси шиша капиллярларда ривожланишини кузатиш мумкин бўлган капилляр микроскопия методи устида ишлаб, сув ҳавзаларининг ичида йиртқич бактерияларнинг янги оригинал флорасини очдилар. 1920-1925 йилларда Г.А.Надсон ва унинг шогирди Г.С.Филипповларни ионлаштирувчи нурлар таъсири остида замбуруғларда

индуцирланган мутагенез чақирилишини ўрганиш бўйича амалга оширган тадқиқотлари катта аҳамият касб этди. Ҳозирги вақтда ўзгарувчанлик ва микроорганизмлар ирсияти молекуляр даражада ўрганилмоқда. Микроорганизмларнинг трансдукция ва трансформация ходисалари аниқланди. Замбуруғларда гибридизация ходисаси очиб берилди. Г.А.Надсон асос солган микробиологларнинг катта мактабида академик А.А.Имшенецкий, Н.А.Красилников ва М.Н.Мейсель, профессор А.Е.Крисс, В.И.Кудрявцев, Я.И.Раутенштейнлар муваффақият билан фаолият кўрсатганлар.

Тупроқ микробиологиясига К.А.Тимирязев номли қишлоқ хўжалиги академиясининг профессорлари Н.Н.Худяков (1866-1927), М.В.Федоров (1898-1961)лар катта хисса қўшдилар.

Аввалига тупроқ микробиологияси ўрганишга бағишланган тадқиқотлар С.П.Костичев раҳбарлигидаги лабораторияда амалга оширилган бўлса, ҳозирда Санк-Петербургдаги Қишлоқ хўжалиги микробиологияси Академиясида муваффақият билан амалга оширилмоқда. Сув микробиологиясини ўрганишда Ф.А.Войткевич, С.А.Королёв ва бошқа олимларни хиссаси катта.



**Г.Н.Габричевский**

Хорижий олимлар Э.Бэринг, Э.Рулар қаторида рус тадқиқотчиларидан Г.Н.Габричевский (1860-1907), Д.К.Заболотний (1866-1929), В.А.Хавкин ва бошқалар тиббий микробиологияни



**Д.К.Заболотний**

ривожланишига катта хисса қўшдилар.

XX асрда патоген микроорганизмларга қарши курашнинг қатор янги методлари кашф қилинди. Ф.Д.Эррель бактериофаглар ва уларнинг даволовчи хусусиятларини очди (1917), Р.Димак – сульфаниламидларнинг аҳамиятини; А.Флеминг, Г.Флори биринчи антибиотик пеницилинни; С.Ваксман – қатор жиддий касалликларга қарши самарали курашишга имкон берган стрептомицинни кашф қилдилар.



**Н.Ф.Гамлея**

Н.Ф.Гамалея (1859-1949) XIX - асрнинг охирида биринчи бўлиб бактерияларнинг сўрилиши (лизис) феноменини аниқлаб, уларни бактериолизинлар деб атади. Бу ишларни давом эттирган Ф.Д.Эррель бактериофагия ходисасини очди. Фаглар микробларнинг вирусларидир. Электронмикроскопиянинг ихтиро қилиниши ва уни ривожланиши натижасида вирусларни корпускуляр табиати тадқиқ қилинди. Бу эса, фагларнинг ўлчами, тузилиши ва таркибини аниқлашга имкон берди. Микробиологиянинг асосчиси Луи Пастер, Роберт Кохларнинг ишларидан сўнг кўпгина юқумли касалликларнинг қўзғатувчилари тадқиқ қилинди. Лекин, қатор патоген микроорганизмларни (қизамиқ, скарлатина, кутуриш ва бошқа касалликларни чақирувчиларини) узоқ вақтгача таърифлаш қийин бўлди. Кўпинча баъзи касалликлар вақтида бактериялар аниқланиб, бу касалликларни қўзғатувчилари деб ҳисобланарди. Д.И.Ивановскийнинг вируслар дунёсини очганидан сўнг, аслида кўп касалликлар бактериялар томонидан эмас, вируслар томонидан қўзғатилиши аниқ бўлди. Масалан, гриппни қўзғатувчи вирус 1933 йили очилган. Стенли (1935) томонидан кристалл ҳолатда ажратиб олинган тамаки мозаикаси вируси, оқсил хусусиятига эга эканлиги, уларни кристалланиши аниқланди. Бу ўз навбатида вирусларнинг кимёвий таркибини ўрганишга тurtки бўлди. Аммо, кўп вақт ўтмай тамаки мозаикаси вирусини нуклеопротеид эканлиги маълум бўлди. Ф.Боуден ва Н.Пири (1937) лар тамаки мозаикаси вирусига оқсилдан ташқари нуклеин кислота ҳам борлигини аниқладилар. 1953 йилдан бошлаб “Вирусларнинг кўпайиш табиати” номли анжумандан сўнг оқсилларни ўрганиш билан бир қаторда нуклеин кислоталарни ўрганишга киришиб кетилди. Тадқиқотлар турли вирусларнинг нуклеин кислоталари бир-биридан нуклеотид асослари нисбатининг турлича эканлиги билан фарқланишини кўрсатади. Бактерияларнинг вируси – бактериофагни ўрганиш чоғида,

бактерия ичига вирусни ўраб турган оксил қобиғи эмас, айнан нуклеин кислотаси кириши маълум бўлди.

Вирус ва микоплазмаларнинг ташувчиси хашоротлар (цикадалар) (масалан, помидор столбури) ва каналар (одамда кананинг энцефалит касаллигини чақириши) эканлигининг аниқланиши жуда катта аҳамиятга эга бўлди. Товуқ эмрионида (грипп), маймуннинг жигар тўқимасида (полиомиелит вируси) култура методларини ихтиро қилиниши ҳам катта аҳамият касб этиб, полиомиелит ва бошқа вирус касалликларига қарши кураш чораларининг ишлаб чиқилишига сабаб бўлди.

XIX асрнинг иккинчи ярми ва XX асрнинг биринчи ярмида микробиологиянинг катта ютуқлари ишлаб чиқариш ва техник жараённинг ўсиши билан чамбарчас боғлиқ бўлди. Бу вақтда микроскопик техниканинг мукаммаллашуви физик профессор Эрнест Аббе номи билан боғлиқ бўлиб, у Карл Цесс билан биргаликда, кейинчалик Германияда “Карл Цесс” номи билан машҳур бўлган оптик фирмага асос солди. 1873 йилда Эрнест Аббе микроскопга ёрутувчи линзалар системасини яратди, 1886 йилда эса, апохроматларнинг конструкциясини яратиб, ёруғлик микроскопининг хоссаларини яхшилади. 1903 йилда Зидентопф ва Жигмондилар ультра-микроскоплар учун ясадилар. Бу микроскоп тури каллоид кимёнинг ривожланишига катта хисса қўшди. 1908 йили А.Калер ва Г.Зидентопфлар томонидан биринчи люминесцент микроскоп таклиф қилинди. 1928-1931 йиллари биринчи электрон микроскоп, 1934 йилда эса, Ф.Церник томонидан фазали контраст принципи ишлаб чиқилди. Бирмунча кейинроқ аноптрал микроскоп пайдо бўлиб, объектларнинг ўлчамли суръатларини тасвирлаш имкони туғилди.

Микроскопларнинг барча турлари, айниқса электрон микроскопнинг организм тузилиши тўғрисидаги тасаввурларни аниқлаштиришга имкон берди. Электрон микроскоп 0,02 мм дан то 7 А ва ундан кичик бўлган ўлчамда, хужайра органоидларининг алоҳида структура ва функцияси ўртасидаги алоқани кузатишнинг имконини берди. Биокимёнинг XX асрдаги

ютуқлари микроорганизмларни ўрганишда биокимёвий йўналишнинг пайдо бўлишига туртки бўлди ва ҳозирги кунда у жадал суръатлар билан ривожланмоқда.

Сўнги икки аср давомида микробиология бижғиш жараёнининг кимёвий жиҳатини ўрганиш йўлидан борган бўлса, ҳозирда улар муҳим аҳамият касб этаётган чорвачилик ва тиббиёт амалиёти учун зарур бўлган алмашилмайдиган аминокислоталар биосинтезининг, қатор витамин ва антибиотикларнинг манбаи бўлиб хизмат қилмоқдалар.

Микроскопларнинг янги турларини яратилиши, ўсимлик ва ҳайвонлар хужайраларини фиксация қилиш ва бўйаш методларини мукаммалашувига олиб келди. Цитология ва Цитокимёвий тадқиқот методларининг ривожланиши ва кейинчалик электрон микроскопик препаратлар техникасининг (ўта юпқа кесмалар ва бошқ.) ишлаб чиқарилишига олиб келди.

Шу вақтгача микробиология ва биохимиянинг диққат марказида дунёнинг пайдо бўлиши муаммоси бўлган бўлса, ҳозирги кунда органик моддаларни сунъий йўл билан ҳосил қилиш устида илмий изланишлар олиб борилмоқда. Микробиология ҳозирги вақтда халқ хўжалигида катта аҳамият касб этиб, ундан ҳар хил соҳаларда фойдаланиш бўйича илмий ва амалий, инновацион тадқиқотлар олиб борилмоқда. Мамлакатимизда қабул қилинган кадрлар тайёрлашнинг Миллий Дастурида микробиология фанига алоҳида ўрин ажратилган. Бу фанни ўрганиш бўйича қатор университетларда магситратура, стажер-тадқиқотчи-изланувчиларга ўринлар берилган. Диссертация ҳимоя қилувчи илмий кенгашлар фаолият кўрсатиб келмоқда.

Юқорида айтилганлардан кўриниб турибдики, микробиологиянинг 100 йилдан ортиқ вақт ичида ривожланиши нафақат кўпгина ходисаларни тушунтириб беради балки, жаррохларнинг ажойиб операцияларни амалга оширишини, озиқ-овқат ишлаб чиқарилишини ўзгартирди, консерва тайёрлашни қатъий асосга қўйди, сут маҳсулотларини ёппасига ишлаб чиқаришни йўлга қўйди, пиво ишлаб чиқаришни, арзон хомашёдан қимматли

махсулотларни (лизин ва бошқалар), кимё ва ўсимликлар физиологияси билан биргаликда далаларда рационал агротехникани яратиш имкониятларини очиб берди.

Барча айтилганлардан кўринадики, ҳозирги замонда микробиологиянинг тутган ўрни фаннинг кўпгина фундаментал назарий масалаларини ишлаб чиқишда ҳамда ишлаб чиқариш, қишлоқ хўжалиги, ветеринария ва тиббиётда кенг қўлланилиши қанчалар аҳамиятли эканлигини кўрсатади.

Ўзбекистонда Микроорганизмлар биотехнологияси соҳаси бўйича биринчи ўзбек академиги А.Г.Холмуродов (1939-1996) фузариум авлодига мансуб замбуруғлардан НАД-коферменти ва витаминлар комплекси (В гуруҳига кирувчи витаминлар, витамин РР, 10 ва ҳ.к.) тайёрлаш технологиясини яратган ва уларни амалиётга қўллаган. Академик М.И.Мавлоний Ўзбекистонда учрайдиган ачитқи замбуруғларни ўрганиб, уларнинг нонвойчилик, виночилик ва чорвачиликда қўлланилиши мумкин бўлган турларини топди ва улар асосида махсус хамиртурушлар ва виночилик учун ачитқи тайёрлаш технологияларни бойитди. Академик М.И.Мавланий бир неча ўнлаб патентлар ва муаллифлик гувоҳномаси сохибаси, улар яратган технологиялар озиқ-овқат биотехнологияси соҳасида кенг ишлатиб келинмоқда.

Профессор Қ.Д.Давранов МДХ мамлакатларида биринчилардан бўлиб, ёғ парчаловчи липаза ферментини тайёрлаш технологиясини яратди. Бу ферментни кўп шакллилик сабабларини таҳлил қила туриб, ҳар бир биотехнологик жараён учун ўзига хос хусусиятга эга бўлган липаза ферменти зарур деган фикрга келди ва буни амалиётда исботлаб берди. Қ.Д.Давранов яратган “Ер малҳами”, “Бист”, “Фитобиосол”, “Субтин” ва бошқа биопрепаратлар азот ўзлаштирувчи, минералларни парчалаш хусусиятига эга бўлган микроорганизмлар асосида тайёрланган бўлиб, мамлакатимиз қишлоқ хўжалиги амалиётида кенг қўлланилмоқда.

Б.ф.д. Ж.Ташпўлатов (1938-2005) “триходерма харзианум” деб аталмиш замбуруғларини ўрганиб, улардан олинган ферментлар сомон ва ғўзапояни



парчалашда фойдаланиш мумкинлигини асослаб берди ва технологиясини яратди. Бу технология асосида дағал ем-хашак тайёрлаш ва чорвачиликда ишлатиш ишлар йўлга қўйилган.

Ўзбекистонда биотехнология фанининг ривожланишига катта ҳисса қўшган, ташкилотчи олимлардан бири б.ф.д., профессор М.М.Рахимов бўлиб, бу олим мамлакатимизнинг бир неча олийгоҳларида, хусусан Мирзо Улуғбек номи Ўзбекистон Миллий университетида, Тошкент Давлат Аграр университетида, Тошкент Фарматевтика институтида биотехнология кафедраларини ташкил қилган.

М.М.Рахимов - М.В.Ломоносов номидаги Москва Давлат Университетида тахсил олган ва 1968 йил кимё фанлар номзоди илмий даражасига сазовор бўлган. Юзга яқин фан докторлари ва фан номзодларига устозлик қилиб келмоқда. 600 га яқин илмий мақолалар, ўқув қўлланмалар, дарсликлар ва патентлар муаллифи. Мамлакатимизнинг қатор орден ва медаллари билан тақдирланган.

Ўзбек олимларидан Т.Г.Ғуломова, А.Ҳ.Ваҳобов, Х.А.Бердикулов, Р.Шоякубов, З.Р.Ахмедова, З.Ф.Исмоилов, И.Ж.Жуманиёзов ва бошқалар мамлакатимизда биотехнологиянинг ривожлантириш устида илмий ва амалий ишлар олиб бормоқдалар.

Шу ўринда, Ўзбекистонда биотехнология фанининг ривожланишига катта ҳисса қўшган айрим йирик олимлар ҳақида қисқа маълумотлар бериб ўтишни лозим топдик. Зероки уларнинг улкан меҳнатлари туфайли маҳаллий биотехнология соҳаси пайдо бўлган.

Холмуродов Асқар Ғаниевич (1939-1997) – Украина фанлар академиясига қарашли Биокимё институтида номзодлик (1965) ва докторлик диссертациясини (1976) ҳимоя қилган ва ушбу институтда йигирма йил давомида фаолият олиб борган. 1980 йилдан бошлаб профессор. 1986-1997 йиллар давомида ЎзФА Микробиология институти директори ЎзР ФА мухбир аъзоси (1987) ва ҳақиқий академиги (1989) шунингдек, ЎзР ФА Президиуми бош илмий котиби (1988) ва вице-президент (1990) лавозимларида фаолият юритган.

Илмий фаолияти давомида 300 дан ортиқ илмий мақолалар ва ихтиролар муаллифи, 40 дан ортиқ фан доктори ва фан номзодларига раҳбарлик қилган.

Музаффаров Ахрор Музаффарович (1909-1987) - альгология, гидробиология, гидроэкология ва сув ўтлари биотехнологияси соҳалари бўйича фаолият олиб борган йирик олим. ЎзР ФА нинг ҳақиқий аъзоси (1960). ЎзР ФА Ботаника институтининг директори (1956-1960), ЎзР ФА Президиуми аъзоси ва кимё-технология ва биология фанлари бўлимининг академик-котиби (1966-1970), ЎзР ФА микробиология бўлими раҳбари (1970-1977) кейин эса шу бўлим асосида микробиология институтини ташкил этиб, унга раҳбарлик қилган

(1977-1985). Баъзи бир сув ҳавзаларининг сув ўтларини ўрганиб, уларнинг серхосил штамmlарини ажратиб олган. Бир неча монографиялар ва 200 дан ортиқ илмий мақолаларнинг муаллифи.

Ибрагимов Ахмад Поччаевич (1928-2010) – 1950- йилда Тошкент Фармацевтика институтини тамомлаган. 1954 йилда ЎзР ФА Кимё институтининг аспирантурасида таҳсил олиб, кимё фани бўйича номзодлик диссертациясини ҳимоя қилган. 1954-1957 йиллар давомида Самарқанд Давлат Қишлоқ хўжалик институтида Органик ва биологик кимё кафедраси мудири, 1957 йилдан бошлаб ЎзР ФА Ядро физикаси институтининг радиоцион кимё лабораториясини бошқарган. 1967 йилда ЎзР ФА Биокимё институти директорининг муовини ва айни пайтда нуклеин кислоталар биокимёси лабораториясига раҳбарлик қилиб келган. 1984 йили ЎзР ФА мухбир аъзоси. ЎзР ФА академиги (2000), Ўзбекистонда хизмат кўрсатган фан арбоби (1989) унвонлари совриндори. Унинг муаллифлигида 300 дан ортиқ илмий мақолалар ва бешта монография чоп этилган.

# I-БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАРНИНГ МОРФОЛОГИЯСИ ВА УЛЬТРАСТРУКТУРАСИ

## 1.1. Бактериал хужайранинг кимёвий таркиби.

Бактерия (лот. *bacteria*-таёқча) хлорофилсиз бир хужайрали бактериялар, ўзининг биологик хусусиятига қараб прокариотларга киритилади. Бактериянинг ўлчами микрометрларда (мкм) ўлчанади. Кўпчилик бактерияларнинг хажми 0,2-10 мкм га тўғри келади.

Бактериал хужайранинг химиявий таркиби – азот 8-15%, углерод 45-55%, кислород 30%, водород 6-8% дан иборат. Микроорганизмлар ҳар хил элементлардан ва уларнинг бирикмаларидан: оксил, нуклеопротеид, углевод, липид, глюколипид, глюколипид-протеид комплекси, нуклеин кислоталар, ферментлар ва витаминларни синтез қилиш хусусиятига эга.

Сув. Бактерияларнинг турига қараб, цитоплазмасида ўртача 75-85% атрофида сув сақланади ичак таёқчаси (*E. coli*), дифтерия, микобактерия (сил таёқчаси), вабо вибриони ва ҳ.к. Спорали микроорганизмларнинг спорасида эса сувнинг концентрацияси 40-50% гача бўлади. Сувнинг миқдори хужайранинг асосий таркибини ҳосил этади, у эркин ва боғланган ҳолатда бўлиб, боғланган сув цитоплазманинг структура элементи ҳисобланиб, унда эритиш хусусияти йўқ. Эркин сув коллоидлар учун дисперсс муҳит, кристалл моддалар учун эритувчи, водород ва гидроксил ионларнинг манбаи, химиявий реакцияларнинг қатнашувчиси сифатида иштирок этади.

*Минерал моддалар.* Бактерия хужайраси таркибига минерал моддалардан: фосфор, олтингугурт, натрий, магний, калий, калций, темир, хлор ва бошқалар ва микроэлементлардан молибден, кобальт, бор, марганец, рух, мис ва бошқалар киради. Бактерия хужайрасига озик модда билан кирган элементларнинг куруқ массасининг 2-14% ни юқорида қайд этилган элементлар ташкил этади. Бактерия моддаларининг куруқ массаси оксил, нуклеин кислота, углевод, липид ва бошқа бирикмалардан иборат.

*Оксил.* Цитоплазмада ва нуклеоидда, цитоплазматик мембранада ва хужайранинг бошқа қисмларида тарқалган оксил бактериал хужайранинг куруқ массасини 50-80% ташкил этади. Оксилнинг таркибида нуклеопротеидлар ва простетик гуруҳ мавжуд.

Оқсилнинг иккинчи қисмини липопротеидлар ташкил этади. Простетик гуруҳ сифатида мой (липид, липоидлар) иштирок этади. Липопротеидлар ярим суюқ консистенцияли бўлиб, хужайрада киритма шаклида бўлади. Липопротеидлар цитоплазманинг юзасида бактериал хужайрага моддаларнинг киришини бошқариб турувчи мембраналарни ҳосил этади. Микроорганизмлар ҳаётида оқсил таркибли ферментлар (энзимлар ва коэнзимлар) биологик катализатор сифатида бактериал хужайрада алоҳида рол ўйнайди. Ферментлар таркибида простетик гуруҳ мавжуд. Ферментнинг оқсилли қисми унинг хусусий ҳаракатини, простетик гуруҳи эса, химиявий реакцияларини бошқариб туради.

*Нуклеин кислоталар.* Нуклеин кислоталарнинг миқдори бактериянинг турига, озукасига боғлиқ. Бактериал хужайрада РНК 3 хилда: рибосома РНК, транспорт РНК, матрица РНК ҳолида учрайди. Рибосома РНК - рибосома таркибига киради, транспорт РНК - рибосомага аминокислоталарни ташиydi, матрица РНК - полипептид занжирда аминокислоталар жойланиш тартибини таъминлайди.

ДНК - аденин, гуанин, цитозин, тимин, фосфат кислота, дезоксирибозадан иборат. РНК аденин, гуанин, цитозин, урацил, фосфат кислота, рибозадан иборат.

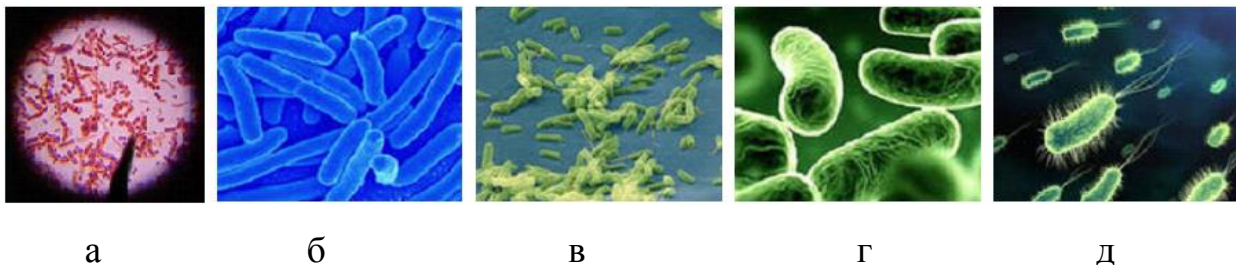
*Углеводлар.* Бактерияда углевод ва кўп атомли спиртларнинг миқдори қуруқ массага нисбатан 12-18% бўлиб, углеводнинг асосий массасини эркин ва боғланган оқсилдаги полисахаридлар комплекси ташкил этади. Уларга 1) кўп атомли спирт, 2) аликозит, 3) полиозидлар, 4) нитрал олигополиозид, 5) нордон полиозидлар, 6) олиго - ва полиозидлар киради.

*Полисахаридлар.* Кўпчилик микроорганизмларнинг полисахаридлари декстрин (фруктозан) целлюлозадан иборат. Баъзи микроорганизмларда (микобактерия, сил) гексозаминлар бўлиб, гидролизда моносахаридларга, аминсахаридларга ва аминокислоталарга парчаланади. Кислотали гидролизда полисахаридлардан галактоза, глюкоза ва бошқалар ҳосил бўлади.

*Липидлар.* Бактериал хужайрада қуруқ массага нисбатан липидлар 10% ни ташкил этади. Бактериал липидлар эркин мой кислотаси (26-28%) нейтрал мой ва фосфолипидлардан иборат.

## 1.2. Бактерияларнинг морфологияси ва тузилиши

Қуйида бактерияларнинг ҳар хил кўриниши, улар шарсимон, таёқчасимон, вибрион шаклида (сал букилган), спиралла, спирохета, шохланган, мицелли ва ҳаказо кўринишлари келтирилган.

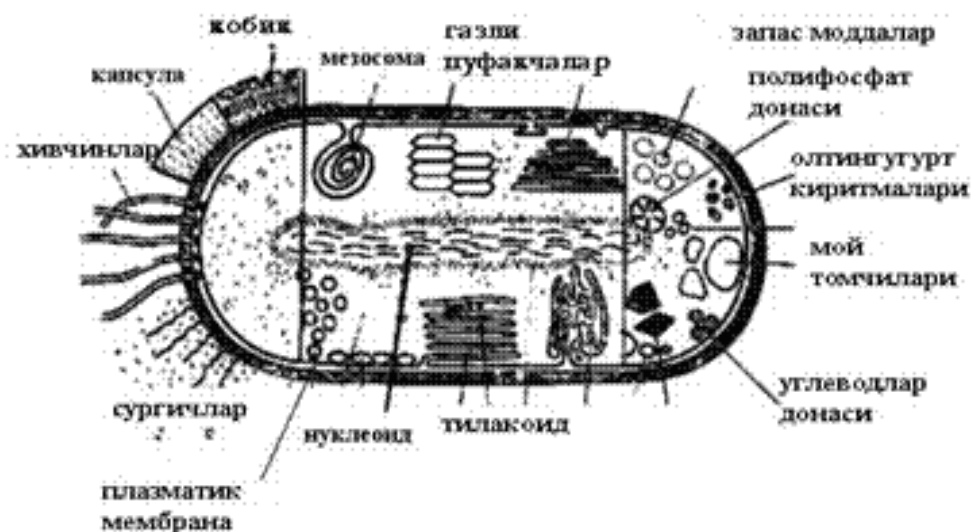


1-расм. Ҳар хил шаклдаги бактерияларнинг кўринишлари.

а-шарсимон; б, в, г-таёқчасимон; д-хивчинли таёқчасимон.

Бактерия тузилиши жиҳатидан ўсимлик ва ҳайвон ҳужайрасидан фарқ қилади.

Прокариотлар – гаплоид организмлар, одатда уларда битта ген мавжуд бўлиб, цитоплазмадан махсус мембрана билан ажралмаган, уларда митохондрия ва Гольджи аппарати йўқ. Бактерия қобик, цитоплазма, нуклеоид, ҳар хил киритмалар ва бошқалардан иборат.



2-расм. Бактерияларнинг тузилиши

Нуклеоид (нуклеоплазма, кариоплазма) ДНК ёки РНК дан иборат бўлиб, юқорида айтилганидек цитоплазмадан мембарана билан ажралмаган. Бактерия нуклеоиди замбуруғ ядросидан, ўсимлик, ҳайвон ҳужайраси тузилиши ва функцияси жихатидан фарқ қилади. Бактерия кўк-яшил сувўтлари нуклеоиди ДНК фибриллаларидан иборат билан тўлган бўлиб, диффузион характерга эга. ДНК нинг диаметри 3-5 нм. Ёпиқ элак кўринишида бўлади. У цитоплазманинг марказида жойлашган бўлиб, цитоплазматик мембрана, мезосома ва полисомалар билан алоқада туради. Бактерия тинч ҳолатда бўлса, нуклеоид 1 та, бўлиниш олдида эса 2 та, логарифм фазасида 4 ва ундан кўп нуклеоидларга эга бўлади.

Бактерия цитоплазмаси коллоидларнинг дисперс муҳити бўлиб, сув, оксил, углевод, липид, минерал бирикмалар ва бошқа моддалардан иборат. Бактериал цитоплазма ҳаракатсиз 60 % РНК ва 40 % протеиндан иборат бўлган рибонуклеопротеид бўлиб, мембранага бириккан. Цитоплазматик генетик структурага эга бўлган плазмидлар мавжуд. Цитоплазмада рибосомалар волютин, липопротеидлар, гликоген, гранулеза, олтингурут, кальций ва бошқалар мавжуд.

Бактерия цитоплазмасида вакуолалар мавжуд бўлиб, унда сувда эриган минерал моддалар бўлади. Вакуола таркиби липопротеиддан иборат бўлган мембрана (тонопласт) билан ўралган. Вакуолаларни сони 6 тадан 10 тагача бўлиб, ўсиш пайтида 20 тагача етади.

Бактерия қобиғи цитоплазматик мембранадан, ҳужайра деворидан, капсула қаватидан иборат. Цитоплазматик мембрана ҳужайра деворининг ички юзасига ёпишган бўлиб, қалинлиги 5-7,5 нм бўлади. Цитоплазматик мембрана 3 та қаватдан: липид, протеин, липопротеиндан иборат. Липопротеин оз миқдорда углевод ва бошқа бирикмалардан иборат. Цитоплазматик мембрананинг юза қисмида баъзи бир жараёнларда иштирок этувчи ферментлар жойлашган. Инвагинацияда цитоплазматик мембрана мезосомаларни ҳосил қилади. Цитоплазматик мембраналар орқали юзлаб ҳар хил реакциялар ўтиб туради. Мезосома ҳужайранинг бўлинишида ва ҳужайра

деворининг ҳосил бўлишида иштирок этади. Бактерия хужайрасининг девори 10-35 нм қалинликка эга. Хужайра деворининг асосини пептидоглика (мурсин) қавати ташкил қилади.

Граммусбат бактериянинг деворида тейхо кислотаси билан глюкoпептид қавати мавжуд. Тейхо кислотасининг вазифаси хужайра девори юзасидаги катионларнинг юқори концентрациясини ва магний ионларини алоқасини сақлашдан иборатдир. Магний ионлари хужайра деворига турғунлик бериб туради. Граммусбат бактерияларнинг хужайра девори тейхо кислотасини сақловчи муреин қаватидан ва М-протеин ва глюкoпептиддан иборат. Муреин хужайра деворига (ригидлик) қаттиқлик (мустаҳкамлик) хусусиятини беради. Грамманфий бактериянинг девори 3 та қават: ташқи (липополисахарид), ўрта (липопротеин) ва ички (глюкoпептид)дан иборат.

Бактерияларда, актиномицетларда, кўк-яшил сувўтларида, хужайра девори мавжуд. Микоплазмаларда хужайра девори йўқ. Хужайра деворининг бўлиши, бактериянинг аниқ шаклда туришига ёрдам беради. Хужайра деворидаги асосий полимер мукопептиддир. У деворни мустаҳкамлигини таъминлайди. Мукопептидни цитоплазматик мембранадан ажратиб олиш мумкин. Хужайра девори бактерияни ташқи муҳит омилларининг зарарли таъсиридан сақлайди ва бактериянинг ўсиши ва бўлинишида иштирок этади. Баъзи бактерияларда хужайра девори бўлмайди ва улар протопластлар дейилади. Протопластлар шар шаклида бўлиб, улар бўлиниш, нафас олиш, оксил, нуклеин кислота, ферментларни синтезлаш ва спора ҳосил қилиш хусусиятларига эга. Улар осмотик босимнинг ўзгаришига, механик таъсирларга, аэрацияга сезгир. Хужайра деворининг таркибини синтезлаш хусусиятига эга эмас, актив ҳаракат қилмайди. Лизоцимнинг ёки бошқа омилларнинг таъсирида хужайра девори қисман эрийди, грамманфий бактериялар хужайраларнинг таёқчасимон шакли доирасимон шаклга ўзгариши мумкин.

*Капсула.* Бактерия капсуласи полисахарид, мукополисахаридлардан иборат. Капсула хужайрани муҳим қисми эмас, шу сабабли ферментлар

таъсирида бактерияга зарар қилмасдан уни олиб ташлаш мумкин. Баъзи сапрофит бактерияларда умумий капсула ҳосил бўлади ва у зооглея деб аталади. Кўпчилик бактериялар хивчинларга эга. Улар бу хивчинлар ёрдамида ҳаракатланадилар. Бактериялар хивчинларининг хужайранинг қайси қисмида жойлашишига қараб қуйидаги гуруҳларга бўлинадилар:

1. Монотрихлар – бактерия хужайрасининг бир учида битта хивчин бор.
2. Лофотрихлар – хужайранинг бир учида хивчинлар тўплами мавжуд бўлади.
3. Амфитрихлар – хужайранинг икки учида икки тўплам хивчин бўлади.
4. Перитрихлар – хужайранинг ҳамма томони хивчин билан ўралган бўлади.

Хивчин бактерияда мотор вазифасини бажаради ва уларнинг сони, узунлиги бактериянинг хусусиятига боғлиқ. Хивчиннинг таркиби флагеллиндан иборат. Бактерияларнинг ҳаракати таксис дейилади. Унинг қайси омилга нисбатан ҳаракати, масалан хемотаксис (кимёвий моддаларга нисбатан ҳавоча), аэротаксис, фототаксис (ёруғликка нисбатан) деб номланади.

Хивчинлардан ташқари бактерияларда фимбрий ва пилилар ҳам мавжуд. Фимбрийлар хивчинларга нисбатан узун ва ингичка бўлиб, узунлиги 0,3-4 мкм, эни 5-10 нм бўлиб, сони 1000 гача етиб боради. Фимбрийлар бактериянинг субстратга ёпишишини таъминлайдилар. Пили эса, жинсий фимбрий бўлиб, ичи бўш каналдан иборат. Бу канал орқали бактерия конъюгацияда қатнашаётган бошқа бир бактерияга генетик ахборотни етказди.

*Спора ҳосил бўлиши.* Спора думалоқ ёки овал шаклда бўлиб, микроорганизмларнинг эволюциясида муайян бир турнинг сақланиши учун хизмат қилади. Спора бактерияларини ташқи ноқулай факторлардан сақлаши ва споралар ёрдамида кўпайиши мумкин.



Кўпинча таёқчасимон бактериялар спора ҳосил қилади ва бацилла деб номланади.

Спора ҳосил бўлиши тўрт босқичдан иборат:

1. Тайёрланиш босқичи.
2. Спора олди босқичи.
3. Қобик ҳосил бўлиш босқичи.
4. Етилиш босқичи.

Бациллаларнинг ноқулай шароитга тушиши билан ҳужайранинг ички структурасида ўзгаришлар ҳосил бўлиб, маълум бир қисмидаги протоплазма қуюқлаша бошлайди ва спора олдидаги мембрана ташкил топади, сўнгра шу жой, зич ва бир неча қаватли қобик билан ўралади. Ҳужайранинг қолган қисми эса аста-секин емирилади ва спора етилади. Шунда унинг ҳажми, вегетатив шакли микробнинг ҳажмига кўра ўн барабар қисқаради. Бактерияларнинг спора ҳосил қилишида бирқанча типлари мавжуд: Оддий-бациляр типда бўлса, спора ҳосил қилган бактериянинг шакли ўзгармайди, масалан, *Bac. megaterium*, Клотридиал типда спора ҳосил қилганда Б ҳужайра шакли дугсимон (ромба) шаклига ўхшайди. Масалан, мой кислотали бактерия. Улар яна плектридиал типда спора ҳосил қилиш учрайди. Б. ҳ-расининг шакли баробан таёқчаси кўринишини олади. Шу тариқа бактерия ҳужайраси 18 - 20 соатда спорага айланади.

Споралар бактерия ҳужайрасининг турли ерларида жойлашиши мумкин. У ҳужайранинг ўртасида ўрнашса, марказий спора, бир учида бўлса - терминал спора, бир учига яқин жойлашса субтерминал спора деб аталади. Спораларнинг жойлашиши лабораторияда микробларнинг турини аниқлашда катта аҳамиятга эга. Ҳар хил микроб турларининг споралари турли шаклда бўлади. Булар шарсимон, чўзинок (овал) бўлади.

Споралар экзина (ташқи) ва интина (ички) қаватлардан иборат бўлиб, экзина қавати цитоплазмани ташқи омилларидан ҳимоя қилади. Интина эса споранинг ўсиб чиқишига ёрдам беради.

Ўсиш даврига ўтишда споранинг бир қутбидан ёки марказидан хужайра ўса бошлайди. Хужайра споранинг бир қутбидан чиқса *қутбли*, ўрта қисмидан чиқса *экваториал* ўсиш деб аталади.

Спора ҳосил қилиш жараёни турғун ходисадир. Бироқ бациллалар захарли моддалар таъсирига учраса, ноқулай шароитга тушиб қолса, юқори температурада ўстирилса ёки сунъий озик муҳитларига кўп марта такрорлаб экилса, споралар ҳосил қилиш хусусиятларини йўқотади. Бундай организмлар *аспорогенли* *ирқ* деб аталади.

*Саволлар.*

1. Бактерия хужайра тузилишини тушунтиринг.
2. Капсула нима?
3. Ядро аппаратининг вазифаси нимада?
4. Бактериялар қандай кўпаядилар?
5. Бактериялар таснифи қандай тузилган?
6. Таркибида ДНК бўлган вируслар ҳақида гапиринг.
7. Фаглар тузилишини тушунтириб беринг.
8. Фитопатоген вируслар қандай оилаларга бўлинади?

### **1.3. Микроорганизмларнинг морфологияси (ташқи тузилиши)**

Микроорганизмларнинг шакли ҳам, ўлчамлари ҳам доимий эмас. Уларнинг бу ўзгаришлари модификацион бўлиб, наслдан-наслга берилмайди. Ташқи шароит нисбатан турғун бўлса, уларнинг эволюцион жараён натижасидаги шакли сақланиб қолинади. Ташқи кўриниши жиҳатида бактериялар 4 та кўринишда бўладилар: шарсимон (кокklar), таёқчасимон (бактериялар, бациллалар, клостридийлар), буралган (вибрионлар, спириллалар, спирохеталар), ипсимон (хламидобактериялар).



3-расм. *Coccus. sp*

Кокклар (лот. coccus – дон, шарсимон микроорганизм). Шарсимон шакллар доирасимон, эллипсиссимон, бурчоқсимон, ланцетсимон. Жойланишига, бўлинишига ва биологик хусусиятига қараб: микрококклар, диплококклар, стрептококклар, тетракокклар, сарциналар, стафилакоккларга бўлинади.



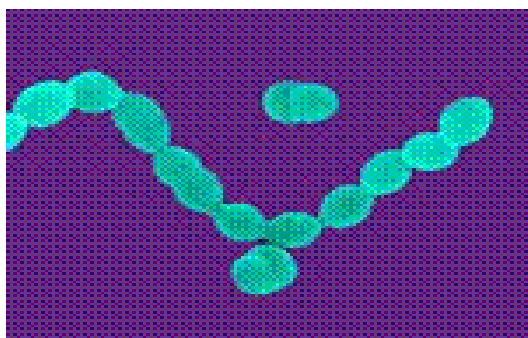
4-расм. *Micrococcus roseus*

Микрококклар (лот. microsoccus) – якка, жуфт ёки тартибсиз жойлашган хужайралардан иборат. Улар ҳаво, сувда сапрофит тарзда ҳаёт кечирадиган микроорганизмлар. (Масалан, *M. roseus* ва бошқалар).



5-расм. *Diplococcus sp.*

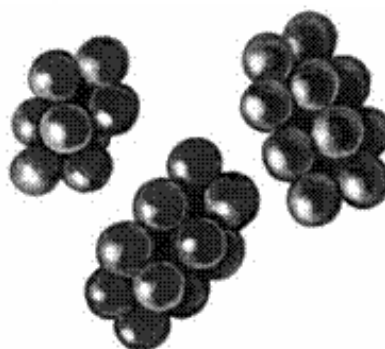
Диплококklar (лот. *diplococcus* - қўшалок) битта тексликда бўлиниб, жуфт кокklarни хосил этади. Диплококklarга минигокк – менингитнинг қўзғатувчиси, гонокк – гонареяни қўзғатувчилари киради.



6-расм. *Streptococcus sp.*

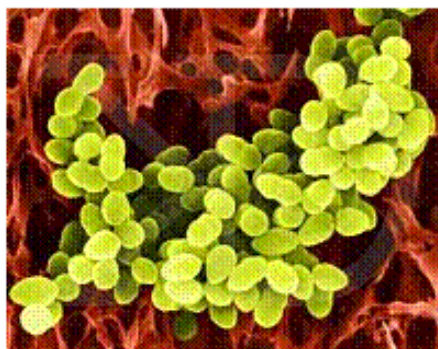
Стрептококklar битта текисликда бўлиб, ҳар хил узунликдаги занжирни хосил қилиб жойлашади. Патоген стрептококklar одамда ҳар хил касалликларни келтириб чиқаради.

Тетракокklar (грекч. *tetra* - тўртта) бир-бирига нисбатан 2 та перпендикуляр текисликда бўлинади. Одамда касаллик қўзғатувчи сифатида кам учрайди.



7-расм. *Sarcina sp.*

Сарцина (лот. *sarcio* - боғланган) шарсимон шаклда бўлиб, улар бир-бирига нисбатан 3 та перпендикуляр текисликда жойлашадилар. Улар ҳавода кўп учрайдилар. Касаллик қўзғатувчи сифатида қайд қилинмаган.



8-расм. *Staphylococcus sp.*

Стафилакокклар (лот. *staphylococcus* – шингилсимон жойлашган кокклар). Ҳар хил текисликда, бир-бирига нисбатан тартибсиз жойлашган кокклар. Баъзилари одам ва ҳайвонларда касаллик келтириб чиқаради. Масалан, *Staph. aureus*.

**Таёқчалар.** Таёқчасимон бактериялар 3 гуруҳга: бактериялар, бациллалар ва буралган клостридийларга бўлинадилар. Бактерияларга спора ҳосил қилмайдиган таёқчасимон микроорганизмлар киради (дизентерия, дифтерия, сил ва бошқалар). Бациллаларга (лот. *bacillus* - таёқча) ва клостридиялар (лот. *closter* - веретено) спора ҳосил қилувчи микроорганизмлар киради (қоқшол, куйдирги). Таёқчасимон бактериялар шакл жиҳатдан қисқа (туляремия), узун (куйдирги), буралган ва ўткир учли (фузобактериялар).

Буралган шаклли бактериялар. Бу гуруҳга вибрионлар, спириллалар, спирохеталар киради.



9-расм. *Vibrio cholera*

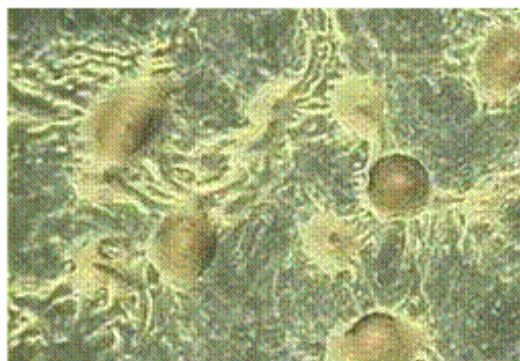
Вибрионлар (лот. *vibrio*- эгиламан) хужайралар буралган бўлиб, вергул кўринишида шаклланган.

Спириллалар (лот. *spira* – қийшайган) бактериянинг буралган шакллари.

Ипсимон бактериялар (олтингугурт, темир бактериялари) кўлмак сувларда кўпроқ учрайди. Патоген турлари йўқ.

Микроорганизмларда полиморфизм ходисаси кузатилади. Уларда ривожланишнинг қайси босқичида бўлишига қарамасдан ҳар хил шаклларда индивидуал ўзгариш кузатилади. Улар жудаям пластик, ташқи муҳитнинг ҳар хил омиллари: ҳарорат, озуқа муҳити, тузларнинг концентрацияси, муҳитнинг кислоталилиги, метаболизм маҳсулотлари, организмнинг ингибиторлари ва бошқалар таъсирида осон шаклларини ўзгартирадилар.

*Миксобактериялар* (шилимшиқ бактериялар)нинг бактерияларнинг энг юксак шакллари бўлиб, кўпчилигида такомиллашган ядро учрайди, баъзилари ипсимон, баъзилари кокklarга ўхшаб кетади. Буларнинг ҳужайра пўсти эластик бўлганлиги учун ҳаракатлана олади ва тана тузилишини ўзгартиради. Ўзи ажратган суюқлик ёрдамида ҳаракатланади, хивчинлари йўқ ҳужайраси иккига бўлиниб ёки ўртадан тўсиқ ҳосил қилиб кўпаяди ва мева тана ҳосил қилади. Улар мева танасига қараб системага солинади. Қаттиқ озиқ муҳитида бактериялар колониясига ўхшаш колония ҳосил қилади.



10-расм. *Micsobakteriya sp.*

Нурсимон бактериялар оқар сувларда ва тупроқда учрайди. Кўпчилиги сапрофит бўлиб, хивчинлари ёрдамида ҳаракатланади. Буларга *Caulobakter* – 9-гурух куртакланувчи ёки пояли бактерияларга киради (Мишустин 1987).

мисол бўлади, у кўндалангига ёки гетероморф бўлиниш йўли билан кўпаяди. Ҳосил бўлган қиз ҳужайралар хивчини ёрдамида ҳаракатланади, сапрофитлар сувда ва тупроқда кўпроқ учрайдилар.



*11-расм. Nursimon bakteriya*

Микоплазмалар спирал ёки овалсимон шаклдаги микроорганизмлардир (0,1-0,2 мкм), уларни ҳужайра пўсти бўлмайдилар, ҳаракатсиз узун ипчалар ёки юлдузлар шаклидаги сапрофит ва паразит шакллари бор. Ҳайвонларда турли туман касалликларни вужудга келтиради. Систематиклардан Берджи буларни алоҳида *Mycoplasmales* тартибига ажратади. Микоплазмаларга бактерияларнинг L формалари яқин туради, бу формаларни тажриба йўли билан ҳам олиш мумкин, бунинг учун бактерияларга пенициллин билан таъсир этилади.

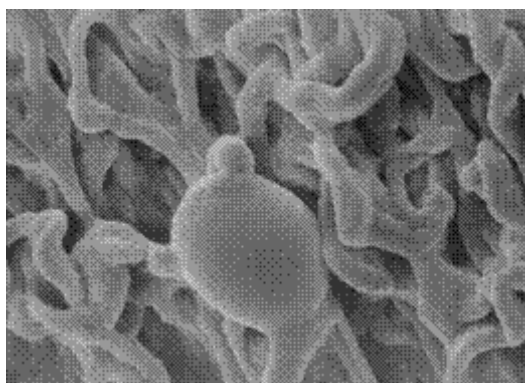
Микоплазмалар ичида яхши ўрганилгани эркин ҳолда ҳаёт кечирадиган *Mycoplasmales* дир. Г. Морвин ва М. Туртелен (1964) уларни электрон микроскопда кўриб, тўрт хил ҳужайраси: 1) элементар танаси; 2) оралик ҳужайралар; 3) йирик ҳужайралар; 4) ичида элементар танаси бўлган йирик ҳужайралар борлигини аниқлаганлар.



*12-расм. Micoplazma sp.*

*Актиномицетлар* ёки нурли замбурурлар тузилиши жиҳатидан бактериялар ва тубан замбуруғларга ўхшайди. Улар моғор замбуруғлар билан бактериялар орасидаги грурухга мансуб, маълум шаклдаги ядроси бўлмайди. Актиномицетлар 600 нм ва ундан узун бўлган шохланган мицелий ҳосил қилади. Озиқ муҳитидаги мицелий икки хил-бири озиқда, иккинчиси очик, яъни озиқ юзасида бўлади, унга ҳаво мицелийса дейилади. Ҳаво мицелийда конидиоспора деб аталадиган конадия бандлари ва уларга споралар етилади.

Актиномицетлар тупрокда, органик ўғитлар, чириётган моддалар юзасида, бошоқдошлар танасида учрайдилар. Улардан стрептомицин, биомицин, тетрациклин, неомицин, нистатин каби антибиотиклар олинади. Баъзи патоген шакллари юмшоқ тўқима ва суякларни емириб, оғир касаллик-актиномикозни вужудга келтириши мумкин.



*13-расм. Aktinomitsitlar.*

1909 йилда Риккетс деган олим Мексикада учрайдиган ва бит орқали тарқаладиган қизилчали тиф касаллигини текшириб, касал одам танасидан калта таёқча шаклидаги микроб топади ва уни “риккетсия провочека” деб



номлайди. Булар жуфт-жуфт ёки занжир шаклида бўлиши мумкин, узунлиги 300-400 нм. Фақат тирик тўқима ва хужайраларда ривожланадилар.

Риккетсиялар хусусиятларига кўра микоплазмаларга ўхшайди, уларда ДНК ва РНК учрайди, полиморф микроорганизмлар, баъзилари кокксимон, донатор, диаметри 0,5 мк. Таёқчасимонлари 1-1,5 мк, учлари юмалоқ ёки бир оз букилган, 3-4 мк, ипсимон формалари 10-40 мк да донатор. Риккетсиялар ҳаракатсиз спора ва капсула ҳосил қилмайди. Электрон микроскопда риккетсияларни кузатганда улар ташқи ва ички қобик билан ўралганлиги маълум бўлди. Цитоплазмасида гранулалар шаклидаги рибосомалар бўлиб, улар 70-200 А катталиқга эга. Риккетсиялар бўлиниб кўпаяди. Патоген риккетсиялар ҳайвонларда ва одамда турли туман касалликларни келтириб чиқаради, товук ва итларда риккетсиоз, орнитоз деб аталувчи ва бошқа юкумли касалликларни кўзғатадилар.

#### *Саволлар.*

1.Микроорганизмларнинг ташқи тузилишидаги ўзига хос хусусиятлари қайсилар?

2.Шарсимон микроорганизмларнинг хусусиятларини тушунтиринг.

3.Таёқчасимон микроорганизмларнинг кўпайиши қандай боради?

4.Бациллалар қаерларда кўпроқ тарқалган?

5.Микроорганизмларнинг хивчинлари ниманинг ҳосиласи ҳисобланади?

6.Микроорганизмлар хивчинларини жойланишига қараб қандай номланадилар?

## **II-БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАР СИСТЕМАТИКАСИ**

### **2.1. Прокариотларнинг систематикаси**

Микроорганизмларни маълум бир систематикага (таснифга) солиш учун қуйидагилар эътиборга олинади:

Шакли ва ўлчами;

Харакати (хивчинларнинг бор-йўқлиги ва жойлашиши);

Капсуласининг бор-йўқлиги;

Эндоспора ҳосил қилиши;

Грам усулида бўялиши;

Моддалар алмашинувининг ўзига ҳослиги;

Энергия олиши;

Ташқи муҳит билан алоқаси.

Молекуляр биологиянинг ютуқлари эвазига микроорганизмларнинг генотип хусусиятларини ўрганиш мумкин бўлди. Бунда микроорганизм нуклеотид таркиби, пурин ва пиримидин асосларининг бир-бирига нисбати ўрганилади ва икки гуруҳга кирувчи микроорганизмларнинг фарқлари аниқланади.

Икки турга кирувчи микроорганизм нуклеин кислоталарини бир-бирига гибридлаб, улар орасидаги нуклеотидлар таркибини ўхшашлиги ўрганилади. Микроорганизмларнинг хусусиятлари ўрганилиб, К.Линней ишлаб чиққан бинор номенклатураси бўйича латин алифбосида илмий ном берилади. Масалан, пичан таёқчаси *Bacillus subtilis* деб номланади.

Микроорганизмларга 1980 йил 1 январдан бошлаб Халқаро бактерия номенклатураси кодекси қоидаларига мувофиқ ном бериладиган бўлди.

Микроорганизмларнинг яқин белгиларига қараб тавсифловчи тур (*species*), авлод (*genus*), оила (*familia*), тартиб (*ordo*), синф (*classis*), бўлим (*divisio*), олам (*regnum*) каби таксономик категориялар ишлатилади.

Тур деб, фенотип жihatдан ўхшаш, битта генотипга эга бўлган индивидлар йиғиндисига айтилади. Улар кичик тур ва вариантларга бўлинадилар.

Микробиологияда микроорганизмлар эволюцияси ва филогенияси ҳақида етарли маълумот бўлмаганлиги сабабли микроорганизмлар систематикаси сунъий хисобланади ва микроорганизмларни идентификация қилиш учун аниқлагич вазифасини бажаради.

Д.Х.Берги (1984 йил) маълумоти бўйича *Procariotae* дунёси 4 та бўлимга ажратилади:

1 - бўлим. *Gracilacutes* (*gracilus*.лот. юпқа, *cutes* - пўст) – бу бўлим вакиллари хужайра девори грамманфий тузилишга эга бўлган кокklar, таёқчасимон прокариотлар кирадилар. Улар эндоспора ҳосил қилмайди,

бўлиниб кўпаяди, вакиллари фототроф, нофототрофлар, аэроблар, анаэроблар, облигат паразитлардир.

Бўлим *Scotobacteria*, *Anoxyphotobacteria*, *Oxyphotobacteria* синфларига ажратилади.

1-синф – *Scotobacteria*. Синф 10 та: 1-спирохеталар, 2-аэроб спирал ва вибрионсимон, грамманфий бактериялар, 3-аэроб грамманфий кокклар ва таёкчалар, 4-факультатив анаэроб, грамманфий таёкчалар, 5-анаэроб, грамманфий, букилган ва спирал таёкчалар, 6-грамманфий, хемолитотроф бактериялар, 7-сирпанувчи бактериялар, 8-хламидабактериялар, 9-пояли бактериялар, 10-риккетсиялар ва хламидалар каби гуруҳларга бўлинади.

*Спирохеталарга* 2 та *Spirochaetaceae* ва *Leptospiraceae* оилалари кириб, уларга осон эгилувчан, узунлиги 5-600 мкм ва эни 0,4-0,7 мкм бир хужайрали бактериялар кирадилар.

Спирохета хужайрасида протоплазматик цилиндр бўлиб, бир неча ўқсимон фибриллар билан ўралган. Бу фибрилларнинг ўзи цилиндр охиридаги бириктирувчи дискдан бошланади. Протоплазматик цилиндр ва ўқ фибриллар ташқаридан пўст билан ўралган. Хужайраси нуклеоид, мезосома ва бошқалардан ташкил топган. Спирохеталар кўндалангига бўлиниб кўпаяди, ҳаракатчан, спора ҳосил қилмайди. Спирохеталарнинг баъзилари сапрофит ҳолида ҳаёт кечиради. Одам ва ҳайвонларда юқумли касалликларни келтириб чиқаради.

Аэроб спирал ва вибрионсимон, грамманфий бактериялар *Spirillaceae* оиласини ташкил этади. Хужайралари таёкча шаклида бўлиб спиралсимон буралган. Хужайрасининг иккита учида тўп хивчинлар жойлашган, улар чучук сувларда ва тупроқда кўпроқ яшайдилар.

Аэроб грамманфий кокклар ва таёкчалар. Бу гуруҳ вакиллари 7 та оилага мансуб бўлиб, шундан 3 таси тупроқнинг ҳосилдорлигини оширишда амалий аҳамиятга эга. Псевдомонадалар табиатда жуда кенг тарқалган, баъзи вакиллари нитратларни эркин азотгача қайтара оладилар.

*Azotobacteriaceae* оиласи вакиллари таёқчасимон, кокксимон хужайраларга эга бўлиб, ҳаракатчан, спора ҳосил қилмайди, эркин азотни ўзлаштира олади.

*Rhizobiaceae* оиласи вакиллари таёқча кўринишида, спора ҳосил қилмайди, бошоқдошлар илдизида туганаклар ҳосил қилади, ўсимликлар билан симбиоз ҳолида яшаб, эркин азотни ўзлаштиради.

*Agrobacterium* авлоди ҳар хил ўсимлик илдизларида шиш ҳосил қилади ва вакиллари фитопатоген бактерияларга киради.

*Methylococcaceae* оиласи икки авлодни *Methylococcus* ва *Methylomonas* ни ўз ичига олади. Бу авлод вакиллари кокк ва таёқча шаклида бўлиб, улар учун энергия манбаи метан ва метанолдир.

*Acetobacteriaceae* оиласи *Acetobacter* ва *Gluconobacter* авлодларидан ташкил топган бўлиб, бу авлод вакиллари этил спиртини сирка кислотагача оксидлайдилар.

Факультатив анаэроб, грамманфий таёқчалар бу гуруҳ вакиллари *Enterobacteriaceae* ва *Vibrionaceae* оилаларига мансуб бўлиб, одам ва ҳайвонларда юқумли касалликларни кўзғатади. Булар *Escherichia*, *Proteobacterium*, *Salmonella*, *Shigella*, *Ervinia* ва бошқа авлодларни ўз ичига олади. Баъзи вакиллари одам ва ҳайвонларда касаллик кўзғатса, баъзилари тупроқда сувда ёки эпифит ҳолида учрайдилар.

*Vibrionaceae* оиласи бирнеча авлодларни *Vibrio*, *Aeromonas*, *Plesiomonas* авлодларни ўз ичига олади. Улар чучук ва денгиз сувларида, балиқ ва одам организмида учрайди, улар орасида касаллик кўзғатувчилари ҳам бор.

Анаэроб, грамманфий, букилган ва спирал таёқчалар гуруҳи вакиллари тўғри, букилган ва спирал таёқчалардан иборат бўлиб, *Bacteroidaceae* оиласига мансуб, одам ва ҳайвонларнинг ошқозон-ичак йўлларида учраб, баъзан ошқозон-ичак йўлларида касаллик кўзғатиши мумкин. Сут эмизувчиларнинг ошқозон-ичак йўлларида *Selenomonas* авлодига мансуб бактериялар учрайди. Уларнинг шакллари ярим ойсимон ҳаракатчан, углеводларни сирка, пропион кислота, сут кислота  $\text{CO}_2$  гача бижғитадилар.

Грамманфий, хемолитотроф бактериялар икки оила ва 15 та авлоддан иборат.

Nitrobacteriaceae оиласи вакиллари таёқчасимон, эллипссимон, шарсимон, спиралсимон кўринишларда бўлиб, спора ҳосил қилмайди. Ҳаракатчан ва ҳаракатсиз вакилларга эга. Хемолитотроф вакиллари облигат ҳолда учрайди. Улар энергияни аммиак ёки нитратларнинг оксидланишидан оладилар. Тупроқда, сув хавзаларида, денгиз ва океан сувларида кўпроқ тарқалган. Nitrosospira, Nitrosococcus, Nitrosolobus, Nitrospira, Nitrococcus каби вакиллари аммиакни нитритгача оксидлайдилар.

Siderocapsaceae оиласи вакиллари капсула билан қопланган бўлиб, таёқча, шарсимон, эллипссимон хужайралардан иборат. Бу оила вакиллари темир оксидини тўплаш хусусиятига эга. Улар оксидларни капсула устида, капсуладан ташқарида ёки капсуланинг ўзида тўплайдилар. Бу оила вакиллари хемороорганотрофлар ҳисобланиб, кислородли муҳитни ёқтиради ва темир моддалари бор сувларда кўпроқ тарқалган.

Мухобacteriales ва Cytophagales тартибга кирувчи бактериялар сирпанувчи бактериялар деб номланади. Мухобacteriales таркибига мева тана ҳосил қилувчи бир хужайрали миксобактериялар киради.

Цилиндрсимон хужайралари учи эгилган, ташқи томондан шилимшиқ капсула билан ўралган бўлиб, бўлиниб кўпаяди. Миксобактерияларнинг хужайра девори эластик бўлиб, бактерия хужайрасининг эгилишига ва ҳаракатланишига ёрдам беради. Вегетатив хужайралари бўлиниб кўпаяди, сирпаниб ҳаракатланади, рангсиз ёки рангли мева таналар ҳосил қилади. Мева таналарнинг ранги ва шакли бактерияни хусусиятларига боғлиқ. Миксобактериялар спорангийларида микроцисталарни ҳосил қилади ва улар субстратдан шохлари билан кўтарилиб туриши мумкин. Микроспоралар қурғоқчиликка чидамли, лекин қиздирилганда нобуд бўлади. Микроцисталар қулай шароитда униб, вегетатив хужайрага айланади. Микроцисталар аэроб бўлиб, хемоорганотрофлар ҳисобланади, тупроқда, гўнгда учраб, ўсимлик ва ҳайвон целлюлозаси полисахариди, оқили ва бошқаларни парчалайди.

Миксобактериялар таркиби 3 та оилага бўлинади. Мухососсасеае оиласи вакиллари ноқулай шароитга тушганда овал шаклли микроцисталарни ҳосил қилади, қулай шароитда улардан икки учлари сал ўткирлашган вегетатив хужайралар ҳосил бўлади.

Archangiaseae оиласи вакиллари таёқчасимон микроцисталар ҳосил қилади, оила вакиллари учлари конуссимон, вегетатив хужайрага эга.

Poliangiaseae оиласи вакиллари учлари ўтмас, цилиндрсимон вегетатив хужайраларга эга. Микроспоралари қулай шароитда тез унади.

Cytophagales тартиби вакиллари меватана ҳосил қилмайди, вегетатив хужайралари таёқчасимон ва ипсимон кўринишда бўлади, сирпаниб ҳаракатланади, бирнечта оилалари мавжуд, Cytophagaceae оиласи вакиллари таёқчасимон ва ипсимон бўлиб, учлари ўтмаслашган, микроцисталар ҳосил қилмайди, ҳақиқий аэроб ёки факультатив анаэроб.

Beggiatoaceae оиласи вакиллари рангсиз узун шохланмаган, иплар трихамалар кўринишида бўлади. Сирпаниб ҳаракатланади, бирорта субстратга ёпишмайди, хужайралари кўндаланг бўлиниб кўпаяди. Водород сульфидли жойларда учраб, сульфидларни сульфатларгача оксидлайди.

*Хламидабактериялар* – хужайрасининг усти қобиқ билан ўралган, улар 7 авлодга бўлинади.

Sphaerotilus авлоди бир хужайрали, таёқчасимон, грамманфий организмлар бўлиб, қутбларида хивчинлари мавжуд. Усти шилимшиқ моддалардан иборат қобиқ билан ўралган. Хламидобактерияларнинг иплари бир неча мм га етиши мумкин, хужайралар қин ичида бўлиниб кўпаяди, ҳосил бўлган ҳаракатчан қиз хужайралар қин ичидан сирпаниб чиқиб кетади ёки қиннинг парчаланишидан чиқиши мумкин. Бу авлод вакиллари чучук сувларда ва ифлосланган сувларда учрайди.

Leptothrix авлоди вакиллари тўғри таёқчалар шаклида бўлиб, занжир ҳосил қилиб, қобиқ билан ўралган ҳолда учрайди. Қобиқлари темир ёки марганец оксидларининг гидратлари билан тўйинган ёки қопланган ҳолда учрайди. Кислородли муҳитни ёқтиради, грамманфий, юқоридаги

авлодлардан ташқари *Streptothrix*, *Crenothrix*, *Clonothrix* авлодлари ҳам мавжуд.

Пояли бактериялар вакиллари 17 та авлодга бирлашган. *Nyphomicrobium* авлоди вакиллари икки учи ўткирлашган таёқчасимон, овалсимон, тухумсимон ёки ловиясимон кўринишларга эга. Улар ҳар хил узунликдаги ўсимталар ҳосил қилади. Кўпайиши ипсимон ўсимталар учида жойлашган, куртаклар ёрдамида амалга ошади, куртаклари етилгандан сўнг ҳаракатчан бўлиб қолади ва гифадан ажралиб, субстратга ёки бошқа бир хужайрага ёпишади. Хемоорганотроф бўлиб, ўсиши учун  $\text{CO}_2$  керак бўлади. Кўпгина пояли бактериялар лактат, формиат, ацетат ва бошқа бирикмаларни ўзлаштириш хусусиятига эга.

*Pedomicrobium* авлоди вакиллари маълум ривожланиш циклига эга. Овал шаклидаги она хужайрада хивчинли, ҳаракатчан хужайра ҳосил бўлади. Қиз хужайранинг ҳосил бўлиши, куртакланиш орқали амалга ошади. Бу авлод вакиллари хужайраси устида темир ва марганец оксидларини ажратади. Тупроқда кенг тарқалган.

Пояли бактериялардан *Coaulobacter* авлоди вакиллари шохланган ва бир қутубдан чиққан таёқчасимон вибрионсимон кўринишларга эга. Улар хемоорганотрофлар бўлиб грамманфий, кислородли муҳитда яхши ўсади, тупроқда, чучук сувларда кенг тарқалган.

*Gallionella* авлоди вакиллари узун поялар учида жойлашган таёқчасимон ёки шарсимон микроорганизмлардир. Поялари бир-бирига чирмашиб кетган фибриллалардан ташкил топган боғча тўпламлардан иборат. Поячалар темир гидрооксиди билан қопланган бўлади. Кўпайганда бинар бўлиниб кўпаяди ва қиз хужайралар поялар учларида жойлашади. Кейинчалик улар поядан зооспораларга ўхшаб ажраладилар ва битта ёки иккита поляр жойлашган хивчинлари билан ҳаракатланиб, юрадилар. Грамманфий. Хемолитотроф улар икки валентли темирни уч валентлигича оксидлайди,  $\text{CO}_2$  ни ўзлаштиради. Бу авлод вакиллари *Leptotrix* авлоди билан биргаликда темирни сув ҳавзаларида чўкишини амалга оширади.



*Риккетсиялар ва хламидалар* – бу гуруҳ микроорганизмлари Rickettsiales ва Chlamydiales деб номланган тартибларини ўз ичига оладилар.

Rickettsiales тартиби уч оилани бирлаштиради – Rickettsiaceae, Bartonellaceae, Anaplasmataceae. Улар бир қанча нопатоген, аммо хужайра ичидагина кўпаядиган паразит вакилларни ўз ичига олади.

Вакиллари таёқчасимон, шарсимон ёки ипсимон шаклга эга бўлиб, ҳар хил риккетсиоз деб аталадиган юқумли касалликларга сабабчи бўлади. Риккетсиялар ҳам таёқчасимон, шарсимон ва ипсимон бўлиб, спора ҳосил қилмайди, ҳаракатсиз. Грамманфий. Хўжайини хужайрасида бинар бўлиниб кўпаяди. Риккетсияларни баъзи вакиллари хашаротлар билан симбиоз ҳолида яшайди. Типик вакилларида Rickettsia prowazekii тошма тиф касаллигини кўзғатади, кўйлак бити билан симбиозда яшайди.

Chlamydiale тартиби Chlamydiaceae оиласидан иборат бўлиб, унга одамларда касаллик кўзғатадиган турлар киради.

#### *Саволлар.*

1. Микроорганизмлар систематикаси деганда нимани тушунаси?
2. Микроорганизмларни систематикага таснифга солишда қайси хусусиятларга эътибор берилади?
3. Микроорганизмларнинг синфлари ҳақида нималарни биласиз?
4. Спирохеталар қаерларда кўпроқ тарқалган?
5. Аэропспириал ва вибрионсимон бактериялар ҳақида нималарни биласиз?
6. Азотобактерияларнинг тузилишини тушунтиринг.

## **2.2. Вирусларнинг шакли, гуруҳлари ва систематикаси**

Ҳозирги вақтда вируслар Vira оламига бирлаштирилган. Вирусларни ўрганувчи фанга биринчи бўлиб, Л.Ивановский (1892) асос солган бўлиб,

ҳозирда бу фан вирусология деб аталади. Вируслар барча тирик организмларда касаллик қўзғатади. Вируслар қачон ва қандай пайдо бўлганлиги номаълум, аммо ҳар хил гипотезалар мавжуд. Ҳозирги кунда вирусларга қуйидаги таъриф берилади. "Вируслар ўта кичик организм – микроорганизм ҳам бўлмаган, минерал организмлар бўлган микроплазмалар, риккетсийлар ва хламидийлар каби ўз оксилсинтезловчи системаларига ҳам эга бўлмаган, нуклеин кислотасининг синтези ҳар хил даражада ҳужайрага боғлиқ бўлган ва мустақил эволюцияга учрайдиган, автоном генетик структуралар бўлиб, табиатнинг микроскопик молекулаларга яқин қилиб яратган, ўзига хос паразитлик қилиб яшайдиган, хилма-хил, кўп сонли гуруҳларга эга ва *Vira* оламига бирлашган ҳаётнинг ҳужайрасиз формасидир".

Вируслар вирусологияда ўрганиладиган мустақил фан бўлиб, ўз объекти ва тадқиқот методларига эга. умумий вирусология вирусларнинг табиати, уларни тузилиши, кўпайиши, систематикаси, биокимёси, генетикасини ўрганади. Табиий, ветеринария ва қишлоқ хўжалиги вирусологиялари эса вирусларни патогенлиги, уларни юқумлилиги, профилактикаси, диагностикаси ва улар қўзғатадиган касалликларни даволашни ўрганади. (Жданов В.М., 1990. Интернет маълумотлари, 2012 йй.)

1886 йили немис олими Адольф Майер Голландияда тамаки ўсимлигида учрайдиган мозаика касаллигини ўрганади. У ўз ишлари натижасида тамаки ўсимлигида касалликни вужудга келтирувчи микроорганизм ниҳоятда майда эканлигини ва ҳатто бактериал филтърлардан ҳам ўтиб кетишини кўрсатиб беради. Унинг бу ишларини Бейеринк ўз тажрибалари асосида тасдиқлайди.

Тамаки ўсимлигининг вирус заррачасида 5% РНК ва 95% оксил бўлади. Лекин, рангли карамда учрайдиган мозаикада ва кўпгина ҳайвонларда учрайдиган вирусларда ва бактериофагларда ДНК ҳам учрашини Шлизингер 1934 йилда кўрсатган эди.

Вируслар биологик микроскопда кўринмайди, сунъий озука муҳитида ўсмайди, фақат ўсимлик, ҳайвон, одам организмига ўзини тириклигини намоён этади. Уларнинг фақат электрон микроскоп орқали кузатиш мумкин.

Трахома, қизамик, кутуриш, чинчечак, сувчечак, полиомиелит, грипп ва кўпгина бошқа касалликлар вируслар орқали вужудга келади. Вирусли касалликлар натижасида кўпгина ҳайвонлар зарарланади, маданий ўсимликларнинг ҳосили камайиб кетади. Бунда ўсимликлар барги емирилади, ранги оқариб, буралиб, буришиб, бўйи ўсмай, пакана бўлиб қолади, баъзан эса гипокотили ва илдизлари ҳам зарарланади.

Ўсимликларда вируслар сфера ёки таёкча шаклидаги оксилли қобик ва унинг ичида жойлашган нуклеин кислотада иборат бўлади. Нуклеин кислота миқдори 15-45% атрофида, спирал симметриялиларда 5%, бациллаларга ўхшашларида 1% га яқин; баъзи вакилларида 20% га яқин липидлар ҳам учрайди. Булардан ташқари вирус кристалларида 50% га яқин сув ҳам бўлади.

Тамаки ўсимлиги мозаикаси вируси таёкча шаклидаги нуклепротеид бўлиб, ҳужайрадан ташқаридаги вирус вирион (ҳужайра ичидагиси вегетатив куролланган вирус) деб аталади. Вирионлар бошқа организмларга киргандан сўнг ўзининг тириклигини намоён қилади. Тамаки ўсимлигини зарарланган баргларида кристалларни кўриш мумкин. Бу кристаллар яхши эрийди. Уларни аморф ҳолда ажратиш олиш мумкин, ниҳоят қайтадан кристаллар ҳосил қилиш ҳам мумкин. Ҳар бир кристалл миллионлаб вирус заррачасидан иборат бўлиб, вирионнинг массаси  $40 \cdot 10^6$  дальтонга тенг бўлган молекуляр массага эга бўлган рибонуклеин кислотада ва оксилли қобикдан иборат бўлиб, бу қобик капсид деб аталади (грекча капса - қути демакдир).

Оксилли капсид мономерлардан иборат, улар капсомерлар деб аталади. Ҳар бир вирусдаги капсомерлар сони доим бир хил бўлади (масалан, полиомиелит вирусидида 32 та, тамаки вирусидида 2130 та суббирлик мавжуд).

Капсид билан ўралган нуклеин кислота нуклеокапсид деб аталади. Баъзи капсидлар устидан қобик билан ўралади, бу қобик пеплос деб аталиб, у пепломерлардан иборат. Баъзи вирусларда пеплос вирус оксидидан иборат

бўлса, бошқаларида эса ҳатто ўсимталар липидлар, гликопротеидлар ва ферментлар ҳам учрайди.

1955 йилда Х.Френкель-Конрат ва Р.Уильямс тамаки мозаикаси вирусидан РНК ни ажратиб олишга муваффақ бўлдилар ва уни соғлом тамаки ўсимлигига юктирилганда, тамакида мозаика аломати ҳосил бўлганлигини кузатадилар. Тамаки ўсимлигининг вируси нуклеопротеид бўлиб, нуклеин кислотасини мм  $2 \cdot 10^6$  доксилининг молекуляр массаси 18000 Д; узунлиги 3000 А, эни 180 А, узунлиги энига нисбатан 17 марта катта, 158 та аминокислота қолдиғидан иборатлиги аниқланган.

Ҳайвонлар ҳужайрасидаги вирусларда РНК ёки ДНК учрайди. Масалан, полиомиелит вируси РНК ва оксилдан иборат, грипп вируси РНК, оксил, липид ва углеводдардан ташкил топган.

Вируслар ноқулай факторларга анча чидамлидир. Масалан, картошка ўсимлигининг вируси рН 4,5 да инактивацияга учраса, тамаки ўсимлигининг вируси ҳатто рН 2 дан паст бўлса ҳам чидай олади, вирионларнинг температурага чидамлилиги рН га боғлиқ. Масалан, тамаки мозаикаси вирусининг қозоқ штамми рН 7 бўлганда, 82°C да парчаланса, томат штамми 96-98°C иссиқликдагина фаоллигини йўқотади, энг чидамли бўлган нўхатнинг С-1 вируси 108°C да қисман инактивацияга учрайди.

Кўпчилик вируслар паст температурага ҳам чидамли бўлади. Масалан, грипп вируси - 70°C да 6 ой, пситтакоз вируси бир йилгача чидаса, хона хароратида бир неча кун ичида нобуд бўлади.

Агар жуда тез (вакуумда) қуритилса, кўпчилик вируслар узоқ муддат чидамли бўлади. Масалан, энцефалит вирусини вакуумда қуритиб, беш йил сақлаш мумкин. Лекин ультрабинафша нурлар вирусларга салбий таъсир этади, чунки нуклеин кислоталар бу нурларни кўп ютади.

Вируслар шунчалик кичикки, улар оддий бактерияларни тутиб қолувчи чиннидан ясалган филтрдан ҳам осон ўта олади. Уларнинг катталиги нанометр билан ўлчанади.

*Саволлар.*

1. Вируслар ҳақидаги фан қандай номланади?
2. Д.И.Ивановский тажрибалари ҳақида нималарни биласиз?
3. Вирусларни қандай ўрганиш мумкин?
4. Ўсимлик вируси билан ҳайвон вирусининг фарқи нимада?
5. Ўсимлик вирусининг тузилиши ва таркиби қандай?
6. Ҳайвон вируси қандай тарқалади?

### **2.3. Вирусларнинг кимёвий таркиби**

Кўпчилик вирусларда ДНК халқа кўринишида (полиомавирус), парвовирусда - ДНК битта спирал, реовирусларда - РНК иккита спирал ҳолатда бўлади. Вирусларнинг нуклеин кислоталарини таркибига кирувчи азотли асос ва шакар компонентлари бир-биридан фарқ қиладилар. Вируслардаги нуклеин кислотанинг молекуляр массаси ҳам вирусларнинг турига қараб, ДНК сақловчи вируслар учун  $1 \times 10^6$  дан  $2 \times 10^8$  далтонгача, РНК учун  $2 \times 10^6$  дан  $15 \times 10^6$  дальтонгача бўлиши мумкин.

Вирус оқсили 16-20 аминокислоталардан ташкил топган. Ҳар бир вирус учун аминокислоталар ўзларининг С ва N аминокруппалари билан биргаликда маълум бир тартибда жойлашган бўлади. Битта вирусда оқсил бир тур полипептид занжиридан ташкил топган бўлса, иккинчи хил вирус оқсили эса бирнеча хил полипептидлар занжиридан ҳосил бўлган.

### **2.4. Вируслар классификацияси**

Вируслар хужайрасиз организм бўлиб, ўзига хос геномга эга. Улар инсон, ҳайвон, ҳашорот, ўсимликлар, замбуруғларда облигат паразит бўлиб, оқсил синтезлаш, ферментатив ва энергия ҳосил қилиш хусусиятига эга бўлмаган организмдир.

Вируслар икки гуруҳга: таркибида ДНК сақловчи (5 та оила) ва РНК сақловчи (10 та оила)ларга ажратилади. Шаклига кўра вируслар 4 та гуруҳга ажратилади.

Сферик (грипп вируси, паротип, товуклардаги лейкоз);

Таёқчасимон (тамаки мозаикаси касаллиги);

Кубсимон (чин чечак);

Сперматозоидсимон (фаг).

Вирион марказида нуклеин кислота (ДНК ёки РНК) жойлашган бўлиб, бир ёки икки қаватли қобик билан ўралган. Биринчи қобик, капсид деб номланиб, (грек. “капса” – кути) унинг таркиби оқсилдан ташкил топган бўлиб, бир нечта мономерлардан ташкил топган.

Капсомерларнинг сони ҳар бир вирусда ўзгармайди (полиомелитда - 60, аденовирусида – 252, тамаки мозаика касаллиги вирусиди – 2000). Нуклеин кислота ва капсиддан иборат вирион нуклеокапсид деб номланади. Оддий вирусларда битта нуклеокапсид бўлса, баъзи вирионларда нуклеокапсид липиддан иборат қобик билан ўралган (мураккаб вируслар). Ташқи қобик (суперкапсид) икки қаватли липид ёки оқсил мембранадан иборат.

Капсомерлар муайян тартибда жойлашган бўлади ва шунга асосан улар спиралсимон, кубсимон ва аралашма (комбинированный) симметрияли бўлади.

Вирусларнинг ўлчами 20 дан 350 нм. гача бўлиб, уларни филтрлаш, ультрацентрифугалаш ва суратга олиш орқали аниқлаш мумкин.

Дунё вируслар номенклатураси кўмитасининг (МКТВ) бешинчи маърузасида умуртқалилар, умуртқасизлар, ўсимликлар, замбуруғлар ва прокариотларнинг (микроорганизмлар) 164 авлоди (24 таси ҳали классификация қилинмаган), 71 оиласи, 9 та кичик оиласи ва битта тартиби 3,6 минг вирус турлари ва субвирус агентларини ўз ичига олади.

Ҳозирги кундаги систематикада яна бир қанча ҳар хил таксономик гуруҳлар берилган, вирус сотеллитлар, вириодлар ва фионлар каби синфларга бўлинмаган вируслар таърифланган. Шу кундаги маълумотлар

амалий ва иқтисодий аҳамиятга эга 30 000 вирус, штаммлари ва субтиллари ҳақида ахборотларни ўз ичига олади. (Marphy F.A., *etal*, Virus Taxonomy, Six Reprt ICTV, 1995. Васильев Д.А. ва бошқалар. 1999).

Мазкур қўмита (ХВНК) вирусларни қуйидаги таксонларга бўлиб ўрганади:

Тартиб (-Virales);

Оила (-viridal);

Кичик оила (-virinal);

Авлод (virus);

Тур (virus).

Вирусларни энг охирги классификацияларидан фильд ва Найл таҳриридаги “Вирусология” дарслигида одам ва ҳайвон вирусларини 21 оиласи батафсил тасвирланган (1989).

В.М.Жданов (1990) классификациясида вирусларни оддийдан мураккабга принципида эволюцион нуқтаий назардан молекуляр биология натижаларини қўллаб синф ва бошқа гуруҳларга бўлади. Асосий эътибор вирусларни ўлчами, тузилиши, қобикқа эга, ёки эга эмаслиги, нуклеин кислоталари ва уларни мамоно, би, мультипартитлиги (бир қисмдан, икки қисмдан ва кўп қисмдан) ҳақидаги ахборотларга асосланади.

Нобель мукофоти совриндори (1971) Дэвид Балтимор вирусларни хўжайин ҳужайрасида м-РНК (оқсил синтезланадиган РНК ҳосил бўлиш механизмига асосан 7 гуруҳга ажратилади.). 1-икки занжирли ДНК; 2-Бир занжирли ДНК; 3-икки занжирли РНК; 4-(+) бир занжирли РНК; 5-(-) бир занжирли РНК; 6-бир занжирли РНК; 7-икки занжирли ДНК-РНК.

Ҳозиргача вирусларнинг 300 га яқин тури аниқланиб, улар 5 та синф, 8 та турга, 21 та оилага бирлаштирилган, ҳар бир оила авлодлардан ташкил топган, авлодлар эса туркумларга бўлинган.

### *Таркибида ДНК бўлган вируслар*

Поксвируслар (ичак вируслари)

Чин чечак вируси

Герпес (учук) вируси

Сув чечак вируси

Аденовирус инфекциясии вужудга келтирувчилар, аденовируслар

### *Ф а г л а р*

1. Бактериофаглар (бактериялар вируси)
2. Цианофаглар (кўк яшил сув ўтлар вируси)
3. Актинофаглар (актиномицетлар вируси)

### *Таркибида РНК бўлган вируслар*

1. Грипп вируси
2. Қизамик вируси
3. Қутуриш вируси
4. Пикорновируслар
5. Оқсил вируси
6. Арбовируслар
7. Африка ўлати.

### *Саволлар.*

Вирусларни табиати ҳақида нималарни биласиз?

Таркибида ДНК сақловчи вирусларга мисоллар келтиринг.

Грипп ва қизамиқ вируслари қайси гуруҳ вирусларига киради?

Вирусларнинг таркибида неча хил аминокислоталар топилган?



### **III-БОБ. БИОТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ ЭНГ МУҲИМ БИОКИМЁВИЙ АСОСЛАРИ**

Генетика, биофизика, биохимия фанларининг ривожланиши ва электрон микроскоп орқали бактериядаги физиологик жараёнлар устида морфологик, физик-химик ва физиологик усуллар асосида илмий ишлар олиб бориш, бактерияни молекуляр даражада ўрганишга имкон туғдирди.

#### **3.1. Бактерияларнинг метаболизми**

Барча тирик организмлар билан ташқи муҳит орқасида доимий равишда модда алмашилиш жараёни ўтиб туради. Моддалар алмашинуви учун зарур бўлган ёруғлик, анорганик ва органик моддалар бактериялар учун

манба бўлиб ҳисобланади. Углеродни ўзлаштиришига қараб микроорганизмлар 4 та гуруҳга ажратилади.

Фототрофлар – улар учун энергия манбаи ёруғлик.

Хемотрофлар – улар учун энергия манбаи химиявий моддалар.

Аутотрофлар – улар учун углерод манбаи  $\text{CO}_2$ .

Гетеротрофлар – улар учун углерод манбаи (углеводородлар, мой кислоталар).

Литотрофлар (грек. *litos* – тош, *trophe*-озикланиш) – энергияни анорганик моддаларнинг оксидланишидан (водород, карбонат ангдрид, метан, аммиак, темир бирикмалари, марганец, олтингугурт) оладилар ва улар табиатда моддалар айланишида муҳим рол ўйнайдилар.

Гетеротрофлар ҳаво таркибидаги азотни ўзлаштирадилар (азотофиксаторлар).

Гетеротрофлар сапрофит ва паразит микроорганизмларга бўлинадилар.

*Сапрофитлар*. (лот. *saprophyticus* - ҳайвон ва ўсимлик қолдиқлари билан озукланувчи). Микроорганизмларнинг кўпчилиги сапрофит ҳолда озикланади. Улар ташқи муҳитдаги органик моддаларни истеъмол қиладилар.

*Паразитлар*. (лот. *parasiticus* – тирик организмлар ҳисобига озикланиши). Бу гуруҳга анча кўп микроорганизмлар киради. Микроорганизмларнинг сапрофит ва паразит деб шартли равишда бўлиши мумкин. Чунки, ноқулай шароитда баъзи сапрофитлар одам ва ҳайвонларда ҳар хил касалликларнинг келтириб чиқариши мумкин.

Гетеротрофларни аутотрофларга нисбатан, таркибида углерод атомлари ассиметрик жойлашган органик бирикмаларга эҳтиёжи каттароқ бўлади. Охирги пайтларда гетеротроф бактерияларининг айрим турларини аммиак ва углерод бирикмаларини ўзлаштириб, улардан мураккаб углеводлар ва аминокислоталар синтез қилишлари аниқланган. Масалан, *E.coli* ни таркибида  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaHPO}_4$  глюкоза ва сув бўлган синтетик озиқа муҳитида ўсганлиги аниқланган. Бу маълумотлар шуни

кўрсатадики, мутлоқ гетеротроф микроорганизм йўқ. Савол туғилади. Аутотроф микроорганизмлар олдин пайдо бўлганми ёки гетеротроф организмларми? С.Н.Виноградский, В.Л.Омелянский, Б.Найт, А.Львов ва бошқалар аутотроф бактерияларни бирламчи организмлар деб тан олишади. А.И.Опарин, И.И.Сорокин, Н.Д.Иерусалимский ва бошқалар бирламчи организмлар гетеротрофлар деб ҳисоблашган. Бу концепциялардан хулоса қилиш мумкинки, ер атмосферасида кислородсиз муҳитда яшовчи анаэроб организмлар биринчи бўлиб юзага келишган. Ерда яшил ўсимликларнинг пайдо бўлиши билан аутотроф организмлар учун кислород ҳосил бўла бошлаган.

*Ўстирувчи омиллар.* Пептон, углевод, мой кислоталари ва аорганик бирикмалардан ташқари, бактериялар махсус моддалар, яъни ўстирувчи омилларга ҳам муҳтожлик сезадилар. Ўстирувчи омиллар хужайрадаги биокимё жараёнларда катализаторлик вазифасини бажарадилар. Баъзи бактериялар, озиқа муҳитига ташқаридан витаминларни қўшишга муҳтожлик сезмайдилар. Чунки улар керакли витаминларни ўзлари синтез қиладилар. Бошқалари эса витаминсиз муҳитда ўса олмайдилар. Бундай микроорганизмлар озиқа муҳитига витамин қўшилганда яхши ривожланадилар. Бактерияларни яхши ўсишлари учун керакли бўлган витаминлар: биотин, витамин В<sub>1</sub> (тиамин), В<sub>2</sub> (рибофлавин), В<sub>3</sub> (пантотен кислота), В<sub>4</sub> (холин), В<sub>5</sub> (никотинамид), В<sub>6</sub> (пиридоксин), В<sub>7</sub> (гемин), В<sub>8</sub> (инозит) ва бошқалар.

Ўстирувчи омиллар, концентрацияси микроорганизмларни озиқа муҳитига жуда оз миқдорда (уларга талаб 0,01-10,0 мкг/мл) қўшилади. Витамин етишмаслик микроорганизмларнинг ўсмай қолишига сабаб бўлади.

Бактериялар аорганик элементларга муҳтож. Калий, катализатор сифатида, баъзи ферментларни фаоллигини оширади. Калций нитрификацияда иштирок этиб, тупроқ микроорганизмларига азотни фиксация қилишида ёрдамлашади. Бактериялар ҳаётида фосфор, олтингугурт, магний, темир ва бошқа элементларнинг аҳамияти катта. Темир,

нафас олиш жараёнида иштирок этадиган ферментни таркибида мавжуд бўлиб, оксидланиш жараёнида катализатор вазифасини бажаради. Темир, сил микобактериясининг химиявий таркибидаги муҳим элементи ҳисобланади. Темир, рух, магний, мис ва бошқа микроэлементларнинг ионларини актиномицетларда антибиотикларнинг ҳосил бўлишида ҳам муҳим рол ўйнаши аниқланган.

### **3.2. Микроорганизмларда моддалар алмашинуви механизми**

Микроорганизм хужайраси, озуқадан танасининг қисмларини тиклаш, ферментлар, пигментлар, ўстириш омилларини, токсинларнинг синтези ва энергия ҳосил қилиш учун фойдаланади. Луи Пастер микроорганизмларнинг айрим турлари иккита оптик антиподларнинг биттасидан фойдаланиши, иккинчисидан эса, фойдаланилмаслиги аниқланган. Масалан, *Penicillium glaucum* вино кислотасининг L-изомеридан, *Streptococcus lactis* сут кислотасининг L-изомеридан фойдаланиши аниқланган. Кўпчилик бактериялар лейцинни L-изомеридан яхши фойдаланишади. Кўпчилик бактериялар D-изомерлардан фойдалана олмайдилар.

Метаболизмда иккита, бир-бирига қарама-қарши ва шу билан бирга ягона жараён рўй беради: конструктив ва энергетик. Конструктив моддалар алмашинуви энергия ютиши билан боради. Бу моддалар алмашинуви учун хужайранинг унча катта бўлмаган миқдордаги озуқа материали сарфланади. Энергетик моддалар алмашинувида ҳосил бўлган энергия, хужайра учун зарур бўлган энергияга айланади. Шу жараён содир бўлиши учун кўп миқдордаги озуқа сарфланади. Иккита жараён алоҳида эмас, балки бир-бирини тўлдириб турувчи жараёндир.

### **3.3. Ферментлар ва уларнинг моддалар алмашинувидаги роли**

Ферментлар - тирик хужайра томонидан ишлаб чиқариладиган юқори молекуляр тузилишга эга бўлган биологик катализаторлардир. Улар оксил табиатига эга. Микроорганизмлардаги моддалар алмашинувида алоҳида рол ўйнайди. Микроорганизмлар томонидан ишлаб чиқарилган ферментлар турли-туман таъсирга ва юқори фаолиikka эга. Улардан қишлоқ хўжалигида, тиббиётда ва бошқа соҳаларда кенг фойдаланилади.

Моғор замбуруғи томонидан ишлаб чиқарилган амилаза ферменти ёрдамида крахмалнинг парчаланиши жараёнидан пиво тайёрлашда, спирт ишлаб чиқаришда, нон пиширишда фойдаланилади. Микроорганизмлар ферментидан тиббиёт саноатида алкалоидлар, полисахаридлар, гидрокартизонлар, преднизон, преднизолон ва бошқаларни ишлаб чиқаришда ҳам фойдаланилади. Бактерияларнинг каучук, пахта, ипак, кофе, какао, тамаки ва бошқаларни қайта ишлашда роли катта. Микроорганизмларнинг синтезлаш хусусияти жуда юқори. Микроорганизмларнинг биокимёвий фаолияти фотосинтездан кам эмас. Ферментлар микроорганизмларга метан, бутан ва бошқа углеводородларни бириктириб олишига ва улардан мураккаб органик бирикмалар синтезлашига имкон беради. Ферментлар экзоферментлар, эндоферментлар, конститутив ва индуктивларга бўлинади. Экзоферментлар хужайрадан ташқарида, эндоферментлар хужайранинг ичкарисида фаолият кўрсатадилар. Конститутив ферментлар ҳар доим маълум миқдорда хужайранинг таркибида бўладилар. Унга липаза, карбогидраза, протеиназа ва бошқаларни ҳосил қилиб кўрсатиш мумкин. Индуктив ферментлар қачонки хужайрада уларга эҳтиёж сезилгандагина ҳосил бўладилар (пенициллиназа, декарбоксилаза). Бактериялар, сув ўтлари, замбуруғлар, ўсимликлар голофит усулида озикланадилар. Улар озикани эркин ҳолатда қабул қиладилар. Эритманинг паст концентрациясини, бактерия цитоплазматик мембранасининг юқори концентрацияли зонасидан ўтиши, осмос ходисасига асосланади. Бактериал хужайра мембранаси моддалар алмашинувида катта рол ўйнайди.

### **3.4. Оқсил алмашиниши.**

Микроорганизмлар ўзларини озиқланиши, ўсиши ва фаолияти учун турли хил аминокислоталарга эҳтиёж сезадилар. Баъзи бактериялар битта аминокислота, бошқалари икки ва ундан кўпроқ аминокислоталарни талаб этадилар. Кўпгина микроорганизмлар баъзи-бир аминокислоталарни синтезлаш хусусиятини йўқотган бўладилар. Бундай микроорганизмларни ауксотрофлар деб аталади. Одатда, оқсил алмашиниши жараёни бактерияларда икки фазада боради. Биринчи, оқсилнинг пептонгача парчаланиши, бу жараён бактериал хужайра томонидан ажратилган экзопротеаза ферменти иштирокида амалга ошади. Иккинчи, оқсилнинг парчаланиш жараёни эндопротеаза ферменти иштирокида боради. Оқсилнинг пептонгача парчаланиши озиқа муҳитининг рН кўрсаткичини 7,0-8,0 атрофида бўлганда амалга ошади.

### **3.5. Микроорганизмларнинг озиқланиши ва нафас олиши**

Метаболизмнинг икки йўналиши - катаболизм (парчаланиш, диссимилияция) ва анаболизм (қурилиш, яратилиш) бир - бирига узвий боғлиқ ва қарама-қарш жараёнлар йиғиндилари бўлиб, улар хужайрада бир вақтда, турли компонентларда содир бўладилар.

Катаболик - реакциялар натижасида хужайрага кирган органик моддалар оксидланиш ва қайтарилиш, дезаминлаш ва декарбоксилланиш реакциялари учун субстрат бўлиб, бирин-кетин келадиган реакциялар натижасида  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  ва бошқаларга айланадилар.

Катаболизмда мураккаб органик бирикмаларнинг парчаланишида эркин энергиянинг ажралиб чиқиши кузатилади. Унинг кўп қисми катаболик йўналишларнинг айрим босқичларида уларга уланган ферментатив

реакциялар воситасида энергияга бой (макроэргик) фосфат боғлар, асосан аденозинучфосфат (АТФ) шаклида сақланади. АТФ хужайрада энергия алмашинувининг марказий субстрациядир. Энергия талаб қилинадиган жараёнларда анаболик реакцияларига етказилади ва сарфланади.

Энергия сақланишининг иккинчи муҳим оқими никотинамидадениндинуклеотидфосфатнинг оксидланган шакли НАДФ ни, унинг қайтарилган шакли НАДФ  $H_2$  га ўтиши билан боғлиқ. Мана бу кофактордаги водород хужайранинг нафас олиш жараёнида оксидланиб, АТФ молекулаларининг синтезланишини таъминлайди.

Анаболизм оддий моддалардан, хужайра тузилишларини ташкил қиладиган органик моддаларнинг ҳосил бўлиш жараёнида содир бўладиган реакцияларнинг йиғиндисидир.

Бу жараёнларда моддалар катталашиб, органеллалар яратилади ва бу жараёнда энергия ютилиши кузатилади. Зарур энергияни, асосан АТФ етказиб туради. Реакция жараёнида у АДФ ва анорганик фосфатга айланади. Анаболик жараёнлар учун хужайрада субстрат сифатида катаболик реакцияларда ҳосил бўлган оралик маҳсулотлар-метаболитлар хизмат қилади. Лекин тирик организмларни ташкил қиладиган барча молекулалар ва энергия билан таъмин қиладиган мураккаб бирикмалар қуёш энергиясининг ютилиши билан кечадиган фотосинтез жараёнининг маҳсулотларидир.

Ер юзида ҳаётнинг бирдан-бир манбаи, ҳаётнинг пайдо бўлишидан тортиб, доимо уни субстрат ва энергия билан таъминлаб туради. Юқорида таъкидлаб ўтилгандек, организмнинг ўзи ҳам, уларда содир бўладиган метаболик жараёнлар ҳам қуёш энергиясининг аккумуляция қилинишидан келиб чиққан ва фотосинтез туфайли кечиб туради.

Шундай қилиб, хужайра метаболизми анаболик ва катаболик жараёнларнинг йиғиндисидир. Бу жараёнларнинг биргаликда содир бўлиши, хужайранинг парчаланиш ва синтез қилиш жараёнларини белгилаб беради.

Метаболизм бу генетик белгиланган кетма-кет кечадиган жараёнларнинг йиғиндиси бўлиб, унда бир вақтда ўтадиган реакцияларнинг

сони, хилма-хиллиги ва кўп сонлилиги ва юқори тезлиги, энергия тўпланишининг механизми ва жараёнларини бошқарилишидир. Метаболик жараёнларнинг ўзига хос бўлган белгиси, ташқи энергия тўпланишининг ўзгача шаклдалиги ва углеводли бирикмаларнинг айланишидан ҳосил бўлган энергия ҳисобидан, ҳужайра структураларини, макромолекулаларни алоҳида тўплamlарининг ҳосил бўлиши ҳисобланади. Ҳужайра потенциални замонавий биотехнология сифатида амалиётда фойдаланиш энг муҳим вазифалардан ҳисобланади.

Оксидланиш жараёнининг энг такомиллашган формаси ва ҳаёт учун зарур бўлган энергия ажратадиган жараён бу нафас олишдир. Ҳар бир тирик организмга хос нафас олиш типини муайян жараёнга хизмат қилувчи ферментлар йириндисига боғлиқ. Нафас олиш жараёнида шакарлар, оксиллар, ёғлар ёки ҳужайрадаги бошқа захира моддалари ҳаво кислороднинг иштироки билан оксидланадилар, оқибатда карбонат ангидрид билан сув ҳосил бўлади. Жараёнда ажралиб чиққан энергия микроорганизмларнинг ҳаёт фаолияти учун, ўсиши ва ривожланиши учун сарф бўлади.

Нафас олиш жараёнида электронлар органик моддалардан молекуляр кислородга кўчиб ўтадилар. Бу ҳолатда органик бирикмалар ҳужайра ёқилғиси вазифасини ўтайди. Агар аэроб нафас олишни бижғиш билан таққослайдиган бўлсак, ҳар иккала жараёнда ҳам битта бирикмадан, яъни глюкозадан ҳар хил моддалар ҳосил бўлишини кузатамиз.

Нафас олиш жараёни мураккаб ва кўп босқичлидир. Нафас олишда бижғишга нисбатан субстрат чуқурроқ оксидланади ва ўзгаради.

Бижғиш:  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\text{лактат} (-47\text{ккал})$

Нафас олиш:  $2C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O (-686\text{ккал})$

Кўриниб турибдики, нафас олиш, бижғишга нисбатан афзалроқ жараён. Аэроб шароитида глюкозадаги барча углевод атомлари углевод диоксиди ҳосил бўлишига қатнашадилар. Бу эса нафас олиш жараёнида глюкоза молекуласидан ички боғларнинг энергияси максимал даражада ажралиб



чиқади деганидир. Глюкозанинг анаэроб шароитда ўзгаришида эса, ҳар қандай типдаги бижғиш жараёни бўлмасин, бари-бир охирги маҳсулот сифатида этанол, пропанол, бутанол, пропионат, сукцинат, лактат ёки глюкозанинг тўлиқ оксидланмаган, қандайдир маҳсулоти пайдо бўлади. Бу бирикмаларнинг ҳар қайсининг ички молекуляр энергияси  $\text{CO}_2$  никига нисбатан жуда ҳам баланд бўлади.

Юқорида келтириб ўтилган моддаларда углерод ва водороднинг ўзаро нисбати худди глюкозадагидек эканлиги ҳам мана шуни кўрсатади.

Шундай қилиб, биокимё нуктаи назаридан ҳар қандай типдаги бижғишни энергетик тўлиқ амалга ошмаган жараён сифатида қараш мумкин. Бу ҳолат аэроб ва анаэроб жараёнлар орасидаги энергетик дисбаланснинг ягона сабаби эмас. Маълумки, электронларни молекуляр кислородга кўчириб ўтказишда, органик акцепторларга ўтказишга нисбатан кўпроқ энергия ажралади. Анаэроб оксидланишда молекуляр кислород иштирок этмаслигини ҳисобга олинса, электронлар акцепторлари бўлиб, фақат органик бирикмалар хизмат қилиши аниқ бўлади.

Анаэроб ўзгаришлар натижасида ҳосил бўлган ацетил гуруҳлар катаболизмнинг атамал босқичига киради. Оксидланишнинг бу босқичи учкарбон кислоталари ҳалқаси, лимон кислотаси ҳалқаси ёки Кребс ҳалқаси деб аталади. Бунда иштирок этадиган органик бирикмаларнинг оксидланиши тугайди: ацетил гуруҳлар углерод диоксиди ва водородга парчаланади.

### **3.6. Уч карбон кислоталар ҳалқаси (кребс ҳалқаси)**

Глюкозанинг гидролизланишидан ҳосил бўлган пирозум кислотаси хужайра метаболизмида марказий ўринни эгаллайди ва бу ҳолат биокимёда хужайранинг нафас олиши деб юритилади. Нафас олиш жараёнида пируватдан ташқари ёғ кислоталари ва қатор аминокислоталар ҳам тўла оксидланадилар. Бу жараён уч босқичга бўлинади:

Биринчи босқичда - хужайрада энергия ролини ўйнайдиган органик бирикмалар, ацетил-ко-энзим А таркибига кирадиган икки углеродли фрагмент - ацетил- $\text{CH}_3\text{CO}$  гача оксидланадилар.

Иккинчи босқичда - ацетил гуруҳлар лимон кислота халқасида парчаланиб, водород атомлари ва  $\text{CO}_2$  ни ҳосил қиладилар.

Учинчи босқичда – водород, протонлар ва электронларга парчаланеди. Сўнгра электронлар митохондрияларнинг ички мембраналарида жойлашган электрон ташувчилар орқали молекуляр кислородга узатилади ва  $\text{H}_2\text{O}$  ҳосил қилиб, қайтарилади.

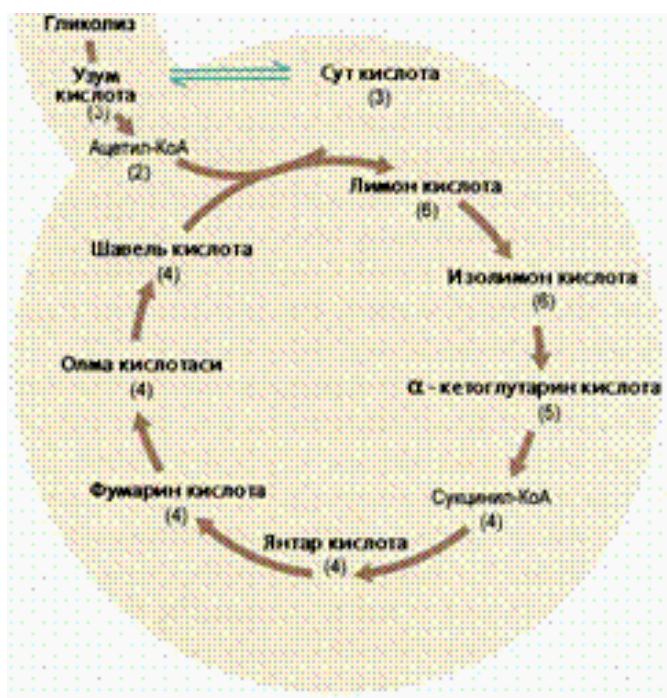
Пируватнинг оксидланиш ва декарбоксилланиши жараёнида уч хил ферментлар:

пируватдегидрогеназа ( $F_1$ ),

дегидролипоил-ацетилтрансфераза ( $F_2$ ),

дегидролипоил-дегидрогеназа ( $F_3$ ) лар иштирок этади.

Бу тизимни Лестер Рид ва унинг шогирдлари ўрганган. Организм учун зарур бўлган витаминлардан: тиамин (ТФФЗ да), рибофлавин (ФАД да), пантотен кислотаси (КоА да) ва никотинамид ( $\text{НАД}^+$  да) шу тизимнинг таркибий қисми ҳисобланади.



*Микроорганизмларнинг озиқланиши*

Озиқланиш жараёнида ферментларнинг аҳамияти катта. Чунки микроорганизмлар турли органик моддаларни химиявий, шу йўл билан парчаланиб, озиқланадилар ва баъзилари шу жараёнда нафас ҳам оладилар. Микроб. парчаланган органик моддаларни қабул қилиб, сўнгра уларни ўз хужайрасида қайтадан синтез қилади ва танасини айрим қисмларини тузади.

Ферментлар мураккаб бирикма ҳисобланадилар. Улар 20 та аминокислотадан тузилган. Ферментларнинг молекула оғирлиги бирнеча мингдан, бирнеча миллионгача бўлади. Ферментлар ўзига хос хусусиятга ва фаолликка эга. Ферментлар специфик хусусиятига кўра 3 та гуруҳга ажратилади.

1. *Паст спецификликка эга ферментлар.* Бу гуруҳга барча гидролитик ферментлар: амилаза, липаза, пектиназа, целлюлаза, эстеразалар ва бошқалар киради. Юқорида кўрсатилган ферментлар ҳар хил тезликда полимер, олигомер ҳамда кичик молекулали субстратларга таъсир кўрсатадилар.

2. *Гуруҳ спецификликка эга бўлган ферментлар.* Ҳар хил гексозаларни фосфориллаш реакциясини олиб боровчи гексокиназа ферменти бир-бирига ўхшаш структурага эга бўлган субстратларга таъсир кўрсатади.

3. *Абсолют спецификликка эга бўлган ферментлар.* Бундай ферментлар структураси жуда ҳам яқин бўлган субстратларни секин ўзгартириш хусусиятига эга. Масалан, дегидрогенезалар водород атомини субстратдан коферментнинг никотинамид ядросининг аниқ томонига ўтказадилар.

Ферментларни фаоллигини паст молекулали органик бирикмалар ёки метал ионлари билан бошқариб туриш мумкин. Бу механизм мураккаб биосинтетик жараёнларда иштирок этувчи ферментларга хос бўлиб,

дастлабки ферментлардан бирини охирги махсулот билан ингибирланиши кузатилади ва натижада, бутун жараённинг секинлашувига ёки бутунлай тўхтаб қолишига сабаб бўлади.

1898 йилда Л. Пастернинг шогирди Эмиль Дюкло ферментларнинг номларига “аза” сўзини қўишни тавсия этди. Масалан, крахмалга таъсир этадиган ферментни - амилаза, ёғ моддаларига таъсир этувчини - липаза ва оксилга таъсир этувчини - протсиназа деб атала бошланди. Аммо баъзи бир ферментларнинг эски номлари ҳам қолди. Масалан, ошқозон ширасининг ферменти пепсин, сўлакнинг ферменти - птизлин ва бошқалар. Замонавий биология саноатида ферментлар ишлатилмайдиган корхоналар камдан-кам.

*Ферментларнинг хусусиятлари:* микроб хужайрасида ўтадиган жараёнлар ферментларнинг активлигига боғлиқдир. Ферментлар сув, туз, кислота ва ишқор эритмаларида эрийди. Улар оксил комплекси, кристаллсимон ва эритманинг тубига тушади.

Ферментларнинг умумий хусусиятлари: 1) спецификлиги (махсус таъсир этишлиги). Ферментлар фақат махсус химиявий бирикмаларга ёки химиявий бирикмаларнинг группаларига таъсир этадилар. Масалан, лактаза ферменти, фақат сут шакарини (лактозани), уреаза эса мочевинани парчалайди ва ҳоказо.

2) ферментларнинг каталитик активлиги жуда ҳам баланд бўлиши мумкин. Масалан, 1 г амилаза 1 т крахмални парчалаши ёки 1 г химозин 12 т сутни ивитиш имкониятига эгадир.

3) термолабиллиги - ферментлар иситилганда, тезда парчаланади. Масалан, 50 – 60 °С даража иссиқда ферментлар ўзининг активлигини пасайтиради. 80 °С даражада эса активлигини йўқотади, 100 °С даражада эса тўла парчаланади. Ферментларнинг активлиги 30 - 50 даражада яхши ўтади, ҳайвонлардаги ферментлар эса 37 - 40 даражада актив бўлади.

4) таъсири маълум рН муҳитда ўтади. Масалан, пепсин рНнинг 1,5 - 2,5, трипсин - 7,8 - 8,7, каталаза ва уреазалар эса рНнинг 7-муҳитида яхши таъсир этади (рН оптимум).

5) реакцияларнинг охирида ўзгармайди ва ҳосил бўлган маҳсулотларнинг таркибига кирмайди.

Ҳозир 1000 дан ортиқ ферментлар мавжуд. Ҳамма ферментлар олтига синфга бўлинган. Булар:

1. Оксидоредуктазалар; 2.Трансферазалар; 3.Гидролазалар; 4.Лиазалар; 5.Изомеразалар; 6.Лигазалар.

*Оксидоредуктазалар* – оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида катализаторлик қилади. Бу гуруҳга кирувчи ферментлар хужайранинг нафас олиш жараёнида водород ва кислород ташишини активлаштиради.

*Трансфераза* – айрим радикалларни: ацетил трансферазалар – сирка кислота қолдиғини ( $\text{CH}_3\text{CO}$ ), фосфотрансфераза-фосфат кислота қолдиғини ( $\text{H}_2\text{PO}_3^{2-}$ ) ташувчи ферментлардир.

*Гидролаза* – гидролизланиш реакциясини тезлатади. Бу ферментлар мураккаб моддаларни сув иштирокида оддий моддаларгача парчалайдилар. Пептидогидрогеназалар оксил ва пептидларни глюкозидгидролазалар углевод ва глюкозидларни парчалайди ва ҳ.к.

*Лиазалар* – субстратлардан кимёвий гуруҳлар радикалларини олиб, қўш боғ ҳосил қилади ёки кимёвий гуруҳ радикалларини қўш боғларга улайди.

*Изомеразалар* – органик моддаларни уларнинг изомерларига айлантиради яъни, молекула ичидаги атомлар, радикаллар ва гуруҳларнинг ўрнини ўзгартиради. Уларнинг моддалар алмашилишида аҳамияти катта.

*Лигаза ёки синтетаза* – пирофосфор боғланишининг узилиши ҳисобига оддий бирикмалардан мураккаб бирикмаларнинг синтезланишини тезлаштиради. Масалан, карбоксилаза карбонат ангдридни органик бирикмаларга бириктиради.

Пируват карбоксилаза пирузум кислота ва карбонат ангдриддан шавелсирка кислотасини синтез қилади. Ферментлар тузилишига қараб икки синфга бўлинади:

Оддий оксиллар (ферментлар) - улар фақат оксилдан иборат.

Мураккаб оксиллар (ферментлар) – оксидланиш қайтарилиш реакцияларини олиб боровчи, кимёвий гуруҳларни кўчирувчи ферментлар. Улар икки қисмдан иборат: апофермент қисми (оксил қисми) ва фермент активлигини белгилайдиган кофактор қисми. Бу қисмлар алоҳида ҳолатда активликка эга эмас, балки бирлашгандан сўнгина активликка эга бўлади.

Апофермент ва кофактордан ташкил топган комплекс холофермент деб аталади.

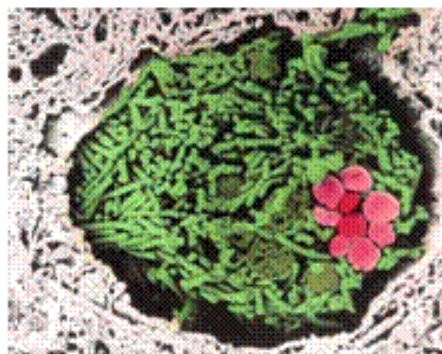
Металларнинг ионлари (темир, мис, кобальт, рух, молибден ва ҳ.) ёки кофермент деб аталадиган мураккаб органик бирикмалар кофактор бўлиши мумкин. Коферментлар одатда электронларни, атомларни, гуруҳларни ферментатив реакция натижасида бир бирикмадан бошқасига ўтишида оралиқ ўтказувчи вазифасини бажаради. Баъзи коферментлар фермент оксили билан мустаҳкам бириккан бўлади. Уларни простетик гуруҳ деб аталади. Кофакторларга дегидрогенезаларнинг фаол гуруҳлари НАД ёки НАДФ лар киради. Бу коферментлар таркибига В гуруҳ витаминларидан бири никотин кислотаси киради. Витамин В1 (тиамин) пироузум кислота алмашинувида қатнашадиган тиамин пирофосфокиназа таркибига киради. Кофермент А нинг таркибий қисми бўлиб, пантотен кислота, флавопротеин ферментларининг простетик гуруҳини-витамин В2 (рибофлавин) ташкил қилади. Тирик организмларнинг озикланишида витаминларнинг аҳамиятли томонлари ҳам шундаки, улар коферментларнинг таркибий қисмига кирадилар. Ферментлар эркин активлаштириш реакциясини пасайтириб, кимёвий реакцияларни тезлаштиради. Ферментларни бошқа катализаторлардан фарқи уларни олиб бораётган кимёвий реакцияларни спецификлигидир. Ҳар бир фермент фақат битта маълум реакцияни олиб боради. Фермент молекуласининг субстрат бирикадиган каталитик маркази маълум фазовий конфигурацияга эга бўлиб, у фақат субстрат молекуласигагина мос келади. Ферментларнинг активлиги фермент ва субстратнинг концентрациясига, хароратга, рН га ва бошқа омилларга боғлиқ бўлади. Ҳар бир фермент учун ўз харорат ва рН оптимумлари мавжуд.

Кўпгина ферментатив реакциялар қайтмас реакциялар ҳисобланади. Микроорганизмларнинг ўлчамлари кичик бўлишига қарамадан ҳар хил вазифаларни бажарадиган бир-биридан фарқ қиладиган ферментларни ишлаб чиқаради. Метаболизмда қатнашадиган ферментлар одатда хужайра ичида бўлиб, уларнинг эндоферментлар деб номланади.

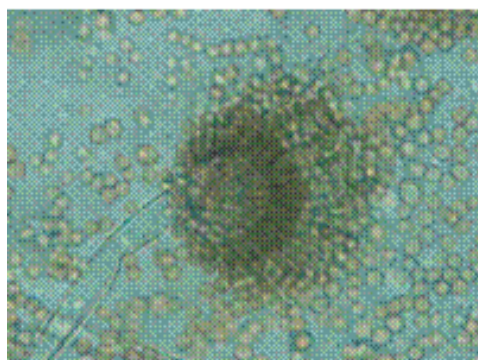
Эндоферментлар (эндоэнзимлар) микроб хужайрасининг ўзи билан боғланган бўлади. Микроблар ўз фаолияти давомида экзоферментларни озикланувчи муҳитга ажратади, улар бактериал филтрдан ўтадилар, мураккаб озиқ моддаларни (оқсиллар, крахмал, клетчатка ва бошқаларни) парчалаб, ҳазм қилиш учун тайёрлайдилар.

Эндоферментлар хужайра протоплазмаси билан мустаҳкам боғлиқ бўлиб, фақат хужайра ичига кирган озиқ моддаларни парчалайдилар ва уларни хужайранинг асосий қисмларига айлантирадилар.

Баъзи ферментлар хужайра томонидан ташқи муҳитга ажратилади, шунинг учун ҳам уларга экзоферментлар дейилади. Одатда бундай ферментлар гидролитик ферментлар бўлиб, катта молекулали бирикмаларни парчалаб, хужайрага ўта оладиган ҳолатга келтиради ва хужайра томонидан озуқа сифатида ўзлаштирилади.



**15-расм. *Bacillus anthracis***



## **16-расм. Aspergillus flavuys**

### *Микроорганизмларнинг углерод билан озиқланиши*

Углерод манбаларига кўра, микроорганизмлар автотроф, яъни углеродни анорганик моддалардан ўзлаштирувчиларга ва гетеротроф, яъни углеродни органик ҳолда ўзлаштирувчиларга бўлинади. Турли шакарлар, спиртлар, органик кислоталар, углеводородлар булар учун асосий озиқа манбаи ҳисобланади. Энг яхши озиқа таркибида оксидланган  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{COH}$  группалари бўлган углерод манбаларидир, шунинг учун бундай группаларга эга бўлган глицерин, маннит, шакарлар ва бир қатор органик кислоталар энг яхши озиқа манбаи ҳисобланади. Чумоли кислота ( $\text{HCOOH}$ ) ва шовул кислота ( $\text{COOH}\times\text{COOH}$ ) фақат баъзи микроорганизмлар томонидан ўзлаштирилади, холос. Айрим микроорганизмлар, масалан, *Aspergillus flavus* замбруғи, парафин ёки ёғ кислоталарини ўзлаштира олади.

### **3.7. Микроорганизмларнинг азот билан озиқланиши**

Азот элементига муносабатига кўра, микроорганизмлар турли гуруҳларга бўлиндиладар. Баъзилари оқсил ва пептонларни ўзлаштира, бошқалари нитратларни, учинчилари аммиакни, тўртинчилари атмосфера азотини ўзлаштиради.

Оқсил ва пептонлар протеолиз (парчаланиш) ва дезаминланишдан сўнг ўзлаштирилса, аминокислоталарнинг тўлиқ аралашмаси бевосита парчаландиладар. Микроорганизмларни баъзи вакиллари нитратларни, кўпчилиги аммиакни ўзлаштира олади (1-жадвал).



Патоген микроорганизмларни ҳам аминокислоталарда ўстириш мумкин. Ҳайвонлар сингари бактериялар ҳам ўзи синтез қила олмайдиган аминокислоталарни талаб қилади, лекин ҳайвонларнинг кўпчилиги 8-10 та аминокислота талаб қилса, бактерияларнинг айримлари 2-3 та, баъзилари эса 17 тага яқин аминокислотани талаб қилади. Айниқса патоген, сут кислота ҳосил қилувчи ва чиритувчи бактериялар учун аминокислоталар ниҳоятда зарур. Замбуруғлар, ачитқилар ва актиномицетлар озиғида аминокислоталар бўлса, улар тез ўсади, мабодо, аминокислоталар бўлмаса, уларни ўзлари синтезлай оладилар.

Н.Д.Иерусалимский (1963) аминокислота синтезловчиларни аминокислототрофлар, синтезлай олмайдиганларни аминокислототрофлар деб атаган. Микроорганизмлар учун зарур бўлган аминокислоталар рўйхатини *аминограмма* деб таърифлаган.

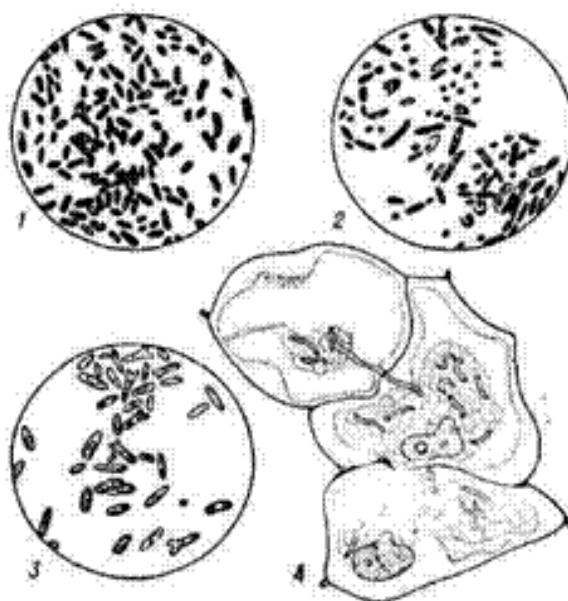
1-жадвал

Микроорганизмлар учун турли азот манбалари  
(Н. Д. Иерусалимский маълумоти)

Азот манбалари	Азот манбалари ўзлаштирадиган турли физиологик хусусиятлари			
	Про теолиз	дезамин ланиш	Нитрат лар-нинг қайтарилиши	Азот фикса-ция
Оқсиллар	+	+	-	-
Пептонлар	+	+	-	-
Аминокислот алар-нинг тўлиқ аралашмаси	-	-	-	-

Баъзи бир аминокислоталар	-	-	-	-
Аммиак	-	-	-	-
Нитратлар	-	-	+	-
Атмосфера азоти	-	-	-	+

Микроорганизмларнинг нормал ўсиши учун, В витаминлар группасига кирадиган ва сувда эрийдиган моддалар зарур. Баъзилари нуклеин кислоталар ёки ферментлар таркибига кирадиган компонентлардир. Баъзи микроорганизмлар ўзи витамин синтезлайди, уларни Шопфер (1938) ауксотрофлар деб атаган. Гетероауксотрофлар витамин синтезлай олмайдилар.

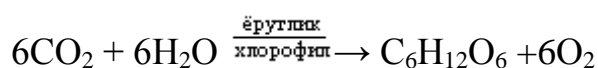


- 1 - *Azotobacter vinelandii*;  
2 - *Clostridium pasteurianum*;  
3 - *Rhizobium meliloti*;  
4 – ольханинг илдизидagi микроорганизмлар.

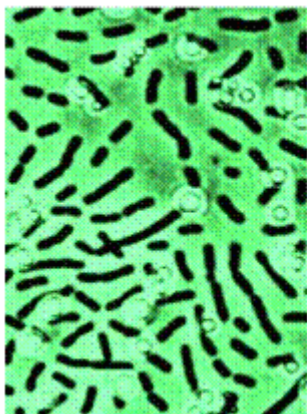
17-расм. Азотни фикация қилувчи микроорганизмлар.

*Бактерияларнинг углеводородларни ўзлаштириши.* В. О. Таусон 1925 йилдан бошлаб то 1935 йилгача углеводородларни оксидловчи бактериялар ва замбуруғлар устида иш олиб боради ва уларни икки гурппага: аэроблар ва анаэробларга ажратади. Кейинчалик у очик занжирли углеводородларни оксидловчи формаларни ҳам топган. Толуол, бензол, ксилолни парчаловчи турларни аниқлаган. Баъзилари фақат толуолни парчаласа, бошқалари 2 халқали (дефинил, нафталинни), учинчилари уч халқали (фенантрен ва антрацен) углеводородларни парчалайди. Таусон нефть, терпинлар ва смолаларнинг оксидланишини ҳам аниқлаган. Унинг бу ишлари гетеротроф микроорганизмларда моддалар алмашинуви жараёни ниҳоятда хилма-хил эканлигини кўрсатади.

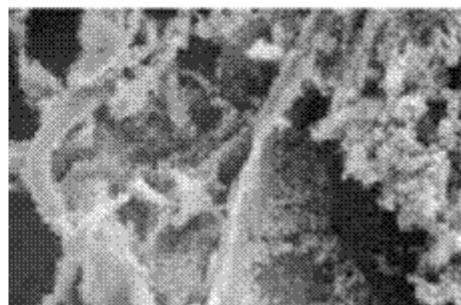
*Яшил ва қирмизи ранг бактерияларда фотосинтез.* Барча яшил ўсимликларнинг энг муҳим хусусиятларидан бири қуёш нурлари ёрдамида  $\text{CO}_2$  ва  $\text{H}_2\text{O}$  дан органик модда ҳосил қилиш, яъни фотосинтез жараёнидир. Уни тубандаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



Фотосинтез жараёнида ёруғлик энергияси ютилади ва органик моддада тўпланади, атрофга эса кислород ажралиб чиқади.



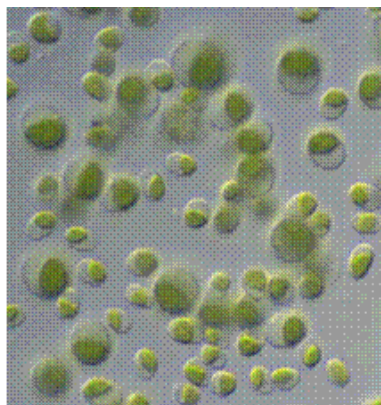
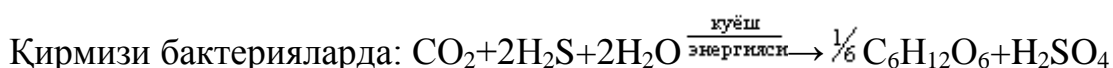
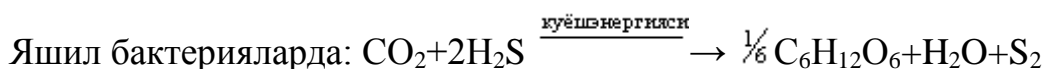
18-расм. *Yashil bakteriyalar*



19-расм. *Qirmizi bakteriyalar*

Тубан организмлардан кўк-яшил ва бир хужайрали яшил сув ўтларда ҳам фотосинтез жараёни боради, айниқса бу жараён хлорелла мисолида яхши ўрганилган (20-расм). Юксак ўсимликлардан фарқли ўлароқ, яшил бактериялар ва кўк-яшил сувўтлари хлорофиллни қоронғида ҳосил қиладилар. Рус олими Лртари (1899, 1913) аниқлашича, кўпчилик яшил сувўтлар ва лишайниклар танасидан ажратиб олинган сувўтлар агар-агарда яхши ўсадилар (яъни озиқда глюкоза, пептон, минерал тузлар бўлганда). Бу эса В. Н. Любименко ва А. И. Опаринни “гетеротроф озиқланиш - автотрофдан олдин келиб чиққан” деган фикрини тасдиқлайди. Яшил бактериялар ва юксак ўсимликлардаги хлорофилл турли нурларни ютадилар. Юксак ўсимликлардаги хлорофилл қизил ва кўкбинафша нурларни ютса, бактериялардаги хлорофилл олти хил рангли нурларни ютади.

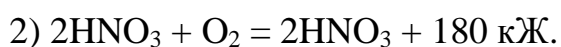
Бундан ташқари, бактериохлорофилл молекуласида икки атом водород ортиқча, нурларнинг ютилиш максимуми яшил ва қирмизи ранг бактерияларда 800-890 нм оралиғида (18 ва 19 расмлар). Қирмизи бактерияларнинг каротиноидлари 400-600 нм орасидаги нурларни ютиб, уни бактериохлорофиллга ўтказадилар. Улардаги хлорофилл фақат электрон микроскопда кўринади. Уларда фотосинтез қуйидагича боради:



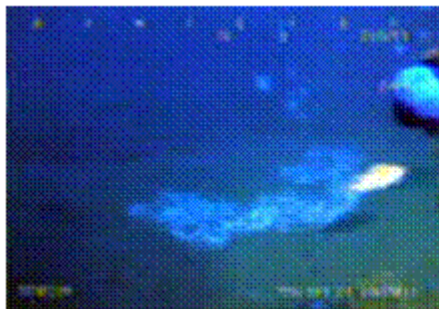
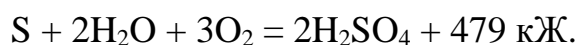
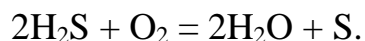
20-расм. *Chlorella* sp.

### 3.8. Хемосинтез жараёни

Хемосинтез жараёнининг табиатини С. Н. Виноградский (1887) аниқлаган. Бу жарёнда  $\text{CO}_2$  ва  $\text{H}_2\text{O}$  химиявий энергия ҳисобига оксидланадилар. Хемосинтез жараёни олтингугурт бактериялари, нитрификаторлар, темир, тион ва водород бактериялари томонидан амалга оширилади:



Олтингугурт бактериялари  $\text{H}_2\text{S}$  ҳосил бўладиган сув хавзаларида кенг тарқалган. Булар  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$  гача оксидланади.



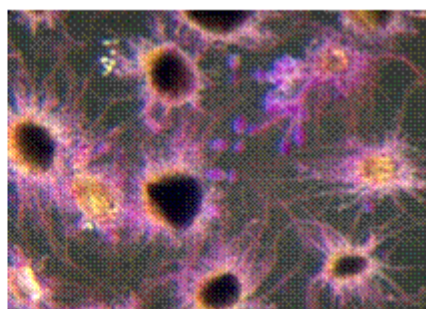
21-расм. *Beggiotoa*



22-расм. *Thiophysa*



23-расм. *Thiospirillum*



24-расм. *Thiotrix*

Олтингугурт бактериялари табиатда кенг тарқалган бўлиб, *S* нинг табиатда айланиб туришида муҳим аҳамиятга эга. Бу бактерияларга рангсизлардан *Beggiotoa*, *Thiophysa*, *Thiospirillum*, *Thiotrix* ва бошқалар мисол бўлади (21-24 расмлар). Булардан ташқари, хужайрасида (бактериопурпурин) пигмент бўлган қирмизи ва яшил рангли олтингугурт бактериялари ҳам маълум. Қирмизи ранг бактериялар хужайрасида химиявий таркиби жиҳатидан каротиноидларга (ликопин группасига) яқин турувчи бактериопурпурун ва хавода оксидланганда хлорофиллга яқин маҳсулот ҳосил қилувчи яшил пигмент-бактериохлорин учрайди.

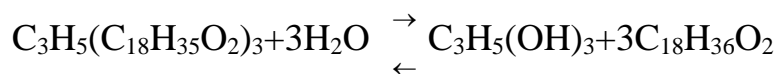
Ваннильнинг аниқлашича, бактерияларда борадиган фотосинтез жараёни яшил ўсимликларда борадиган фотосинтездан фарқ қилади. Агар яшил ўсимликларда аввал сув молекуласи фотолизга учраса ва  $O_2$  сувдан ажралса, бактерияларда сув фотолизга учрамайди ва  $H$  бошқа моддадан олинади. Шунинг учун  $O_2$  ажралмайди.

Қирмизи ранг бактерияларда фотосинтез анаэроб шароитда боради. Бу бактериялар 2 оилага: *Thiorodaceae* (хужайрасида *S* томчи шаклида тўпланади) ва *Athiorodaceae* (хужайрасида *S* учрамайди, булар  $H_2S$  ни оксидлай олмайди ва органик моддалар бўлган озиқа муҳитида ўса олади)га бўлинади. Булардаги фотосинтез жараёни худди қирмизи ранг бактериялардагига ўхшаш боради, фақат  $O_2$  ажралмайди. Қирмизи ранг бактериялар орасида автогетеротрофлар ва автотрофлар ҳам бор.

Яшил ранг олтингугурт бактериялари хужайрасида яшил рангли бактериоверидин пигменти бўлади. Улар  $H_2S$  ни ўзлаштириб,  $CO_2$  ни қайтаради, хужайрасида оз миқдорда бактериохлорофилл ва каротиноидлар учрайди. Хемосинтез жараёнида органик моддалар кўп миқдорда тўпланмайди, шунинг учун ҳам хемосинтез, фотосинтез жараёни сингари кенг тарқалмаган, чунки фотосинтез жараёнида ҳосил бўлган органик моддалар барча тирик организмлар учун озиқ манба ҳисобланади.

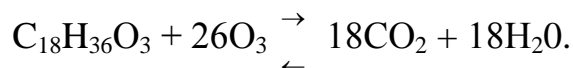
### **3.9. Микроорганизмлар иштирокида ёғларнинг оксидланиши**

Тупрокда учрайдиган микроорганизмлар ўз танасидаги липаза ферменти иштирокида ёғларни парчалайди.



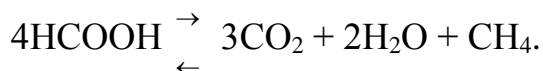
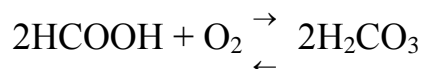
глицерин ёғ кислота

Ёғ кислота оксидланишидан  $\text{CO}_2$  ва  $\text{H}_2\text{O}$  ҳосил бўлади:



Ёғларни оксидлайдиган микроорганизмларга *Pseudomonas fluorescens*, актиномицетлар, замбуруғлар ва *Oidium lactis* мисол бўлади.

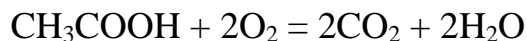
Чумоли кислотани *Methanobact. fermicum* аэроб ва анаэроб шароитда оксидлайди, Қуйидаги жараёнлар ҳисобига энергия ажралади:



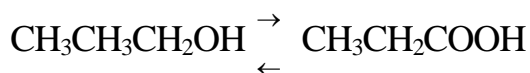
Сирка кислота ҳосил қилувчи бактериялар, ачитқи замбуруғлари билан бирга учрайди, чунки ачитқи замбуруғлари ҳосил қилган этанолни бу бактериялар парчалайди, реакция натижасида сув ва сирка кислота ҳосил бўлади:



Спирт етишмай қолса, бактериялар сирка кислотани оксидлайди ва  $\text{CO}_2$  билан  $\text{H}_2\text{O}$  ҳосил бўлади:

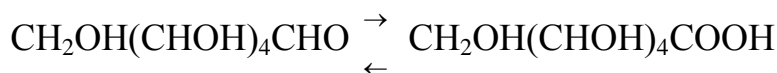


Бу бактериялар пропиол спиртни пропион кислотагача, глюкозани глюкон кислотагача оксидлайди:



пропил спирт

пропион кислота



Сирка кислота ҳосил қилувчи бактериялар учун углерод манбаи сифатида фосфор ва аммоний сульфат тузлари ва шакар берилади.

Ишлаб чиқариш корхоналарида сирка кислота миқдори 10- 12% бўлса, бактерияларнинг активлиги ортишини В. Н, Шапошников кузатган. Бактериялар таёқча шаклида бўлади, асосий вакиллари: *Acetobacter aceti*, *A.pasteurianum*, *A. orleanense* дир.

Ишлаб чиқариш корхоналарида булардан кенг равишда фойдаланилади. Сирка кислота олишда 2 усул: орлеан усули ва немис усули ёки тез кислота олиш усули қўлланилади.

Орлеан усулида сирка кислота олиш учун винодан фойдаланилса, немис усулида этил спиртидан фойдаланилади. Орлеан усулида сирка кислота олиш учун иш махсус чанларда олиб борилади, чанларда 2% сирка кислота ва 4% спирт бўлади ва озиқ муҳитига 2% кислота қўшилади. Бижғиш охирида олинган модда таркибида 5-6% кислота бўлади. Бижғиш 20-30° да олиб борилади. Олинган сирка кислота жуда хушбўй бўлади. Немис усулида сирка кислота олиш учун генераторлар бамбук дарахтининг қипиғи билан тўлдирилади. У аэроб шароитда яхши ривожланади. Муҳитга 6% сирка кислота, 3% этил спирт қўшилади. Генераторларда иш тўхтамасдаи бир неча йиллар давом эттирилади, олинган кислота 9% ли бўлади.

Ширин чойда замбуруғни ўстириш мумкин, бунинг учун ачитқи замбуруғлари қўшиб ўстирилади. Ҳосил бўлган масса бир оз нордон мазали, худди квасга ўхшаш ичимлик ҳосил бўлади.

#### *Саволлар.*

1. Катаболизм нима?
2. Нафас олиш жараёнининг Кребс циклини тушунтиринг.
3. Нафас олишда қайси ферментлар иштирок этади?
4. Микроорганизмлар ёғларни қандай оксидлайди?
5. Аэроб нафас олишнинг анаэроб нафас олишдан фарқи?



## 6. Нафас олишнинг фазаларини изоҳланг.

### **3.10. Микроорганизмлар ёрдамида сут-кислотали, спиртли бижғиш жараёнлари**

Бижғиш ходисаси жуда қадимдан маълум бўлган, лекин унинг умумий механизмини француз олими Луи Пастер ишлаб чиққан. 1861 йилда Л.Пастер глюкозадан этил спирти ва карбонат ангидрид ҳосил бўлишини кузатган. Бу жараён ферментация деб аталиб, тирик организмларнинг кислородсиз муҳитда глюкозадан озуқа ва энергия олиш қobiliятини ифодаси деган таърифи, фан тарихида буюк аҳамиятга эга бўлди. Кейинчалик бу жараёни амалга оширадиган ферментларни ўрганишга муваффақ бўлинди. 1897 йили Бюхнер хужайрасиз ачитки ширасини (зимазани), А.Н.Лебедев эса ачитки замбуруғларидан ширани ажратиб олишга эришдилар.

Шундай қилиб, бижғиш анаэроб шароитда содир бўладиган оксидланиш қайтарилиш жараёнида органик моддаларнинг парчаланиши бўлиб, бунинг натижасида организм ўзи учун зарур бўлган энергияни олади.

#### *Спиртли бижғиш*

Бижғиш жараёни ҳар хил таксономик гуруҳларга мансуб бўлган микроорганизмлар томонидан амалга оширилади.

Биотехнологиянинг асосий вазифаларидан бири, тирик микроорганизмларга хос бўлган очиқ ёки ёпиқ тизимдаги биотехнологик жараёнлардан саноат шароитида фойдаланишдан иборатдир.

Спиртли бижғиш, у ёки бу маҳсулотни қайта ишлашни натижасида спиртга айланадиган биотехнологик жараёндир. Бижғиш, хужайрада содир бўладиган модда алмашинувини энергетикаси билан чамбарчас боғлиқдир. 1861 йилда Л.Пастер спиртли бижғишни ачитки замбуруғларининг фаолияти

билан боғлиқлигини ўргангандан кейин бу жараён биологик жараён сифатида қараладиган бўлди.

Бюхнер ва Хан томонидан спиртли бижғиш жараёнини ўрганилиши бижғиш жараёнининг табиати ҳақида замонавий тасаввурни пайдо бўлишига олиб келди.

Спиртли бижғиш биокимёвий реакцияларнинг бирин-кетин келадиган жараёни бўлиб, бунда ачитқи замбуруғи хужайралари органик бирикмаларнинг энергиясини тўлиқ ишлата олмайди. Ҳар бир ачитқи замбуруғининг хужайраси ўзини оғирлигидан 30 ва ундан кўпроқ маротаба микдордаги шакарни парчалай олиши ҳисоблаб чиқилган. Натижада, хужайранинг энергетик потенциали ошади ва бу АТФ нинг ажралиб чиқиши кўринишида намоён бўлади. Бу энергияни хужайранинг захира моддалари – гликоген, карбон сувлар (трегалозалар), ёғлар ва бошқа бирикмалар синтези учун ишлатилади.

Шунинг учун ҳам спиртли бижғишни, шакарни - тўлиқ бўлмаган, аммо кўп босқичли анаэроб, ферментатив парчаланиши деб қаралмоғи лозим. Бу жараён оқибатида бижғишни асосий маҳсулотлари - этанол ва карбонат ангидрид гази ҳосил бўлади.

Спиртли бижғиш жараёнини амалга ошириш учун кўпроқ *Saccharomyces* авлодига мансуб ачитқи замбуруғлари (*S. cerevisiae*, *S. elipsoideus*, *S. vini* ва ҳ.к.) ишлатилади.

Ачитқи замбуруғларидаги спиртли бижғиш жараёни юксак организмлардаги гликолиз жараёнидан фақатгина охирги босқичи билан фарқ қилади. Бунга асосий сабаб, ачитқи замбуруғларидаги пируватдекарбоксилаза ферменти ҳисобланади. Бу фермент пируватни ацетальдегидга айлантириб беради, ҳосил бўлган ацетальдегид эса этанолгача қайтарилади.

Спиртли бижғиш икки босқичда амалга ошади.

Биринчи босқичда - глюкозадан фруктоза -1,6-дифосфат ҳосил бўлади. Кейин у 2 молекула триозани ҳосил қилади.

Иккинчи босқичда - 2 молекула триозадан 2 молекула пируват ҳосил бўлади.

Олтита углерод молекуласига эга бўлган глюкозанинг иккита уч углеродли пируватга парчаланиши бирин-кетин амалга ошувчи 10 та ферментатив реакциялар ёрдамида амалга ошади.

Дастлабки, беш реакция глюкозани парчалаш учун тайёргарлик босқичи ҳисобланади. Бу реакцияларда глюкоза  $C_6$  ҳолатида АТФ ҳисобидан фосфорилланади, кейин изомерланиш оқибатида фруктоза-6-фосфатга айланади, у эса  $C_1$  ҳолатида фосфорилланади ва фруктоза-1,6-бифосфат ҳосил бўлади. Бу молекуланинг парчаланиши оқибатида икки молекула глицераальдегид-3-фосфат ҳосил бўлади.

Иккинчи босқич ҳам бирин-кетин келадиган 5 та ферментатив реакциядан иборат бўлиб, пируват ҳосил бўлиши билан тугалланади.

*1-реакция.* Глюкозанинг 1-реакциясида D-глюкозани АТФ энергияси ҳисобидан фосфорилланиши содир бўлади. Бу реакция қайтмас бўлиб, гексокиназа ферменти ёрдамида амалга ошади. Гексозалар фаоллигини намоён қилишлари учун  $Mg^{+2}$  иони зарур, чунки бу ферментнинг ҳақиқий субстрати бўлиб, АТФ эмас, балки АТФ ва магний комплекси ҳисобланади.

*2-реакция.* Глюкозофосфатизомераза ферменти таъсирида глюкоза-6-фосфат, фруктоза-6-фосфатга изомерланади. Бижғиш жараёнида фруктоза-6-фосфат ҳосил бўлса ҳам, бу реакция қайтмас ҳисобланади.

*3-реакция.* АТФ ҳисобидан D-фруктоза-6-фосфат  $C_1$  ҳолатида фосфорилланади. Бу реакция фосфофруктокиназа ферменти - томонидан катализланади. Фосфофруктокиназа аллостерик фермент ҳисобланади ва шу типга кирувчи бошқа ферментлар сингари унинг молекуляр массаси катта (300 kDa) ҳисобланади.

*4-реакция.* Бу реакция давомида фруктоза-1,6-бифосфатнинг молекуласи иккита триоза молекуласига: глицераальдегид-3-фосфат (альдозалар) ва дигироацетон-3-фосфат (кетозалар) гача парчаланади.

*5-реакция.* Ҳосил бўлган икки триозофосфатлардан биттаси - глицеральдегид-3-фосфат, кейинроқ ўзгаришга учрайди. Аммо, гидрооксиацетон-3-фосфат триозофосфатизомераза ферменти таъсирида изомерланиб, глицеральдегид-3-фосфатга айланади. Бу босқичда глюкоза фосфорилланади, кейин иккига бўлиниб, икки молекула триозани ҳосил қилади ва охирида икки молекула глицеральдегид-3-фосфат ҳосил бўлади.

Шундай қилиб, гликолиз кўп босқичли мураккаб, ферментатив, оксидланиш-кайтарилиш жараёнидир. Бундай фикрни глюкозадаги ҳамда охирги маҳсулот бўлган пируватдаги углерод атомларининг жойлашиши ҳам кўрсатиб турибди. Глюкозанинг биринчи ва олтинчи углерод атомлари икки молекула пируватда  $-CH_3$  кўринишида, яъни глюкозага нисбатан қайтарилган ҳолатдадир.

Глюкозанинг биологик назорати, ҳамда юқорида кўрсатилган реакцияларни бирин-кетинлигини бошқариш ва пируватни глюкоза-6-фосфатдан ҳосил бўлиш тезлиги асосан ферментлар томонидан: фосфофруктокиназалар ва пируваткиназалар даражасида амалга оширилади.

Спиртли бижғиш жараёнида пируватдан этил спирти ҳосил бўлади. Дастлаб, пируваткарбоксилаза ферменти таъсирида пируватни декарбоксилланиши, натижада эса ацетальдегид ҳосил бўлади. Бу реакцияни тезлиги ҳам  $Mg^{+2}$  ионига боғлиқ.

Спиртли бижғишнинг энг муҳим реакцияси ацетальдегиднинг спиртга айланишидир. Бу жараён глицеральдегидфосфат дегидрогеназа реакциясида сарф қилинган НАД ни регенерацияси билан бирга амалга ошади.

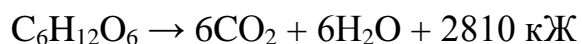
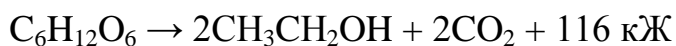
Спиртли бижғишнинг бу классик йўли ачитқи замбуруғлари учун характерлидир. D-глюкозадан икки молекула этанол ва карбонат ангидриди ҳосил бўладиган жараёнда углерод ва водород атомларини йиғма нисбати ўзгармайди.

Спиртли бижғиш жараёнини ачитқи замбуруғлари вужудга келтиради. Бунда шакарлар анаэроб шароитда этил спирт ва карбонат ангидридга айланади ҳамда энергия ажралади:



Спиртли бижғиш жараёнида иштирок этадиган ачитқилар факультатив анаэроблардир. Ачитқилар остки ва усткиларга ажралади. Остки ачитқилар 4-10° да яхши бижғитса, устки ачитқилар 18-30° да яхши ривожланади.

Спиртли бижғиш жараёнида ажраладиган энергия миқдори нафас олишдагига нисбатан 24-25 марта кам бўлади.



Ачитқилар учун аэроб шароит зарур бўлса, спирт, пиво, вино олишда анаэроб шароит бўлиши керак.

Одатда, кислород етарли бўлган шароитда ҳам ачитқилар бижғиш жараёнини олиб бора оладилар. Агар кислород миқдори оширилса, бижғишдан ташқари, нафас олиш жараёни ҳам боради, уни аэроб ва анаэроб шароитда  $C_2H_5OH$  ва  $CO_2$  нинг нисбатидан кўриш мумкин.

$CO_2$  нинг  $C_2H_5OH$  а бўлган нисбати

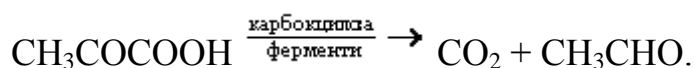
$CO_2 : C_2H_5OH$ (яхши аэрация)	$CO_2 : C_2H_5OH$ (ёмон аэрация)
100 : 66	100 : 105
100 : 68	100 : 108
100 : 67	100 : 90

Жадвал маълумотларидан кўриниб турибдики, аэрация яхши бўлганда, спирт миқдори 30% кам бўлар экан. Спиртли бижғиш жараёнида 15% спирт тўплангандан сўнг бижғиш тўхтайдиган, чунки спирт ачитқиларни заҳарлайди. Спиртли бижғиш жараёнида иштирок этадиган ферментлар комплекси зимаза дейилади.

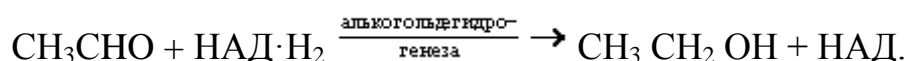
А. Н. Лебедев (1911) ачитқиларни термостатда 25-30° да ўстиргандан кейин 2 соат сув билан ювиб, ачитқи ширасидан ферментларни ажратиб олишга муваффақ бўлган. Рус олимларидан Л. А. Иванов, С. П. Костичев, А. Н. Лебедевлар спиртли бижғиш жараёнининг химизмини ўрганишган ва қуйидагиларни аниқлашган: спиртли бижғиш жараёни кўп босқичли

жараёндир. Худди нафас олиш жараёнига ўхшаб, глюкоза молекуласи гидролитик парчаланиш реакциялари натижасида пирозум кислотага айланади, Шу реакциялар анаэроб шароитда боради. Кейин нафас олиш ва бижғиш жараёнлари бир-биридан ажралиб, турлича йўл билан кетади. Буни С. П. Костичев ишларида кўриш мумкин.

Бижғиш ва нафас олиш жараёнлари ўртасидаги узвий боғланишни ифодаладиган схема қуйидагича: спиртли бижғиш жараёнида ҳосил бўлган пирозум кислотада  $C_2H_5OH$  ва  $CO_2$  ҳосил бўлади. Бу реакциялар икки босқичда боради. Аввал пирозум кислотада  $CO_2$  ажралади ва сирка альдегиди ҳосил бўлади:



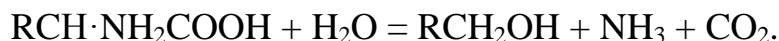
Сўнгра сирка альдегиди водород иштирокида қайтарилиб, этил спиртга айланади:



Костичев фикрига кўра, этил спирти юқоридаги реакцияга мувофиқ ҳосил бўлиши, ёки каницаро реакциясига мувофиқ, 2 молекула сирка альдегиди сув иштирокида этил спирти ва сирка кислотасига айланиши мумкин:



Спиртли бижғиш жараёнида қўшимча маҳсулотлар сифатида қаҳрабо кислота, сивуш мойлари ҳам ҳосил бўлади. Агар ачитқилар ўсаётган муҳитда аминокислоталар ортиқча бўлса, сивуш мойлари ҳосил бўлади:



Спиртли бижғиш жараёни озиқ-овқат саноатида муҳим аҳамиятга эга.

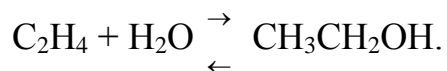
Спиртли бижғиш учун турли маҳсулотлардан фойдаланиш мумкин.

1) таркибида крахмал бўлган маҳсулотлар (буғдой, арпа, жавдар, маккажўхори, картошка);

2) таркибида шакар бўлган маҳсулотлар (лавлаги, шакар патокаси);

3) ёғоч қипиғига  $\text{HCl}$  ва  $\text{H}_2\text{SO}_4$  билан ишлов берилади, қипиқ шакарга айланади, кейин бу маҳсулотга нитрат, фосфат тузлари ва вино ачитқиларидан қўшилади. 1 м<sup>3</sup> қипиқдан 158л метил спирти олинади;

4) ҳозирги вақтда спирт синтетик йўл билан этилен газидан олинмоқда:



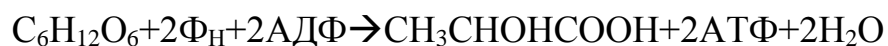
Спиртли бижғиш жараёнининг моҳияти шундан иборатки, бунда ҳосил бўлган энергия АТФ да тўпланади ва зарур бўлганда, ҳужайра ундан фойдаланади.

#### *Сут-кислотали бижғиш*

Сут кислотали бижғиш жараёнини қуйидаги авлодларга мансуб бўлган бактериялар амалга оширадилар: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*. Уларни морфологик тузилиши хилма-хилдир: таёқчасимон ва шарсимонлари учрайди; улар ҳаракатсиз, споралар ҳосил қилмайдиганлар, граммусбат, пигментсиз; кўпчилигида каталаза ва цитохром тизими йўқ, аммо булардан истиснолари ҳам учраб туради. Баъзи бир культуралар споралар ҳосил қиладилар ва каталаза фаолликларига ҳам эга бўладилар. Сут ачитувчи бактериялар бир-бирларидан ўстирувчи моддаларга, аминокислотларга, витаминларга бўлган эҳтиёжлари билан фарқ қиладилар ва шунинг учун ҳам бу гуруҳ бактерияларни алоҳида вакиллари индикаторли бактериялар сифатида ишлатиладилар. Бу бактерияларни бирлаштириб турувчи асосий хусусиятлари, уларни бижғиш жараёнини бош маҳсулоти сифатида сут кислотаси ҳосил қилишидир.

Гомоферментатив ва гетероферментатив бижғиш жараёнлари маълум. Бундай ажратиш, углеводларни парчаланишида тубдан фарқ қилувчи йўллар борлигини кўрсатади.

*Гомоферментатив бижғиш.* Бу жараёнда бижғишни якаю-ягона маҳсулоти сифатида сут кислотаси ҳосил бўлиши билан характерланади. Бу реакциянинг умумий кўриниши қуйидагича:



Бунда маҳсулотнинг ҳосил бўлиши 98% гача етади. Бундай юқори кўрсаткич, карбон сувларни бижғиш жараёни модда алмашинуви жараёни билан деярли боғлиқ эмаслигидан далолат беради. Карбон сувлар конструктив модда алмашинувда жуда ҳам кам миқдорда ишлатилади ёки бутунлай ишлатилмайди.

*Гетероферментатив бижғиш.* Гетероферментатив бижғиш жараёнида нафақат сут кислотаси, балки пирозум кислотасига биогенетик аълокадор бўлган, бошқа, бир бирларига яқин бирикмалар: сирка кислотаси, этанол ва ҳ.к. ҳосил бўлади.

Гетероферментатив бижғиш жараёнини олиб боровчи бактериялар глюкозани парчалашни дастлабки босқичини пентозофосфорли йўл орқали амалга оширади. Уларда фруктозабисфосфатаьдолаза ва триазофосфатизомераза ферментлари йўқ. Реакцияни кетиш йўлларини аниқловчи моддалардан бири, пентозафосфат йўлини маҳсулоти бўлган рибулоза-5-фосфатдир. Бу бирикма эпимераза ферменти таъсирида ксилулоза-5-фосфатга айланади, ҳосил бўлган бу модда эса пентозафосфат кетолаза ферменти таъсирида, 3-фосфоглицерин альдегид ва ацетилфосфатга парчаланади. 3-фосфоглицерин альдегидининг кейинги ўзгаришлари худди сут кислотали бижғишнинг гомоферментатив йўлидагидек амалга ошади.

Гомоферментатив бижғиш жараёнида 1 моль бижғиган глюкозадан икки моль АТФ ҳосил бўлса, гетероферментатив йўл орқали 1 моль АТФ ҳосил бўлади.

Гетероферментация жараёнини олиб боровчи бактериялар ёрдамида 3 молекула фруктоза бижғитилганда, лактат, ацетат,  $CO_2$  ва маннитол ҳосил бўлади:



Бу реакция маннитолдегидрогеназа ферменти томонидан амалга оширилиб, унда фруктоза маннитгача қайтарилади.



Сут кислотасини бижғитувчи бактериялар катта амалий аҳамиятга эгадир. Улар стерилизация қилинмаган сутларда доимо учрайди ва маълум ўзгаришлар натижасида сутни ачишига олиб келадилар. Иқлимга қараб, сутга ҳар хил сут бактериялари тушишлари мумкин. Шимолий минтақаларда сутда *Streptococcus lactis*, жанубда эса *Lactobacillus caucasicus* ва *Lactobacillus bulgaricus* кўпроқ учрайдилар.

Сут кислотали бижғиш натижасида кўплаб маҳсулотлар тайёрланади: сметана, кефир, қимиз, творог, қатиқ ва ҳ.к.

Сут ачитувчи бактериялар, пишлоқ ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади, улар сабзавотларни тузлашда, сомон, маккажўхори, ғўзапоя ва бошқа ўсимликлар қолдиқларини силослашда ҳам кенг қўлланиладилар.

Карамни кислородсиз шароитда ачитилганда, сут кислотали бактериялар тез ривожланиб кетадилар, дастлаб *Leuconastoc* кейин эса *Lactobacillus plantarum* ривожланадилар.

Сут-кислотали бижғиш жараёни табиатда кенг тарқалган. Бу жараён тирик организмлар асосида боришини биринчи бўлиб (1860) Луи Пастер аниқлаган. Сут-кислотали бижғиш жараёнида турли шакарлар: сут шакари (лактоза), мальтоза, сахароза ва бошқалар анаэроб шароитда бижғийди ва муҳитда сут кислота ҳосил бўлади:



Бактериялар ҳатто пентозаларни ҳам бижғита оладилар.

2-жадвал

Сутний таркиби (Г. С. Инихов маълумоти)

Сут	Ёғлар (%)	Казеин (%)	Альбумин ва бошқа моддалар (%)	Сут шакари (%)	Куруқ моддалар (%)	Кул (%)	Солиштир- ма оғирли- ги (мг)

Сигир сути	3,1-4,5	2,8	0,7	4,7	13	0,75	1,032
Аёл сути	3-4,5	1,5	0,4	6,50	—	—	1.036
Бия сути	2,09	1,3	0,36	6,55	10,6	0,32	1.035
Эчки сути	4,48	4,97	1,18	4,30	9,0	0,93	1,036

Янги соғилган сут таркибида кўп миқдорда микроорганизмлар учрайди, айниқса биринчи соғилган порциясида микроорганизмлар сони кўп бўлади.

Янги соғилган сут таркибидаги микроорганизмлар сони:

Биринчи порцияда-1 см<sup>3</sup> да 16000 бактерия;

Ўртадаги порцияда-1 см<sup>3</sup> да 480 бактерия;

Охирги порцияда-1 см<sup>3</sup> да 960 бактерия бўлади.

А.Ф.Войткович сут маълум муддат сақланганда бактериялар куйидагича ўзгаришини аниқлаган:

1-фазада, чиритувчи бактериялар кўпайган.

2-фазада, ҳосил бўлган сут кислота, чиритувчи бактерияларнинг кўпайишига тўсқинлик қилган.

3-фазада, сут кислота ичак таёқчасининг кўпайишига тўсқинлик қилган.

4-фазада, энди кўп миқдорда тўпланган сут кислота сут-кислотали бижғитувчи бактерияларга салбий таъсир эта бошлаган.

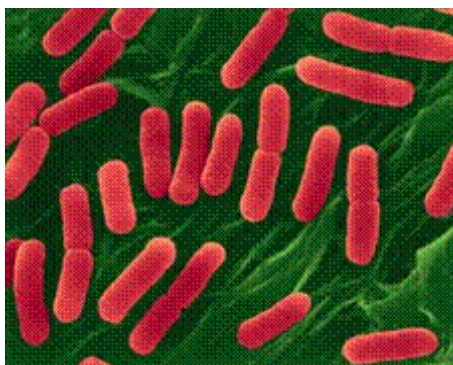
Сут кислотали бижғиш жараёнидан кефир, простокваша, қимиз, пишлоқ тайёрлашда, сабзавотларни тузлашда, силос тайёрлашда, қора нон пиширишда кенг фойдаланилади.

Сут кислотадан тери саноатида, бўёқчиликда, кир ювиш порошокларини ишлаб чиқаришда, пластмасса олишда, фармакология ва кондитер саноатларида кенг фойдаланилади.

Сут-кислотали бижғиш жараёнида, ферментлар таъсирида шакарлар мураккаб ўзгаришларга учрайди. Биринчи босқичларда фосфорланиш жараёнлари боради, кейинчалик жараён бошқача кечади, ҳосил бўлган

фосфоглицерин альдегид ҳам оксидланади, ҳам қайтарилади ва ундан сут кислота ҳосил бўлади.

Демак, юқорида айтилганидек, сут-кислотали бижғиш жараёни гомоферментатив (типик) ва гетероферментатив (типик бўлмаган)ларга ажралади. Гомоферментатив (типик) бижғиш жараёнида фақат сут кислота ҳосил бўлса, гетероферментатив бижғишда сут кислотадан ташқари сирка кислота, карбонат ангидрид ва этил спирти ҳосил бўлади.



25-расм. *Bakterium coli*.

Ичак таёқчаси (*Bacterium coli*) гетероферментатив бижғиш жараёнида иштирок этади (25-расм).

Баъзи вақтларда сут-кислотали бижғиш жараёнида ҳосил бўладиган маҳсулотлар, бактерия ва ачитқиларнинг иштирокида ҳосил бўлади. Бундай маҳсулотлар таркибида сут кислотадан ташқари спирт ҳам ҳосил бўлади, бундай маҳсулотларга қимиз ва кефир мисол бўлади. Кефир олиш учун томизғи сифатида кефир “доналари” қўшилади, булар таркибида бактериялардан ташқари ачитқилар ҳам бўлади. 1866 йилда врач Джоги кефир “доначалари” таркибида бактериум кавказикум, стрептококкус лактис ва ачитқи замбуруғлари борлигини биринчи бўлиб аниқлаган.

Қимиз таркибида 2% спирт бўлади. Қимиз тайёрлаш учун бия сути алоҳида томизғи (“кор”, “қатик”) билан ачитилади. Томизғида сут кислота ҳосил қилувчи бактериялар ва ачитқи замбуруғлари бўлади. Бошқа

ичимликлар – куранга, мацун каби ичимликлар ҳам сутдан, шундай йўл билан тайёрланади (Карам ва бодринг тузлашда ош тузидан қўшилади).

*Силос тайёрлаш.* Сут кислотали бижғиш жараёнига асосланган ҳолда чорва моллари учун сифатли силос тайёрланади. Ем хашакни силослашда типик ва типик бўлмаган сут кислотали бижғиш жараёнига асосланилади. Бунда сут кислотада ташқари сирка кислотаси ҳамда спирт ҳосил бўлади. Сут кислотаси ҳосил қилувчи бактериялар кўпайиши учун муҳит анаэроб бўлиши зарур, ҳўл силос вазнининг 1,5-2% миқдорида кислота тўпланади ва чиритувчи бактериялар ривожланишини чеклаб қўяди. Силослаш учун таркибида шакар кўп бўлган ўсимликлар ишлатилади.

### 3-жадвал

Силослаш учун ишлатиладиган ўсимликлар ва улар таркибидаги шакар миқдори

(А. А. Зубрилин, Е. Н. Мишустин, В. А. Харченколар маълумоти)

Ўсимликларнинг группаларга бўлиниши	Ўсимликлар	Шакар миқдори, куруқ моддага нисбатан, (%)	Ҳақиқий шакар миқдори (куруқ моддага нисбатан, %)
Яхши силосладиган ўсимликлар	Маккажўхори	3,4-5,4	12,0-13,8
	Жўхори	5,0	15,6-17,8
	Топинамбур	4,0-9,4	19,1-23,5
	Кунгабоқар	10,3-12,2	14,3-14,8

Қийин силосланадиган ўсимликлар	Нўхат	8,1	9,6
	Қашқарбеда	5,8-6,16	6,4-6,7
	Вика	4,3- 5,2	5,7-6,6
	Себарга	4,5	5,7
Силосланмайдиган ўсимликлар	Беда	5,5	3,9
	Соя	4,7-6,0	3,3-4,4
	Картошка	3,6	2,5
	палаги		

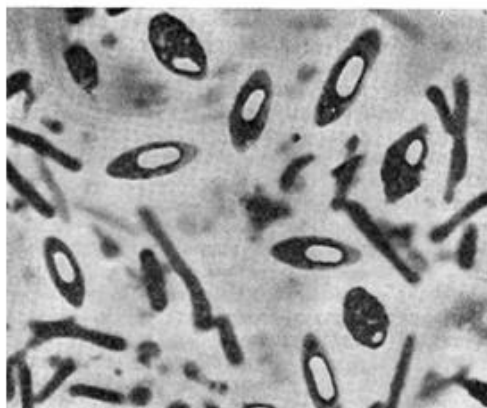
### *Саволлар.*

1. Спиртли бижғиш жараёнида қайси микроорганизм иштирок этади?
2. Спиртли бижғиш жараёни химизми қайси омилларни ўрганади?
3. Бижғиш жараёни билан нафас олиш жараёнининг узвийлигини тушунтиринг.
4. Спиртли бижғиш жараёнининг аҳамиятини тушунтиринг.
5. Сут-кислотали бижғишда иштирок этадиган микроорганизмлар ва уларнинг гуруҳларини айтиб беринг.
6. Сут-кислотали бижғишнинг гомоферментатив ва гетероферментатив ҳолларда боришини сабабларини изоҳланг.
7. Мой кислотали, пектинли моддалар ва целлюлозанинг бижғиш жараёнлари

### **3.11. Мой кислотали бижғиш.**

Мой кислотали бижғиш жараёни табиатда кенг тарқалган. Бу биологик жараён эканлигини 1861 йилда Луи Пастер исботлаб берган. Жараённи мой кислотали бижғитувчи бактериялар олиб боради. Типик анаэроблар спора ҳосил қиладиган, вегетатив ҳужайралари дуксимон, ноғора (барабан) таёқчасига ўхшаш, 1-5 нл узунликда бўлади. Булар табиатда кенг тарқалган бўлиб, сут, сир (пишлоқ), консерваларни бузади, сабзавотларни чиритади ва

халқ хўжалигига катта зарар етказди. Лекин баъзи вакиллари (*Clostr. pasteurianum*) молекуляр азотни ўзлаштириб, тупроқни азотга бойитади (26-расм).



26-расм. *Clostridium pasteurianum*

Тупроқда учрайдиган бактерияларнинг 90% мой кислотали бижғиш жараёнида иштирок этувчилардир. Улар турли углеводлар, спиртлар, кислоталар, крахмал, гликоген, декстринларни ҳам бижғита олади. Ҳосил бўлган мой кислота бошқа организмлар учун озиқа манбаи ҳисобланади. Мой кислота, мойлар баъзан мураккаб ва оксиллар парчаланганда ҳам ҳосил бўлиши мумкин, ҳатто оз миқдорда мой кислота ҳосил бўлса ҳам, озиқа маҳсулотларининг сифати бузилади. Мой кислотали бижғиш жараёни қуйидаги реакцияга мувофиқ боради:

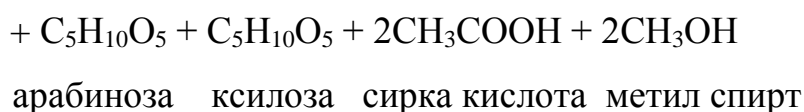
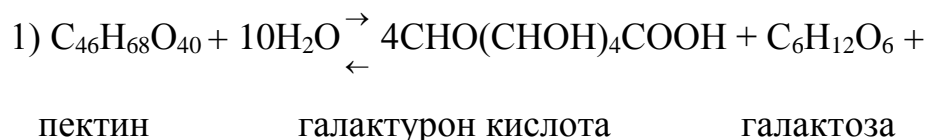


мой кислота

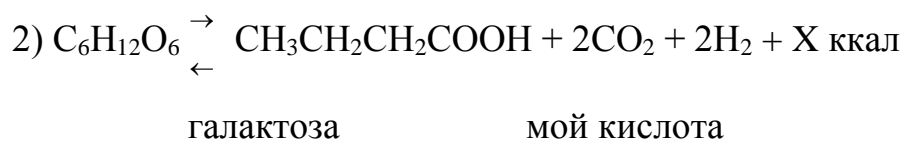
Мой кислотали бижғитувчи бактерияларнинг электив культураси учун қуйидаги шароит зарур: анаэроб муҳит, шакар, озиқани 100° гача иситиш ва унга озгина тупроқ қўшиш кифоя. Озиқа иситилганда ундан кислород чиқиб келади ва анаэроб шароит вужудга кетади, бу озиқадан кўп миқдорда идишга солинади ва 30° ли термостатда ёки иссиқ хонада ўстирилади.

Пектинли моддаларнинг бижғиши. Табиатда кенг учрайдиган бижғишлардан бири, пектинли ва целлюлозали бижғишдир. Пектин ўсимликлар тўқимасида кўп миқдорда бўлиб, хужайраларни бир-бири билан

бириктириб туради. Пектин жуда мураккаб бирикма сувда эримади, кислотали муҳитда кислота ва углеводларга парчаланади. Пектин кислотани баъзи бактериялар, моғор замбуруғлари, актиномицетлар ва бошқа микроорганизмларда учрайдиган пектиназа, пропектиназа ва пектаза ферментлари парчалайди:



сўнгра углеводларни бактериялар анаэроб шароитда бижғитадилар:



Пектинли бижғиш жараёнига асосланиб, толали ўсимликлардан тола ажратиб олинади. Бунда шудрингли усул ва сувда ивитиш усуллари қўлланиладн. Сувда ивитилганда зиғир, каноп ва бошқа толали ўсимликлар бетонланган ҳовузларда 25° да кўп миқдордаги сувга ботириб қўйилади. Дастлаб кўп миқдорда кўпик ҳосил бўлади, кейин пектинли бижғиш бошланади ва тола осон ажралади. Жараён анаэроб шароитда яшайдиган спора ҳосил қилувчи *Clostridium pectinovorum* (кlostридиум пектиноворум) бактерияси иштирокида боради.

Шудрингли усулда ивитишда толали ўсимликлар кузда ерга бир текис ёйилади ва бижғиш аэроб усулда, замбуруғлар иштироки билан боради. Пектинли бижғишда иштирок этадиган бактериялар 1895 йили С. Н. Виноградскийнинг лабораториясида Фрибес томонидан очилган ва *Clost.*

felsineum деб номланган. Кейинчалик Бейерник уни *Granulobacter rectinovorum* деб атаган, чунки у гранулёзага хос бўлган (йод таъсиридан кўкариш) реакцияни берган. Ҳозир эса *Clostridium* авлодига киритилади. 1916 йили яна иккинчи вакил *Clostridium felsineum* ҳам маълум бўлди.

Целлюлозанинг анаэроб йўл билан бижғиши. Целлюлозанинг анаэроб йўл билан бижғишини В. Л. Омелянский аниқлаган. Уни парчалайдиган бактериялар анаэроб шароитни талаб қилади. Бактериялар ноғора таёқчасига ўхшаш спора ҳосил қилади. Улардан бири целлюлозани мой кислотали бижғишга ўхшаш бижғитади, сирка кислота, карбонат ангидрид ва метан ҳосил қилади.



27-расм. *Bacillus cellulosae*

Иккинчи бактерия эса метан ўрнига водород ҳосил қилади.

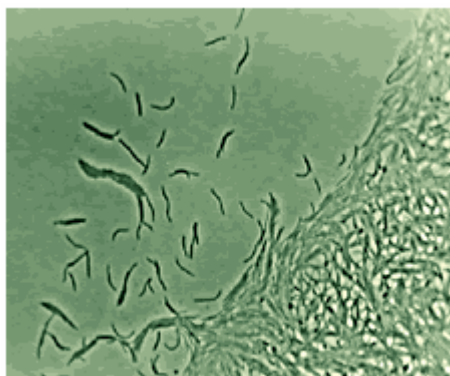
Биринчи бактерияни Омелянский *Bac. cellulosae hydrogenicus* деб атаган. Бу бактерия 10-12 нм узунликдаги спора ҳосил қилади ва хужайраси ноғора чўпига ўхшаб кетади. Иккинчи бактерия *Bac. cellulosae methanicum*. У майдароқ спора ҳосил қилади ва кўриниши ноғора чўпига ўхшаб кетади.

Метанли бижғишда кўп миқдорда  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  ва сирка кислота ҳосил бўлса, мой кислота эса кам ҳосил бўлади. Иккинчи водородли бижғишда  $\text{CO}_2$  ва  $\text{H}_2$  кам ҳосил бўлса, мой ва сирка кислота кўпроқ ҳосил бўлади. Бундан ташқари, чумоли ва валериан кислоталар ҳам ҳосил бўлади. Ҳозирги вақтда фақат битта бактерия - *Bac. Omelianskii* целлюлозанинг бижғишида иштирок этиши маълум бўлди. Целлюлозани анаэроб йўл билан парчаловчи бактериялар сув ҳавзаларининг чўкиндиларида кўп учрайди. Тупроқда



целлюлозани парчалашда замбуруғлар актиномицетлар, аэроб бактерияларнинг айрим турлари иштирок этадилар.

Целлюлозанинг аэроб йўл билан парчаланиши. Целлюлозанинг аэроб йўл билан парчаланишида кўпгина бактериялар, актиномицетлар ва замбуруғлар иштирок этадилар. Одатда, целлюлоза парчаланганда шакарлар, юқори молекулали органик кислоталар ҳосил бўлади. Оралиқ маҳсулотлар сифатида эса оксикислоталар ҳосил бўлади. Булардан азотобактер ва клостридиум авлодига мансуб бактериялар озиқ сифатида фойдаланадилар. Азотобактер ва клостридиум табиатда кенг тарқалган бўлиб, 1929 йили С. Н. Виноградский томонидан аниқланган. Петри ликобчасига минерал тузлар аралашмасида ҳўлланган фильтр қоғоз кўйилади ва озгина тупроқ кўшилади. Унда (зангори, яшил ёки кул рангли) колониялар ҳосил бўлса ва фильтр қоғозини емириши кузатилса целлюлозани парчаловчи бактериялар борлигини кўрсатади. Виноградский целлюлозани парчалайдиган ва спора ҳосил қилмайдиган аэроб бактерия борлигини ҳам аниқлаган.



28-расм. *Spirochaeta sytrophaga*

1) *Spirochaeta sytrophaga* - учлари бир оз қайрилган, целлюлоза уни учун зарур озиқа ҳисобланади.

2) *Cellovibrio* - учи бир оз қайрилган, узун таёқчасимон бактерия.

3) *Cellofascicula* - учи қайрилган калта таёқчасимон микроб.

Бу микроблар таъсирида целлюлоза тез парчаланади. Булардан ташқари, целлюлозани актиномицетлар, пенициллиум, триходерма, аспергиллус каби, моғорлар ва бошқа аэроб микроблар ҳам парчалаши мумкин.

Целлюлоза парчаланишининг одам ҳаёти учун фойдали ва зарарли томонлари бор. Фойдали томони шундаки, ернинг унумдорлигини оширади. Бундан ташқари, целлюлозани парчалайдиган микроблар ўтхўр ҳайвонларнинг овқат ҳазм қилиш жараёнида муҳим роль ўйнайди, дағал хашакларнинг ҳазм бўлишини осонлаштиради. Лекин зарарли томони шундаки, қоғоз ва ёғочнинг сифатини бузади, айниқса *Merulius* авлодига мансуб замбуруғлар қурилишга катта зарар етказади.

Пропион кислотали бижғиш. Пропион кислотали бижғиш *Propionbacterium* авлодига мансуб бактериялар томонидан амалга оширилади. Бу бактериялар граммусбат, ҳаракатсиз, таёқчасимон бўлиб, спора ҳосил қилмайдилар ва анаэроб микроорганизмлар сафига кирсада, кислородли, паст босимда ҳам ривожланиб, кўпая оладилар. Улар учун энергия манбаи бўлиб карбонсувлар, органик кислоталар, спиртлар ва бошқа метаболитлар хизмат қиладилар.

Бу бактериялардан ташқари пропион кислотасини шунингдек, *Selenomonas* ва *Micromonospora* ва бошқа авлодга мансуб бактериялар ҳам синтез қила оладилар. Шулардан бири *Micrococcus lactilyticus* бактериясидир. Улар анаэроб шароитда глюкозани, сахарозани, лактозани ва пентозаларни, ҳамда лактат, малат, глицерин ва бошқа субстратларни бижғитиб пропион кислота ҳосил қила оладилар.

Пропион бактериялар иштирокида шакарларни парчалашни пироузум кислотасигача бўлган босқичи Эмбден-Мейергоф схемаси асосида ўтади. Бижғишни бошланғич маҳсулоти бўлиб, сут кислотаси ҳам -бўлиши мумкин. Бу ҳолатда реакция лактатдегидрогеназа ферменти иштирокида амалга ошади ва натижада пироузум кислотаси ҳосил бўлади. Кейин пируват биотин- $\text{CO}_2$  комплекси иштирокида метилмалонил-КоА-карбокситрансфераза ферменти ёрдамида карбоксилланади ва аксалоацетатга айланади, кейин малат ва фумарат орқали сукцинатгача қайтарилади.

Бунда, фумаратредуктаза ферменти АТФ ни регенерациясида иштирок этади. Ундан кейин сукцинат сукцинил-КоА-трансфераза ферменти иштирокида КоА га боғланади, оқибатда сукцинат фаоллашади. Сукцинил-КоА метилмалонил-

КоА-мутаза ферменти таъсирида ва кофермент В<sub>12</sub> иштирокида метилмалонил-КоА га айланади. Мана шу оралиқ маҳсулотдан СО<sub>2</sub> ажралиб чиқади. Натижада пропионил-КоА ҳосил бўлади, СО<sub>2</sub> эса жараёнинг дастлабки босқичида фаолият кўрсатаётган метилмалонил-КоА-карбокситрансфераза ферментига боғланади. Пропионил-КоА дан КоА-трансфераза ферменти КоА ни сукцинатга ўтказганлиги оқибатида пропионат ҳосил бўлади.

Реакция муҳитида пропион кислотаси билан бир вақтда сирка кислотаси (у пируватдан ҳосил бўлади) ҳам тўпланади. Бижғиш жараёни мўътадил ҳолатда ўтганда пропион кислотасининг сирка кислотасига нисбати 9:1 ни ташкил этади.

Пропион кислотали бактерияларга хос бўлган биокимёвий хусусиятлардан бири уларнинг тиамин, биотин ва пантотен кислотасини синтез қила олмасликларидир. Маълумки, бу моддалар бижғиш жараёнини таъминловчи фермент тизимининг фаолият кўрсатиши учун энг керакли моддалар ҳисобланадилар. Бактериялар учкарбон кислотаси ҳалқасига кирувчи барча ферментларни ҳамда электрон-транспорт занжирига кирувчи компонентларни (дегидрогеназалар, ногеминли темир, метакхинон ва цитохромларни) сақлайдилар. Шунинг учун ҳам субстратни фосфорлашдан ташқари бактериялар цитохромдан электронларни кўчириб фумаратга ўтказувчи ва фумарат ҳосил қилувчи оксидланиб, фосфорлантириш хусусиятига ҳам эга.

Пропион кислотали бактериялардан ташқари бундай йўл билан бижғиш жараёнини *Veilonella alcalescens* ва *Selenomonas ruminantium* ҳам амалга ошириши мумкинлиги кузатилган.

### **3.12. Ёғ кислотали ва ацетон бутилли бижғиш (*Clostridium* авлодига мансуб бактериялар қўзғатувчи бижғиш жараёнлари)**

*Clostridium* авлодига мансуб, спора ҳосил қилувчи бактериялар ҳар хил бижғиш жараёнларини амалга оширадилар. Уларнинг барчаси анаэроб шароитда амалга ошади. Кислородли муҳитда (баъзи бир ҳолатлардан ташқари) бу

бактериялар ўсмайдилар. Кислороднинг захарли таъсири, бу бактерияларда цитохромларни ва каталазани йўқлиги ҳамда флавинли ферментнинг кўплиги билан тушинтирилади. Маълумки, флавинли ферментлар субстратдан водородни кислородга ташиб ўтказадилар ва перекис ҳосил қиладилар. Улар эса захарли микдорда тўпланадилар. Бактерияларнинг турларига қараб бижғишнинг ҳар хил маҳсулотлари тўпланади:

*Clostridium butyricum*, *C.pasterianum*, *C.pectinovarum* бактериялари бижғиш жараёнида бутират, ацетат ва карбонат ангидрид газини ҳосил қиладилар; жумладан,

*Clostridium acetobutylicum*, *Clostridium butyricum* эса асосан бутират, ацетат, ацетон, бутанол, водород ва карбонат ангидрид;

*Clostridium kluyveri* - капронат, бутират ва водород;

*Clostridium tetanomorphum* бутират, ацетат, аммиак, карбонат ангидриди ва водород;

*Clostridium acidurici*- ацетат, формиат ва карбонат ангидрид ҳосил қиладилар ва ҳ.к..

Маҳсулотларни миқдори, кўпроқ бижғиш жараёни кечадиган шароитга боғлиқ бўлади.

Бижғиш жараёнида маҳсулотларни ҳосил бўлишига муҳитни рН кўрсаткичи катта роль ўйнайди. Муҳитни рН кўрсаткичи нордон томонга ўзгарганда, н-бутанол ва ацетон ҳосил бўлиши кучайса, ишқорий шароитда сирка ва мой кислотасини ҳосил бўлиши кучаяди.

Бу ҳодиса, нордон шароитда ацетон ва н-бутанол синтезига жавобгар бўлган ацетатдекарбоксилаза ва бутанолдегидрогеназа ферментларини фаоллигини ошириши билан тушинтирилади. Бижғиш жараёни ишқорий муҳитда содир бўлганда, масалан, муҳитга  $\text{CaCO}_3$  кўплигида маҳсулотларни бир-бирларига бўлган нисбати ўзгаради.

Бижғишни дастлабки босқичларида глюкозани ассимиляцияси глюколитик йўл билан ўтади. Ацетил КоА дан бошлаб, бижғиш типига қараб, метаболизм йўллари ажралади. Мой кислота ҳосил бўлганда, ацетил-КоА ни икки

молекуласини конденсацияси (қўшилиши) содир бўлади ва бу жараён ацетоацетилтрансфераза ферменти иштирокида ацетоацетил-КоА ҳосил бўлишига олиб келади. Ацетоацетил-КоА НАДН ҳисобидан қайтарилади. Бу реакцияни р-гидрооксибутирил-КоА-дегидрогеназа ферменти амалга оширади ва натижада р-гидрооксибутирил-КоА- ҳосил бўлади ва ундан кротоназа ферменти ёрдамида сув ажралиб чиқади. Кротонил-КоА, бутирил-КоА-дегидрогеназа ферменти таъсирида бутирил-КоА гача қайтарилади. Бутирил-КоА дан КоА-трансфераза ферменти ёрдамида КоА ацетатга ўтиши мумкин. Шундай бўлган шароитда мой кислотаси ажралиб чиқади.

Ацетил-КоА дан фосфотрансацетилаза ва ацетаткиназа ферментлари иштирокида бўш ҳолда ацетат олиниши мумкин, бу эса АДФ дан АТФ синтез бўлиши билан бирга кузатилади.

Тоза мой кислотали бижғиш жараёнида пируватни оксидланишида ҳосил бўладиган кислород газсимон кўринишда ажралади. Бундай глюкоза қуйидаги тенглама асосида бижғийди:



Ўтган асрда, ацетон ва н-бутанолни бижғиш йўли билан саноат миқёсида тайёрлаш жуда катта аҳамиятга эга бўлган. Юқорида кўрсатиб ўтилганидек, бу икки маҳсулотни метаболик йўли бир-бирига жуда ҳам яқиндир. Ацетоацетатни декарбоксиллаш натижасида ацетон ҳосил бўлади, бунда бутиратга қайтарилиш жараёнида икки мартаба  $2[\text{H}]$  қўшилиш имкониятига эга бўлган водородни потенциал акцептори йўқолади. Бундай ҳолатда водородни акцептори бўлиб, бутират хизмат қилади.

Бутанолгача қайтарилиши учун, бутират даставвал бутират-КоА га айланиш йўли орқали фаоллашуви керак.

Клостридийлар бижғиш жараёнида углерод манбаи сифатида ҳар хил субстратлардан фойдаланишлари мумкин. Шу мақсадда ишлатиладиган

деярли барча штаммлар учун энг яхши субстрат бўлиб, моносахаридлар (пентозалар ва гексозалар), дисахаридлар ва сувда эрувчи олигосахаридлар ҳисобланадилар.

Кўпчилик клостридийлар полисахаридларни (целлюлоза, гемицеллюлоза, крахмал, пектин) ҳам фаол парчалаш қобилятига эгадирлар. Баъзи бир клостридийлар углерод манбаи сифатида нуклеин кислоталарини ва оксилларни ҳам ишлата оладилар (фақатгина улар ферментатив парчаланганидан кейин). Шунинг ҳам таъкидлаш лозимки, клостридийлар ҳар хил кимёвий табиатга эга бўлган моддаларни, айнан этанол, глицерин, аминокислоталар, пурин ва пиримидин асослари, мочевино, ксантин ва бошқаларни биожғитишлари ҳам мумкин.

Клостридийларни баъзи бир вакиллари фаол азотфиксация қилиш хусусиятига ҳам эгадир. Шулардан бири – *Clostridium pasteurianum* дир.

Клостридийлар парчалайдиган субстратларнинг хилма хиллиги, уларни оксидловчи ва гидролитик ферментларга бой эканлигидан гувоҳлик беради. Илмий манбаларда целлюлоза ферменти синтез қилувчи клостридийлар ҳам мавжудлиги ҳақида маълумотлар чоп этилган.

Чумоли кислотали биожғиш. Ичак микрофлорасининг баъзи бир намоёндалари чумоли кислотали биожғиш жараёнини амалга оширишлари ҳам мумкин. Баъзи ҳолларда бу жараёни аралашган биожғиш ҳам деб юритилади, Чунки, бунда чумоли кислотасидан ташқари бошқа моддалар, чунончи, органик кислоталар, спиртлар ҳосил бўлишлари мумкин. Бу жараёни амалга оширувчи бактериялар Enterobacteriaceae оиласига бирлашган бўлиб, улар грамманфий, факультатив анаэроблардир. Энтеробактериялар орасида яхши ўрганилганлари қуйидагилардир: *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Aerobacter* (*Eutrobacter*) *aerogenus* ва *Salmonella*.

Бу бактериялар ичакдан ташқари, тупроқда ва сувда ҳам учрайдилар, Маълум шароитда уларни деярли барчаси патологик таъсирга эгаликлари билан характерланади.

Чумоли кислотали бижғиш жараёнида карбон сувларни метаболизми асосан фруктозабисфосфат йўли орқали амалга ошсада, карбон сувларни унчалик кўп бўлмаган қисми пентозафосфат йўли орқали ўзгаради. Чумоли кислотали бижғиш натижасида чумоли, сут, сирка, янтар кислоталари, этанол, глицерин, ацетон, 2,3-бутиленгликоль, карбонат ангидрид ва водород ҳосил бўлади.

Юқорида кўрсатиб ўтилган барча культуралар ўзига хос бўлган метаболик асосларга эга.

Гомоацетатли бижғиш. Клостридийлар (*Clostridium thermoaceticum*, *C. formicoaceticum*, *C. acidurici*) ва баъзи бир бошқа культуралар оксидланишни дастлабки босқичларида  $\text{CO}_2$  тегишли субстратлардан ажралган водород билан қуйидагича боғланади:



Клостридийлар шакарни ацетатгача фруктозабисфосфат йўли орқали оксидлайди ва шундай қилиб, 1 моль гексозадан 3 моль ацетат синтез бўлади. Пируватни парчаланиши ҳисобидан ажралиб чиққан карбонат ангидрид газининг катта бир қисми водородни акцептори ролини ўйнайди, натижада у ацетатгача қайтарилади.

Гексозалар клостридийларга хос бўлган фруктозабисфосфат йўли билан пируватгача оксидланади. Кейин эса пируват, ферментатив йўл билан (пируват ферредоксин-оксидоредуктаза, фосфотрансацетилаза ва ацетаткиназа ферментлари ёрдамида) ацетатга ва карбонат ангидрид газига парчаланади. Карбонат ангидриди водород акцептори сифатида ишлатилади ва қисман формиатгача қайтарилади.

Бижғишни алоҳида типини олиб боровчи микроорганизмларни танлаш анъанавий селекциянинг асосий усули бўлган: “керакли метаболитни кўпроқ синтез қиловчи микроорганизм танлаш” асосида олиб борилади.

Ҳозирча бундай микроорганизмларни ген-муҳандислик усуллари асосида модификация қилиш бўйича янги стратегиялар ишлаб чиқилгани йўқ. Бунга бир неча сабаблар мавжуд:

*биринчидан* - ҳар қандай типдаги бижғиш жараёни химизми қайси ферментларни етишмовчанлигини тўлдириш даражасида чуқур ўрганилмаган;

*иккинчидан* - анаэроб культуралар ҳосил қилувчи ферментлар спектри тўлиқ ўрганиб чиқилмаган;

*учинчидан* - баъзи бир типга кирувчи бижғиш жараёнларида қатнашувчи микроорганизмларни ўсиш шароитини чуқурроқ ўрганишни талаб қилади ва ҳ.к.

Шундай қилиб, назарий ва амалий жиҳатлардан жуда ҳам муҳим бўлган масала - ҳар хил типдаги бижғиш жараёнини олиб борувчи микроорганизмларни генетик модификация қилиш масаласи, ҳозирча ўрганиш босқичида турибди. Ҳеч шубҳа йўқки, бижғиш жараёнини олиб борувчи штаммларни катта коммерциал аҳамиятга эга эканлиги, бу йўналишни жадал олиб борилишига асос бўлиб хизмат қилади.

Метанли бижғиш. Барча турдаги бижғиш жараёнлари органик моддаларни ҳар хил токсонотмик гуруҳга мансуб бўлган микроорганизмлар томонидан ўзига хос бўлган ўзгаришларга учратиш сифатида намоён бўлади. Юқорида келтириб ўтилганлардан ташқари, табиатда ўзининг миқдори, доираси, унда қатнашадиган микроорганизмларнинг хилма хиллиги билан бошқалардан тубдан фарқ қиладиган яна бир жараён борки, у ҳам бўлса метанли бижғиш жараёнидир.

Метанли бижғиш - ҳар хил микроблар тўпламини (ассоциациясини) таъсири натижасидир. Бу жараёнда органик материал (лигнин бундан мустасно) чуқур ўзгаришга учрайди ва оқибатда метан, карбонат ангидриди ва бошқа микроб маҳсулотлари ҳосил бўлади. Шароитга қараб (термофил, мезофил, психрофил) - бу жуда узоқ давом этадиган жараёндир. Бунда тирик бўлмаган органик субстанциялар (ўсимлик ва ҳайвон биомассалари) оддий компонентларга парчаланадилар.



Метан ҳосил қилувчи архебактериялар учун бижғувчи материаллар тайёрлаш дастлабки маҳсулотларга яхшилаб ишлов беришни тақазо қилади. Аэроб ва анаэроб микроорганизмлар иштирокида кечадиган бу жараён шунчалик мураккаб, кўп босқичли ва кўп компонентлики, уни бошқариш мумкин эмас. 1960-йиллардан бошлаб, органик бирикмалардан анаэроб шаротида микроорганизмлар ёрдамида биогаз ишлаб чиқаришга алоҳида эътибор берилиб келинмоқда.

Метанли бижғиш натижасида органик бирикмаларнинг трансформацияси содир бўлиб, улардан метан ва карбонат ангидрид гази пайдо бўлади. Оқибатда, органик бирикмаларнинг молекулалари кимёвий боғларида йиғилган энергия, метан молекуласининг кимёвий боғларида тўпланади. Бу жараён метаногенез деб аталиб, анаэроб архебактериялар (метаногенлар) томонидан амалга оширилади. Ҳосил бўладиган газдаги метаннинг солиштирма миқдори 70-80% ни ташкил этади, ундаги карбонат ангидрид эса 20-30% га тенг. Газларнинг аралашмаси, 1% атрофида  $H_2S$  (олтингугурт кислотаси) ва жуда кам миқдорда аммиак ҳам сақлайди. Метаногенезнинг сувда эримайдиган қисми, кўплаб бактериялар ассоциацияси ҳосил қилган биомассадир. Биомасса органик азотга бой бўлганлиги учун ҳам юқори сифатли ўғит сифатида ишлатилади.

Метанли бижғиш бошқа бижғиш турларига нисбатан кенг тарқалган табиий жараёндир. Бунга сабаб жараёни аэроб шароитда ҳам ўтишидир.

Бу қуйидагича ўтади: кўпгина органик бирикмаларни юзаларида юпка қобиқ ҳосил бўлади, ичида эса метанли бижғиш жараёни учун зарур бўлган анаэроб шароит ташкил бўлади. Бундай субстратларга барча хилаги ўсимлик материаллари, жумладан чириган ва чириётган, кўп йиллик ва бир йиллик ўсимликлар, хайвон биомассалари ҳам киради.

Метанли бижғиш учун истиқболли маҳсулотларга айниқса, қишлоқ хўжалик чиқиндилари, хусусан, ўсимлик, микробиология саноати чиқиндилари, сув ўтларининг биомассалари ва озиқ-овқат ҳамда енгил саноат чиқиндилари ва бошқалар киради. Мана шулардан келиб чиққан ҳолда метаногенезнинг

аҳамияти нафақат ноанъанавий энергия ишлаб чиқаришни, балки санитария-экология муаммоларини ҳал қилиш билан ҳам боғлиқдир.

Аммо, метанли бижғиш жараёнини фойдаси шулар билан чегараланмайди. Бижғиган биомасса (метан сақламаган) юқори сифатли биоўғит ҳам бўлиб хизмат қилади. Масалан, гўнгни аэроб шароитда парчаланганда унинг таркибидаги 50% азот йўқолади (иссиқлик чиқиши билан бирга), аммо ўша гўнгни метаногенез орқали парчаланганда (анаэроб шароитда) унинг таркибидаги барча азот биомассада тўпланиб, ўсимлик учун енгил сингдириладиган ҳолатга ўтади. Бундан ташқари анаэроб шароитда йиғилган биомасса тупроқнинг унумдорлигини тикловчи гумус моддасига ҳам бойдир. Метаногенез маҳсулотларидан комплекс фойдаланиш нафақат самарали, балки юқори рентабелли ҳисобланади.

Органик моддаларни анаэроб шароитда ўзгартирилганда, уларни стерилизацияси ва бижғийдиган массани детоксикацияси амалга ошади, патоген микроблар, гельментларни тухумлари йўқолади, токсик хусусиятга эга бўлган моддалар, метаногенез метаболитларига айланадилар.

#### Метаногенезнинг:

Биринчи босқичда, ҳужайрадан ташқаридаги гидролитик ферментларни таъсири ҳисобидан, бижғувчи массанинг деярли барчаси (лигниндан ташқари) қисман парчаланади. Метанли бижғишни бу босқичда унчалик кўп бўлмаган миқдорда кислород иштирок этишига ҳам рухсат этилади.

Иккинчи босқичда, ферментация фазасида паст молекулали шакарлар, асосан мономерлар ва бошқа органик бирикмалар (полимер субстратларни ферментатив гидролизидан ҳосил бўлган моддалар), н-бутанолга, пропанолга, этанолга, ацетон ва бошқа бирикмаларга айланадилар. Бу босқичда кислород жараёни бўғиб қўяди, демак унинг иштироки бутунлай мумкин эмас.

Учинчи босқич, ацетоген фаза ҳисобланади ва унда шу пайтга келиб ривожланган микрофлора - сирка, чумоли ва сут кислоталарини ҳосил

килади. Бу жараёи кислородсиз фаза бўлиб, унда фақат облигат (шарт бўлмаган) анаэроблар фаолият кўрсатадилар.

Охирги босқич, метаноген фазада, метан ҳосил бўлади. Метанли бижғиш технология нуқтаи назаридан икки фазага бўлинади: метанли биоценознинг етилиши ва ферментация.

Охирги босқичда азот сақловчи органик бирикмалар ҳам жадал ўзгарадилар. Бижғийдиган муҳитни ишқорланиши билан (pH-8,0) олтингугуртни қайтарувчи анаэроб бактерияларнинг таъсири ҳисобидан учувчан органик бирикмалар: чумоли, сирка, пропион, мой, сут, янтарь (кахрабо) кислотлари ва шунингдек, спиртлар ва газлар ҳосил бўлади.

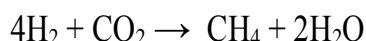
Бу бирикмалар анаэроб метаноген организмлар учун субстрат бўлиб хизмат қилади.

Метаноген бижғиш 3°C дан 60°C гача бўлган ҳарорат оралиғида амалга ошади. Жараённинг жадаллашиши, ҳарорат кўтарилиши билан ошиб боради ва термофил шароитда 2-3 маротабага ошади. Метаноген бактерияларнинг ривожланиши учун бижғийдиган муҳит, чумоли ва сирка кислоталари, водород, карбонат ангидриди ҳамда олтингугурт ва азот манбалари, H<sub>2</sub>S ва аммиак сақлаши керак.

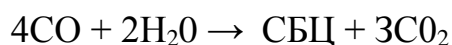
Ҳозиргача 25 дан ортиқ метан ҳосил қилувчи бактериялар аниқланган бўлиб, улар бир-бирларидан морфологиялари (думалоқ, спиралсимон, ипсимон ва ҳ.к.) билан фарқ қиладилар.

Анаэроб шароитдан ташқари жараён кетиши учун қоронғулик, нейтрал ёки жуда ҳам кам бўлган ишқорий муҳит (pH-8,0) бўлиши шарт. Барча, шу кунгача аниқланган метаноген бактериялар керакли энергияни водороднинг оксидланиши ҳисобидан оладилар.

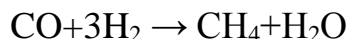
Водород акцептори вазифасини карбонат ангидрид бажаради:



Метаноген бактерияларнинг баъзилари водород акцептори сифатида СО дан фойдаланадилар:



ёки



Юқорида кўрсатилган реакцияларнинг барчасида энергия чиқарилади, Ҳар хил бирикмалардан метан ҳосил бўлиши, турли хил тезликда амалга ошади. Охирги даврларда метаноген бактериялар жуда яхши ва ҳар томонлама чуқур ўрганилмоқда. Биринчи навбатда бу уларни табиий газлар генезисида ҳал қилувчи роли борлиги билан тушинтирилади.

1990 йилдаги хабарга кўра Европада йирик ( $1000 \text{ м}^3$  ва ундан кўпроқ) биогаз устқурмалари хусусий корхоналарда ва давлат секторларида 500 дан кўпроқ бўлган бўлса, АҚШ да ўша даврда ундан икки баробар кўпроқ бўлган. Бундай устқурмаларда асосан ҳар хил чиқиндилар (қишлоқ хўжалиги ва маиший хизмат чиқиндилари) қайта ишланган.

1985 йилда АҚШ да фақатгина ҳайвон чиқиндилари 250 млн. тонна бўлиб, унинг анаэроб метаногенези оқибатида  $120 \text{ млрд. м}^3$  метан тайёрлаш мумкин бўлган.

Биогаз устқурмалари тайёрлаш билан ҳозирги даврда дунёнинг жуда кўплаб компаниялари шуғилланадилар. Саноат устқурмаларининг ҳажми  $10\text{--}1500 \text{ м}^3$  оралиғида. Устқурмаларнинг конструкцияси унчалик мураккаб эмас. Улар икки қисмдан иборат:

биринчи - гермет мустаҳкам, термобошқариладиган ферментёр, аралаштиргич, биомассани автоматик равишда киритиш ва чиқариб ташлаш учун мўлжалланган асбоблар билан жиҳозланган;

иккинчи - ушлагич, биогазни ушлаб қолувчи - газгольдер.

Осиёнинг баъзи мамлакатларида (Хитой, Ҳиндистон, Непал ва ҳ.к.) электроэнергия етишмаганлиги учун биогаздан кенг фойдаланилади ва у жуда ҳам содда ускуналарда тайёрланади:

- чуқур қазилиб, унда анаэроб жараён кетиши учун шароит яратилади;
- ажралиб чиққан биогаз кичик бочкаларда сақланади ёки тўғридан-тўғри ишлатилади.

Хитойда бундай устқурмалар сони 50 млн. дан кўпроқ бўлиб, йилдан-йилга уларнинг сони ошиб бормоқда. Ҳиндистонда эса бундай устқурмалар бир неча миллиондан кўпроқни ташкил этади.

Биогаз ва биоўғит ишлаб чиқарадиган устқурмаларнинг унчалик катта бўлмаганлари, фермер хўжаликлари, чўпонлар ва чўлда ишловчилар учун жуда фойдалидир.

#### *Саволлар.*

1. Пектинли бижғишда қатнашадиган микроорганизмлар ва уларда учрайдиган ферменларни изоҳланг.
2. Целлюлозанинг анаэроб бижғиши қандай боради?
3. Целлюлозанинг аэроб парчаланиши химизмини тушунтиринг.
4. Мой кислотали бижғишнинг аҳамияти.

### **3.13. Фотосинтез**

Қуёш битмас, тугалмас, энергия манбаи, унинг ергача етиб келадиган энергияси йилига  $3 \times 10^{24}$  кДж. ни ташкил этади. Шуни ҳам эслаб қолмоқ зарурки, шунча вақт мобайнида, қайта тикланмайдиган энергия манбаларидан (нефт, газ, тошкўмир) олинадиган энергия миқдори  $2,5 \times 10^{22}$  кДж. ни ташкил этади.

Иссиқликдан ташқари қуёш энергияси ёрдамида фотосинтез каби ҳаётий зарур жараён амалга ошади. Инсон ҳаёти икки энергия манбаи билан: фотосинтез натижасида ҳосил бўлган ўсимлик биомассаси ва узоқ ўтмишда фотосинтез маҳсулоти бўлган иссиқлик энергияси ташувчилари муҳофаза қилиниб турилади. Бутун сайёрамиз миқёсида фотосинтезни маҳсулдорлиги ҳар хил ҳисоб китобларга қараганда, тахминан, йилига 120 дан 150 млрд. тонна ҳосил бўлган углеродга тенг бўлиб, улардан 6-8% озиқланиш, иссиқлик ва қурилиш маҳсулотлари сифатида ишлатилади.

Кимёвий нуқтаи назардан фотосинтезни электронларнинг, тўлқинланиши натижасида ҳосил бўлган энергия кўчиши ва ҳужайранинг

фотосинтетик аппаратида ўзгаришига олиб келувчи оксидланиш-кайтарилиш реакцияларининг мураккаб бирин-кетинлиги оқибатида содир бўладиган жараён сифатида фараз қилиш мумкин.

Асл маънода фотосинтез - карбонат ангидриди ва сувдан ёруғлик энергияси ёрдамида органик бирикмаларнинг синтез бўлиши ва молекуляр кислороднинг ажралиб чиқиш жараёнидир.

Шундай қилиб, фотосинтезнинг асосий моҳияти ноорганик моддаларни органик моддаларга айланишидир.

Фотосинтетик хусусиятига қараб, бутун мавжуд бўлган организмлар икки гуруҳга бўлинадилар:

1. *Автотроф организмлар* - ягона углерод манбаи сифатида углерод икки оксидини (карбонат ангидридни) ишлатадилар ва ундан, углерод сақловчи хужайра компонентлари “қурадилар”.

2. *Гетеротроф организмлар* - углерод ва энергия манбаи сифатида экзоген (ташқаридан олинadиган) органик бирикмалардан фойдаланадилар. Гетеротрофлар автотрофларга нисбатан кўпроқни ташкил этади. Тубан гетеротрофларнинг баъзи бирлари углерод икки оксидини ассимиляция қилиш хусусиятига ҳам эгалар. Аммо, уларни биомасса ҳосил қилишдаги роли унчалик катта эмас ва углеродга ҳисоблаганда 10% дан ошмайди.

Тирик организмларни классификация қилишни бошқа жараёни - бу уларнинг энергия манбаларига бўлган муносабатларидир.

Кўпчилик организмлар фотолитотроф ва хемоорганотроф типига кирадилар. Қолганлари эса, уларнинг баъзи бир муҳим биологик жараёнларда (масалан, молекуляр азотни ютиш) қатнашишларига қарамасдан, кам тарқалган ҳаёт шакллариининг вакиллари ҳисобланадилар.

4-жадвал

Организмларнинг углерод ва энергия манбаларини ишлатишлари  
бўйича классификацияси

Организмлар	Углерод манбаи	Энергия манбаи	Электронлар донори	Мисоллар
Фото-литотрофлар	CO <sub>2</sub>	Ёруғлик	Ноорганик бирикмалар (H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> S, S)	Юксак яшил ўсимликлар, сув ўтлари, фотосинтез қилувчи бактериялар
Фото органотрофлар	Органик бирикмалар ва CO <sub>2</sub>	Ёруғлик	Ноорганик бирикмалар (H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> S, S)	Олтингугурт сақламайдиган бактериялар ва тўқ қизил қирмизи (пурпур) бактериялар
Хемо-литотрофлар	CO <sub>2</sub>	Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари	Ноорганик бирикмалар (H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> S, S)	Денитрификация қилувчи бактериялар
Хемо-органотрофлар	Органик бирикмалар	Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари	Органик бирикмалар	Барча хайвон организмлари, баъзи бир микроорганизмлар

Хемоорганотрофлар аэроб ва анаэроб организмларга бўлинадилар. Аэроб организмларда электронларни атомлар акцепторлари бўлиб, молекуляр кислород, анаэробларда эса - органик бирикмалар хизмат қиладилар.

Анаэроб организмлар факультатив (ихтиёрий) ва облигатларга (шарт бўлмаган) бўлинадилар. Шуни ҳам эслаб қолиш зарурки, барча организмлар ҳам у ёки бу гуруҳагина таълуқли бўлиб қолавермайдилар.

Бу фикрга яхши мисол бўлиб, юксак ўсимликларни киритиш мумкин. Уларда фотосинтез ҳисобидан яшовчи хлорофил сақловчи хужайралар - автотроф, илдиз хужайралари эса гетеротроф ҳисобланадилар.

Эукариот организмлар сингари прокариотлар ҳам фотосинтезни амалга ошириш имкониятларига эга. Албатта, бундай ажойиб хусусият юксак

ўсимликларга хосдир. Шунингдек, тубан эукариотлар - яшил, қизил ва бир хужайрали эвгилена сув ўтларида ҳам фотосинтез қилиш хусусияти юқоридир. Прокариотлар орасида икки гуруҳ - яшил ва тўқ қизил (пурпур) ҳамда кўк-яшил сув ўтлари фотосинтезловчиларга кирадилар. Кейингилари ягона углерод манбаи сифатида  $\text{CO}_2$  дан фойдаланадилар. Шунини алоҳида таъкидлаш лозимки, баъзи-бир микроорганизмлар ва кўк-яшил сув ўтларида фотосинтезни амалга ошириш тезлиги, юксак ўсимликларникидан қолишмайди.

Бактериялардан ташқари, кўпчилик фотосинтез қилувчи организмлар водород атомлари ва электронлар донорлари сифатида сувдан фойдаланадилар.

Фотосинтез қилувчи бактерияларнинг катта қисми облигат анаэроблар ҳисобланадилар. Шунинг учун ҳам уларни кислород билан боғланиши (контакти) фотосинтез жараёнини тўсиб қўяди. Бактериялар донор сифатида ноорганик бирикмаларни ишлатадилар, жуда ҳам кам ҳолатларда органик бирикмалар: изопропил спирти, сут кислотаси ва бошқалардан фойдаланишлари мумкин.

Электронлар акцепторлари сифатида  $\text{CO}_2$  дан ташқари бошқа бирикмалар ҳам ишлатишлари мумкин. Масалан, нитрат ва водород ионлари. Фотосинтез қилувчи азотфиксаторлар электронлар акцепторлари сифатида карбонат ангидриди ёки молекуляр азотни ишлатадилар.

Фотосинтез қилувчи хужайраларнинг хлоропластлари сунъий акцепторлар иштирокида (масалан, феррицианидлар иштирокида) кислород ажратиб чиқарадилар, у эса акцепторларни қайтарилишига олиб келади.

Фотосинтезни ёруғлик ва қоронғулик даври борлиги катта аҳамиятга эга. Ёруғлик энергияси ҳисобидан нафақат НАДФ қайтарилади, балки АДФ фосфорланиб АТФ ҳосил бўлади. Шундай қилиб ёруғлик энергияси кимёвий энергияга айланади ва НАДФ- ва АТФ молекулаларида тўпланади. Бу энергия карбонат ангидрид газини қайтарилиш реакцияларида ишлатилади.



Фотосинтез жараёнини замонавий кўринишига асос бўлиб, Кальвиннинг фотосинтезловчи организмлар хужайраларида углерод ассимиляциясини аниқлаш бўйича олиб борган изланишлари хизмат қилади.

Бу эса ўта мураккаб биокимёвий реакциялар асосида ассимиляциянинг дастлабки маҳсулотлари - карбон сувларни ҳосил бўлишини тушинтириб беради.

CO<sub>2</sub> ва сувдан ташқари ҳалқаси биоэнергетик жараёнларни иштирокчилари бўлиб, ўсимликларда ва сув ўтларида пиридиннуклеотидларни, АДФ ни қайтарилиши, бактерияларда эса НАД ва АТФ хизмат қилади.

Шартли равишда Кальвин ҳалқаси Кребс ҳалқасига мурожаат сифатида қаралиши мумкин. Агар Кребс ҳалқасида карбонсувларни ва бошқа энергияга бой бўлган углерод манбаларини оксидланишидан ҳосил бўлган энергия, кимёвий потенциал сифатида, қайтарилган пиридиннуклеотидлар ва АТФ кўринишида тўпланадиган бўлса, Кальвин ҳалқасида мана шу бирикмаларни оксидланиши даврида ажралган энергия, карбонсувларни молекулалари ичида энергияга айланадилар.

Фотосинтез реакцияси яхши ўрганилган. Бу реакциялар хлоропластларда, карбонат ангидридининг ютилиши билан ўтиши маълум.

Карбон сувларнинг карбонат ангидриди газини қайтарилиши кўпчилик эукариот организмлар учун кўп босқичли ферментатив жараён ҳисобланади. Углероднинг бу йўли қайтарилувчи пентозафосфат ҳалқаси, Кальвин-Бенсон-Басем ёки углеродни фотосинтетик ассимиляциясининг C<sub>3</sub>-йўли деб аталади. Бу ҳалқада иштирок этувчи бирикмалар ва реакцияни кетма-кетлиги аниқланган. Шунингдек, барча оралик маҳсулотлар ва бу жараёнда иштирок этувчи ферментлар ҳам аниқланган. Жараённинг ҳалқа табиатли ўтиши ҳам аниқ. Углеродни фотосинтетик ассимиляциясининг бошқа йўли ҳам маълум, унда карбонат ангидриди газининг бирламчи акцептори бўлиб тўрт углерод атомига эга бўлган органик кислоталар хизмат қилади. Шунинг учун ҳам бу йўл C<sub>4</sub>-фотосинтез деб ҳам юритилади.

Цитокимёвий текширишлар асосида  $C_3$  ва  $C_4$  фотосинтез йўлларига эга бўлган ўсимликларни фотосинтезни молекуляр механизми асосида классификация қилишга асос бўлди. Фотосинтез ҳисобидан организмни углерод ва энергия билан таъминлаб турилишини ва унда кислород ажралиб чиқишини йўналтирилиши жуда катта воқеа бўлди.

Ер юзига қуёш томонидан ерга йўналтирилган радиацияни ярмига яқини етиб келади. Мана шундан атиги 0,4% биомасса ҳосил қилиш учун ишлатилади, холос. Юзаки қараганда, жуда ҳам кам кўринадиган бўлсада, фотосинтезни маҳсулоти сифатида, ҳар йили  $419 \times 10^{17}$  кДж озод энергия тўпланишини эътиборга олсак, бу кўрсаткични қанчалик буюқлигига гувоҳ бўласиз. Юқорида келтириб ўтилганидек, фотосинтез натижасида тўпланадиган энергия миқдори, дунёда бор бўлган қазилмаларникига нисбатан анча кўпроқдир. Шунинг билан бирга фотосинтез, ҳосилдорлик учун асос, атмосферани кимёвий таркибини бошқариб турувчи ва шу орқали ерда ҳаётни борлигини таъминловчи муҳим экологик омилдир.

Фотосинтетик жараёнларни тезлигига ҳар хил омиллар, масалан  $CO_2$  ни миқдори таъсир кўрсатиб туради. Дала майдонлари шароитида мана шу карбонат ангидриди бу жараёни бошқариб турувчи бош омил эканлиги исботланган. Фотосинтезни маҳсулдорлигига атмосферани экотоксикантлар билан ифлосланиши салбий таъсир кўрсатади. Шуни ҳам таъкидлаш лозимки, фотосинтез жараёнида газларни алмашинуви,  $CO_2$  ютилиши ва  $O_2$  ажралиб чиқиши билангина чегараланмайди. Ҳозирги даврда фотосинтез жараёнида бошқа

бирикмалар, масалан, алифатик, учувчан тўйинмаган углеводородлар - изопрен ( $C_3H_6$ ) ажратиб турувчи 200 дан ортиқ ўсимлик турлари аниқланган. Изопренни жадал ажралиб туриши учун ёруғликнинг аҳамияти катта. Изопренни синтезида ассимиляция қилинган  $CO_2$  нинг углерод атоми тўғридан-тўғри иштирок этиши аниқланган. Шунинг учун ҳам изопренни синтезида бирламчи карбоксилланиш реакцияси катта аҳамиятга эга.

### 3.14. Сайёрамизнинг фотосинтетик маҳсулдорлиги

Бутун экосистема даражасида, фотосинтез ёрдамида амалга ошувчи углеродни фиксацияси, тахминан тоза бирламчи ҳосилдорликка тенг бўлиб, углеродни ҳақиқий фиксациясининг интегралли, минус нафас олиш ва ўсимликни сақлаш учун кетган харажатларга тенгдир.

Баъзи-бир ҳисоб китобларга қараганда тоза бирламчи ҳосилдорликни (ўсимлик биомассасини) сайёрамизнинг алоҳида компонентлари орасида бўлиниши қуйидагича: қуруқлик учун йилига  $-120 \times 10^9$  т қуруқ биомасса; океан учун йилига  $-55 \times 10^9$  т. Бошқача ҳисоб китоблар асосида олинган шу кўрсаткичлар  $-10\%$  дан  $+40\%$  гача фарқланиб туради ва ҳақиқатга яқинроқ бўлса ажаб эмас.

Дунёни сув ҳавзалари майдони қуруқ ер майдонига нисбатан 2,5 марта кўпроқ бўлишига қарамадан фотосинтетик тикланиб турадиган биомассанинг миқдори ерда, океанникига нисбатан тахминан уч марта кўпроқ. Баҳолашнинг ҳар хил йўллари билан олиб борилганлигига қарамадан, қуйида келтирилган жадвалдан ўрин олган маълумотлар ўта тахминий, чунки, бунда уй ва ёввойи ҳайвонлар истеъмол қиладиган ўсимлик биомассасининг қолдиқлари эътиборга олинмаган.

5-жадвал

Фотосинтетик қайта тикланадиган биомассалар миқдори

Ўсимлик типи	Майдон $\cdot 10^6$ км <sup>2</sup>	Ўртача ҳосилдорлик $C + m^2/g$ қуруқ биомасса, йилига
Тропик ўрмонлар	24,5	2016
Мўътадил зоналар	12,0	2142
Тайга	12,0	800
Ўрмончўл	8,5 - 1	706

Саванна	15,0	900
Ўтзор	9,0	600
Тундра + Алпий зоналари	8,0	140
Чўл	42,0	40
Маданийлаштирилган зона	14,0	650
Ботқоқлик + чиқинди сувлар	4,0	1700

Шунингдек, юқоридаги жадвалда келтирилган рақамларда фермерларнинг ички эҳтиёжлари учун ишлатиладиган, савдога чиқарилмаган маҳсулотлар миқдори ҳам ҳисобга олинмаган. Нима бўлганда ҳам, бу рақамлар ва кўрсаткичлар жуда ҳам эътиборни тортадиган ҳолатдир. Бунинг устига, инсоният ҳар хил шаклда йилига  $12 \times 10^9$  т. куруқ қайта тикланадиган фотосинтез маҳсулотларини истеъмол қилишини ва унинг энергетикаси  $0,24 \times 10^{21}$  кДж/йил ни ташкил этишини ҳисобга олсак-чи? Дарҳақиқат, бошқа ҳисобга киритилмаган йўқотишлар ҳам бор (чўлланиш, сув ҳавзаларининг куриши, шаҳарсозлик (урбанизация) ва ҳ.к.).

Бор-йўғи 150 йил илгари фотосинтетик қайта тикланадиган биомасса, инсониятни иссиқлик, ёруғлик, саноат-ишлаб чиқариши, озиқ-овқат тайёрлаш ва бошқа эҳтиёжлари учун сарфланадиган энергия билан таъминлай олар эди. Аммо, ривожланган мамлакатларда нефт, тошкўмир, табиий газнинг борлиги, ўсимлик биомассасидан фойдаланишни тубдан ўзгартириб юборди. Шундай қилиб, қайта тикланмайдиган иссиқлик энергиясидан фойдаланиш, ривожланишнинг янги босқичини бошлаб берди ва бу жараён ҳозиргача давом этиб келмоқда.

Охирги 100 йилда қазилма бойликларни иссиқлик энергиясидан фойдаланиш, ўртача йилига 4,35% га ошиб борди. Энергиянинг альтернатив манбаларини топиш йўлида турли хил илмий изланишлар олиб борилмоқда: ядронинг парчаланиш занжирли реакциясидан чиққан энергиядан фойдаланишдан бошлаб, фотосинтетик қайта тикланадиган ўсимлик биомассасидан (суяқ иссиқлик) фойдаланишгача.

Нима бўлганда ҳам, бугунги кунга келиб, қайта тикланадиган энергия манбалари сарфланадиган энергия манбаларини қисман ўрнини босаолаётган

бўлсада, янги, ноанъанавий энергия манбаларини тайёрлаш технологияларини яратишга фаоллик билан киришиб кетилди. Шундай технологиялардан бири биотэтанол олиш технологияси бўлиб, у қуйидагилардан иборат: кўп йиллик дарахтларни биомассасини майдалаб, уни лигнинсизлантириланиш, (ҳар хил физикавий ёки кимёвий усуллар ёрдамида), олинган масса таркибидаги целлюлозани глюкозагача парчаланиш (кимёвий ёки ферментация йўли билан) ва нихоят ҳосил бўлган глюкозани спиртгача бижғитиб, уни дистиляция усулида концентрлаб, энергия манбаи сифатида ишлатишга тавсия этишдан иборатдир.

Бу технологияни яратиш билан баробарида ёнма-ён биотехнологияга оид яна бир неча технологиялар ишлаб чиқилди:

- ўсимлик маҳсулотларини делигнификация қилиш (бу технология бошқа мақсадлар учун ҳам ишлатилиб келинмоқда);
- целлюлозани ферментатив парчаланиш механизмини яратиш (бу жараёнда бир нечта гидролитик ферментлар иштирок этиши аниқланди);
- целлюлоза ферментининг ўта фаол продуцентлари яратилди, улар орасида аэроб ва анаэроб шароитда фаолият олиб бораётганлари, эукариот ва прокариот организмлар бор;
- целлюлоза ферменти синтези учун жавобгар бўлган ген ажратиб олиниб, бир микроорганизмдан бошқасига ўтказиш шароитлари ишлаб чиқилди;
- пентоза ва гексозаларни бижғитиш шароитлари яратилди ва ҳ.к.

Ўсимлик биомассасига бой бўлган мамлакатларда (Россия, Канада, Финляндия ва бошқалар, шулар қаторига Ўзбекистонни ҳам киритиш мумкин, чунки мамлакатимизда йилита 4 млн. тоннадан кўпроқ ғўзапоя етиштирилади ва ундан фойдаланиш усуллари ҳамон эскилигича қолиб кетмоқда.) суяқ энергия манбаини олиш технологиясидан фойдаланилмайдиган бўлсада, бу технологияни альтернатив деб қараш лозим. Чунки, бу технологиядан бир қатор мамлакатларда кенг фойдаланилиб келинмоқда. Масалан, АҚШ да газохол (10% этанол ва 90% бензин аралашмаси),

Бразилияда 50% бензинни этанолга алмаштириш бўйича илмий-амалий ишлар жадал олиб борилмоқда.

Мамлакатни тупроқ ва иқлим шароити, суяқлик энергиясини тайёрлаш биотехнологиясини кириб келиш дараражасига таъсир кўрсатди. Бунга сабаб:

*биринчидан*, Бразилияда ишлатилмай ётган ҳайдаладигап майдон жуда кўп, бу эса мўътадил маҳсулот тайёрлаш тизимини яратишга, ёрдам беради;

*иккинчидан*, фотосинтетик қайта тикланадиган биомассанинг маҳсулдорлиги тропик шароитда, бутун сайёрамиз бўйича энг баланд ҳисоблани.

Шу муносабат билан яшил континент - Австралия жуда катта қизиқиш уйғотади. Иқлим шароитини ҳисобга олган ҳолда, катта майдон ва унчалик кўп бўлмаган аҳоли (15 млн.), худди шу мамлакатда ўсимлик биомассасидан биоиссиқлик тайёрлаш қанчалик долзарб эканлигини кўрсатади.

Мутахассисларнинг фикрларича ғалла тайёрлаш тизимини бузмасдан туриб, бу ерда йилига  $50 \times 10^6$  т. (қуруқ оғирлик) лигноцеллюлоза материаллари тўплаш ва ундан  $17 \times 10^6$  т. (қуруқ оғирлик) бижғувчи материал тайёрлаш мумкин. Аммо, шуни ҳам эслаб қолиш лозимки, ҳар қандай қулай шароитда (мамлакатда) фотосинтетик қайта тикланадиган ўсимлик биомассасидан спирт тайёрлаш, тошқўмидан метанол тайёрлашга нисбатан икки маротаба қимматроқ тушади.

Анъанавий, қайта тикланмайдиган иссиқлик манбаларидан қанчалик иқтисодий фойдасиз бўлишига қарамасдан, иқтисодий ривожланган мамлакатларда, ўсимлик биомассасидан иссиқлик энергиясини замонавий йўллар билан тайёрлаш тобора ривожланиб боравериши лозим.

Ўсимликлар  $\text{CO}_2$  нинг концентрацияси ошиб боришига ҳар хил муносабат билдирадилар.  $\text{C}_4$ -ўсимликлар ёки карбоксилланишни бирламчи реакцияси тўрт углерод атомига эга бўлган маҳсулот синтез қилувчи (масалан, қаҳрабо-сирка кислотаси), ўсимликлар (маккажўхори) сувли шароитда  $\text{CO}_2$  ни концентрациясини ошишини унчалик сезмайди. Тажриба

ўтказиш ўта мураккаб бўлганлиги сабабли, дала шароитида  $C_3$  ва  $C_2$  - ўсимликлар  $CO_2$  миқдорини ошишига қандай муносабатда бўлишини кузатиш қийин.

Бундай қийинчиликлардан бири, баъзи-бир ўсимликларда  $CO_2$  концентрациясининг ошишига фотосинтез тезлигини мослашув (адаптация) ўзгаришлари намоён бўла бошлаганлиги билан боғлиқ. Аммо, бундай ходисалар универсал характерга эга эмас, масалан, буғдой, тамаки ўсимлиги ва бодринг  $CO_2$  миқдорининг ошишига, фотосинтез жараёнини тезлигини кучайиши билан жавоб қайтарганлар, аммо, кейинги икки ҳафта оралиғида, бу кўрсаткични одатдаги атмосферага тенг даражага туширганлар.

Ўсимликларда жуда кам учрайдиган, бунга қарама-қарши реакция, яъни фотосинтез интенсивлигини тўғридан-тўғри пасайиши – ҳам кузатиб турилади. Бу ўсимликни фотосинтез жараёнини жуда қисқа вақтга ҳам кучайтириш имконияти бўлмаганлиги билан тушунтирилади.

Углерод икки оксиди (карбонат ангидриди) атмосферани ҳолатини аниқ кўрсаткичи ҳисобланади. Йилдан-йилга атмосферага чиқариладиган экотоксикантларнинг миқдори ошиб бориши (энергия ташувчиларнинг ёқиши, транспортнинг кўпайиб бориши, индустриал чиқиндилар миқдорининг (кимёвий, металлургия заводи ва ҳ.к.) ошиб бориши), шу билан бир вақтнинг ўзида сайёрамизда ўрмонлар майдонининг тabora қисқариб бориши атмосфера таркибида  $CO_2$  миқдорининг ошиб боришини башорат қилишга асос бўлиб хизмат қила олади.

Аммо, 25 йил мобайнида кузатиб борилган  $CO_2$  амплитудасининг йиллик ҳалқаси, яхшиямки, атмосфера таркибидаги  $CO_2$  нинг миқдори ўзгармаганлигидан далолат беради.

Бу ходисани ўсимликларнинг  $CO_2$  ютиш имкониятларининг ошиб бориши, яъни фотосинтез жараёнини тезлашиши билан боғлаб тушинтириш мумкин. Ҳеч шубҳа йўқки, бу жараен жуда кўп омилларга боғлиқ. Афсуски, фотосинтезга таъсир этиш ўта фаоллик билан олиб борилаётган бўлсада у ҳақдаги билимларимиз анчагина саёздир.

Фотосинтезни, ўсимликларнинг углерод билан озиқланиш жараёни сифатида ҳам қараш мумкин. Шундай экан, унинг функцияси фақатгина қуёш энергиясини тўплаш билангина чегараланиб қолмайди.

Фотосинтезнинг маҳсулотлари бўлиб, ёруғликда  $\text{CO}_2$ , азот ва олтингугуртдан ҳосил бўладиган қатор органик моддалар ҳисобланади. Бу жараён хлоропластларда жойлашган (тўпланган) ва у жойда ўтадиган фотохимёвий реакциялар натижасида, энергия йиғувчи моддалар тўпланадилар ва уларни хужайра, кейинчалик  $\text{CO}_2$  ассимиляциясига ва қатор бошқа жараёнларга сарфлайди.

Ҳозирги вақтда, фотосинтезнинг ягона маҳсулоти, карбон сувлар деган фикр эканлиги ҳақиқатга тўғри келмайди. Фотосинтез натижасида карбонсувлар қатори, органик кислоталар, аминокислоталар, пептидлар, оксил моддалар, ёғлар ва бошқа бирикмалар ҳам синтез бўладилар.

Фотосинтетик аппаратнинг фаолиятини ўрганиш асосида тўпланган материаллар асосида, биотехнологик характерга эга бўлган истиқболли вазифаларни режалаш мумкин. Бундай вазифаларнинг ечими сув фотолизи механизмидан амалиётда фойдаланиш, ҳамда ноёб органик бирикмаларнинг синтези билан боғлиқ бўлади.

Бундай механизмларнинг ечилиши ва аниқланган қонуниятларнинг ишлатилиши инсониятга водород сингари экологик тоза иссиқлик манбаи ишлаб чиқариш имкониятини яратади.

Мана шулардан келиб чиққан ҳолда, кейинги вақтларда фотосинтез қилувчи микроорганизмларни ва одатдаги шароитда сувни водород ва кислородга парчалаб бераоладиган хужайрасиз фермент тизимини янада чуқурроқ ўрганишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Биологик йўл билан водород олиш бўйича кўпгина мамалакатларда ҳар томонлама изланишлар олиб борилмоқда, 130 дан ортиқроқ водород ҳосил қилувчи, фотосинтез қилувчи организмлар аниқланган. Булар орасида аэроб ва анаэроб хематроф бактериялар, тўқ қизил қирмизи (пурпур) ва яшил фототроф



бактериялар, цианобактериялар, ҳар хил сув ўтлари мавжуд. Ҳар хил фоторецепторлардан фойдаланадиган фототизимлар моделлари яратилган.

Биотехнологиянинг вазифаларидан бири - водород ҳосил қилувчи, самарали ва мўътадил фототизмлар яратишдир.

### **3.15. Фотосинтез орқали қайта тикланадиган ўсимлик полимерлари**

Миллионлаб йиллар давомида ўсимликларнинг карбон сувлар синтез қилишлари ва улардан хилма хил органик бирикмалар ҳосил бўлишига қарамасдан, ерда ҳеч қачон органик бирикмаларнинг керагидан ортиқча миқдорда тўпланиб қолганлиги кузатилмаган. Фақатгина ўсимлик массасининг кичик қисмигина, қайтарилган ҳолатда, анаэроб шароитда тошкўмир, табиий газ ва нефт кўринишида сақланиб қолган.

Бу, органик бирикмаларнинг синтези, уларнинг ўзгаришлари билан ҳамоҳанг кечишидан, айниқса бу жараёнлар аэроб шароитда, молекуляр кислород иштирокида жадал амалга ошишидан дарак беради.

Динамик алоҳида ўралган тизим сифатида, сайёрамизга катта миқдорда ҳар қандай кимёвий элемент ташқаридан кириб кела олиши қатъиян мумкин эмас. Шунинг учун ҳам сайёрамизнинг углерод потенциали қанчалик катта бўлишига қарамасдан, қандайдир даражада у бари-бир чегараланган.

Мутахассисларнинг фикрича, урбанизация ва индустриализация жараёнларининг жадал ривожланиб боришларига қарамасдан, сайёрамизнинг фотосинтез қилиш потенциали, энг камида 50% га кўпаяди. Бунга углероднинг икки терминал ҳолати:  $\text{CO}_2$  ва органик бирикмалар орасида янада фаолроқ айланишини жадаллаштириш орқали эришиш мумкин.

Бу жараёни (углерод айланишини) чегараловчи босқич шак-шубҳасиз - фотосинтездир. Юқорида кўрсатиб ўтилган ҳисоб китоблардан келиб чиққан ҳолда, фотосинтез жараёнини жадаллаштириш орқали, қайта тикланадиган

Ўсимлик маҳсулотларини йилига тахминан 75 млрд тоннага кўпайтириш мумкин деган фикрга келиш мумкин.

Ўсимлик массасининг 70-80% ини биополимерлар ташкил этиши маълум. Булар асосан глюкоза (целлюлоза) ва пентоза (гемицеллюлоза) ларнинг поликонденсация маҳсулотлари ҳисобланади.

Замонавий нуқтаи-назарга асосан, ўсимликларнинг фотосинтезловчи аппаратининг фаоллигини кўтариш, қуйидаги шарт-шароитларга риоя қилиш орқали амалга ошиши мумкин:

- барглارнинг умумий юзасини кенгайтириш;
- фотосинтез жараёнини бошқаришда гормонлардан фойдаланиш;
- хлоропластлар сонини ошириш;
- фототизмлар орасида электронлар транспортини тезлаштириш;
- фотонафас олишнинг тезлигини пасайтириш ва ҳ.к.

Бу вазифаларнинг бажарилиши - фотосинтезнинг жадаллигини кучайтириш учун асос бўлиб хизмат қилган бўлар эди. Аммо, фотосинтезнинг маҳсулдорлигини чегаралаб қўядиган факторларнинг ролини ҳам ҳисобга олишга тўғри келади. Уларнинг таъсири ички фотобиологик чегараловчи ўзига хослик ҳамда атроф муҳитнинг ўзига хос омиллари: ҳосилдорлик индекси, ёруғлик,  $\text{CO}_2$ , сув, ҳарорат, озиқа моддалари, фотонафас олиш тезлиги, зараркунандалар, касалликлар ва ҳ.к. билан аниқланади.

Шунинг учун ҳам фотосинтезни кучайтирадиган универсал рецепт йўқ. Шунга қарамасдан баъзи бир натижаларга эришилган. Масалан, кўплаб тез ўсадиган ўсимликларнинг навлари яратилган, улардан баъзилари саноат нуқтаи назаридан катта аҳамиятга эга. Масалан, тол ўсимлигининг йилига 10-12 м ўсадиган навлари яратилган, уларнинг биомассаларида лигнин миқдори жуда ҳам кам (3-4%). Кўп йиллик ўсимликлар сингари бу навни катта майдонларда экиб, уларнинг плантациялари ташкил этилса, албатта катта саноат аҳамиятига эга бўлади. Агар бугунги кунда сайёрамизнинг ҳар бир вакилига йилига 40 т. фотосинтез маҳсулотлари (қайта тикланадиган ўсимлик

полимерлари) етиштирилишини эътиборга олинса, бундай субстратларнинг аҳамияти ўз-ўзидан маълум бўлади,

Кимёвий синтез йўли билан олинадиган углеродли бирикмаларнинг табиатда айланишини алоҳида муаммо сифатида қараш лозим.

Маълумки, инсон қўли билан яратилган қатор паст молекулали (детергентлар, ядохимикатлар ва ҳ.к.) ёки юқори молекулали (полиуретанлар, полистироллар, эпоксидлар ва ҳ.к.) бирикмалар бутунлай микробиологик ўзгаришларга учрамайдилар ёки жуда ҳам секинлик билан парчаланадилар. Бундай бирикмаларни йўқотишнинг ягона йўли - ёқишдир. Синтетик химикатларни тайёрлаш, уларнинг таркибидаги моддаларни (углерод, азот, олтингугурт, фосфор), ўзларига хос бўлган айланишдан четлатиб қўяди (бор элементлар полимер кўринишида бўлганлиги сабабли парчаланмайди, демак, элемент табиатда айланмайди).

Йилига бир неча юз миллион тонналаб кимёвий синтез орқали тайёрланадиган полимерлар ишлаб чиқарилаётганлигини ва бу янада кенгайиб бораётганлигини ҳисобга олган ҳолда, инсониятнинг “кимёвий” фаолиятини алоҳида назоратга олишни талаб қилади.

#### *а) Целлюлоза*

Целлюлоза - табиатда энг кўп тарқалган биополимердир. У ҳар қандай ўсимлик материалларининг асосини ташкил этувчи компонент ҳисобланади. Ўсимлик биомассасида целлюлозанинг миқдори ўртача 50% ни, кўп йиллик ўсимликларда эса 60-70% ни ташкил қилади. Целлюлоза бир бирлари билан  $\beta - (1 \rightarrow 4)$  -глюкозид боғлари билан боғланган D-глюкозалардан ташкил топган.

Целлюлозадаги глюкозанинг полимерланиш даражаси 10000 дан кўпроқ, молекуляр оғирлиги эса 1,5 млн. Дальтон. У сувда эримайдиган полимер ҳисобланади. Ўсимликларда, полимер занжирлар табиий ҳолатда фибринга ўхшаш жойлашган. Водород боғларининг кўплиги ва уларнинг тузилиш характери аморф қисм билан алмашиб турган кристалл қисмлари пайдо бўлишини белгилайди.

Ҳисоб китобларга қараганда, йилига қайта тикланадиган (фотосинтез йўли билан) целлюлозанинг миқдори сайёрамиз бўйича 100-140 млрд. тоннани ташкил этади. Бу дегани, ер юзидаги ҳар бир инсонга йилига 25 тонна целлюлоза тўғри келади.

Ҳозирги вақтда целлюлозани қайта ишлаш ва унинг ҳосилаларини олиш бўйича катта технологик ишлар амалга оширилмоқда. Целлюлоза крахмалга ўхшаб, кимёда, биологияда, тиббиётда, саноатнинг турли хил тармоқларида, озиқ-овқат саноатида, илмий изланишларда кенг ишлатилмоқда. Саноат миқёсида целлюлозадан глюкоза тайёрлаш йўлга қўйилган.

Саноат шароитида целлюлоза сақловчи маҳсулотларни - ёғочни гидролиз қилиш икки хил йўл билан амалга оширилади.

Биринчи - анъанавий минерал (хлорид ва сульфат) кислоталари билан гидролиз қилиш.

Бу йўл билан олинган гидролизат мураккаб аралашма бўлиб, у таркибида глюкоза, пентозаларнинг аралашмаси ва спиртлар (кумарин, синап, кониферил спиртлари) сақлайди, Бу аралашмани қайта ишлаш орқали гидролиз спирти ва ачитқи замбуруғини биомассаси (ем ачитқиси) олинади. Бу технологиянинг ўзига яраша камчиликлари мавжуд:

- кислотага чидамли, катта ҳажмли махсус идишлар талаб қилади;
- иш шароити жуда ҳам оғир;
- экологик ифлосланиш манбаи ҳисобланади.

Мана шу камчиликларга қарамасдан бу технология кўплаб мамлакатларда ханузгача ишлатиб келинмоқда. Яқинларгача бундай завод мамлакатимизнинг Янгийўл шаҳрида ҳам фаолият кўрсатган, аммо маҳсулот (дарахт чиқиндиси) етишмаганлиги сабабли, бу заводни фаолияти тўхтатилган.

Иккинчи теҳнология (ҳозирча кенг ишлатилганича йўқ) - бу ферментатив теҳнологиядир. Целлюлозани гидролиз қилувчи целлюлоза комплекси энг камида уч ферментдан:

1.  $\beta$  - *эндо* - (1  $\rightarrow$  4) глюкоза молекуласи ичидаги  $\beta$  - (1  $\rightarrow$  4) -боғларни тартибсиз узадиган фермент -  $\beta$  - *эндо* - (1  $\rightarrow$  4) -глюканазалар;

2. Экзо-(1-4)-глюкоза ёки целлобиогидролаза-целлоолигосахаридларни редуцирланмаган охиридан дисахарид целлобиозани кесиб ташловчи фермент; Бу ферментни целлобмогидралаза деб аталади.

3.  $\beta$  -глюкозидаза - паст молекулали (сувда эрувчи) целлюлоолигосахаридларни редуцирланмаган охиридан глюкоза молекуласини кесиб ташловчи ферментлардан иборат бўлади. Бу ферментни  $\beta$  - глюकोзидаза деб аталади.

Целлюлоза ферментларини узоқ вақт давомида, чуқур ўрганилиб келинаётганлигига қарамасдан, уларнинг таъсир механизмлари ҳақида тўлиқ бир тўхтамга келинмаган. Гап шундаки, ҳар хил тоқсономик гуруҳга мансуб бўлган микроорганизмлар бир-бирларидан солиштирма фаоллиги, субстрат спецификлиги ва қатор бошқа хусусиятлари бўйича тубдан фарқ қиладиган целлюлозалар синтез қиладилар. Илмий адабиётларда кристалл целлюлозани ферментатив гидролизининг бир неча вариантлари чоп этилган.

Целлюлозани парчаловчи ферментлар индуцибел ферментлардир. Уларни аэроб ҳамда облигат анаэроб микроорганизмлар ҳам синтез қиладилар. Анаэроб шароитда целлюлозани парчаланишида микроскопик замбуруғлар, айниқса: *Trichoderma*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Allegheria*, *Geotrichum* ва бошқалар фаол иштирок этадилар. Целлюлозани парчалайдиган бактериялардан *Cellulomonas*, *Sporangium*, *Archangium* ва бошқалар маълум. Анаэроб шароитда целлюлоза термофил бактериялар – *Clostridium thermocellum* ва кўплаб мезофил бактериялар ёрдамида фаол парчаланadi. Бактерияларда целлюлозани парчаланишини охирига етказувчи  $\beta$  -глюкозидаза ферменти камроқ учраганлиги сабабли, целлюлоза паст молекулали олигосахаридлар ва целлобиозагача парчаланadiлар, холос. Шунинг ҳам таъкидлаш лозимки, анаэроб бактерияларнинг эндоглюканазалари, аэроб бактерияларникига нисбатан кенгрок субстрат спецификлигига эга. Анаэроб микроорганизмлар эндонуклеазалари билан парчаланган целлюлозанинг целлоолигосахаридлари

аралашмасида 5% гача глюкоза ҳам бўлиши аниқланган. Умуман олганда, целлюлозани анаэроб бактериялар ферментлари билан гидролизи яхши ўрганилмаган.

Ёғоч материалларидан қоғоз тайёрлаш учун целлюлоза олиш жуда яхши йўлга қўйилган. Ҳар йили ишлаб чиқариладиган маҳсулотнинг ҳажми миллионлаб тонна билан белгиланади. Ёғоч материалларидан целлюлоза олишда кимёвий усуллардан фойдаланилади. Бу усуллар сульфитли ва сульфатли усуллардир. Улар мураккаб ва қўп босқичли усуллардир. Охирги ўн йилларда биотехнологик - ферментатив усуллардан фойдаланишга киришилган. Кимёвий усуллардан экологик нуқтаи назаридан афзалроқ бу усул асосида целлюлоза билан бирга иштирок этиб келаётган гемицеллюлозани танлаб гидролиз қилишга асосланган ва бу юқори сифатли қоғоз тайёрлаш имконини беради.

#### *б) Гемицеллюлоза (ксилан)*

Ўсимлик субстратлари таркибида гемицеллюлозани миқдори целлюлозадан кейинги ўринда туради. Ёғочли ўсимликларнинг қаттиқлиги целлюлоза, гемицеллюлоза ва лигнин бирлиги билан белгиланади. Игна баргли ўсимликлар 12% гача, барглилар эса 25% гача гемицеллюлоза сақлайдилар. Ўсимликларда гемицеллюлоза захира ва таянч вазифасини бажаради. Гемицеллюлоза пентозалардан, асосан  $\beta$  - (1  $\rightarrow$  4) боғлари билан боғланган D-ксилозалардан ташкил топган. Ҳар хил гемицеллюлозалар ксилозадан ташқари арабинозалар, қисман эса гексозалар - глюкоза, галактоза ва глюкурон кислоталар ҳам сақлайди. Полимеризация даражасига қараб гемицеллюлозаларнинг молекуляр оғирлиги 30 дан 200 kDa гача бўлиши мумкин.

Гемицеллюлозалар ҳар хил тоқсономик гуруҳга мансуб бўлган, хусусан, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Allescheria* ва ҳ.к. микроорганизмлар таъсирида осон парчаланадилар. Ксилан парчаловчи бактерияларга *Bacillus*, ва *Streptomyces*, *Clostridium* турига мансуб бўлган бактериялар кирадилар. Табиий субстратларда стерик мураккаб бўлганликлари учун гемицеллюлозанинг парчаланиши биров қийинроқ кечади. Шунинг билан бирга гемицеллюлозани

ферментатив парчаланиши целлюлозаникига нисбатан осонроқ ва тўлароқ бўлишини алоҳида таъкидлаш лозим. Гемицеллюлозанинг амалий аҳамияти катта бўлганлиги сабабли уни парчаловчи ферментлар ҳам жадал ўрганилмоқда.

### *в) Крахмал*

Крахмал - яшил ўсимликларнинг асосий, захира моддаси ҳисобланади. Амалий аҳамияти катта бўлганлиги ҳамда осон ажратиб олиниши учун крахмални ўрганиш ўтган асрдаёқ бошлаб юборилган.

Крахмал картошкада 30% гача, турли хил бошоқлиларда эса (80% гача) кўпроқ тўпланади. Крахмал икки компонентдан - амилоза ва амилопектиндан ташкил топган. Ҳар хил манбалардан олинган крахмал таркибидаги амилоза 20-25% ни, қолганини эса амилопектин ташкил этади. Амилоза линейли полимер бўлиб, бир-бирлари билан  $\alpha - (1 \rightarrow 4)$  гликозид боғи билан боғланган  $\beta$  - глюкоза қолдиқларидан иборат. Крахмалдаги  $\beta$  -глюкозани полимерланиш даражаси 200 дан бир неча минггача бўлиши мумкин. Крахмал иссиқ сувда бўкмасдан, енгил эрийди. Йод билан ўзига хос бўлган кўнғир ранг беради.

Амилозадан фарқли ўлароқ, амилопектин молекуласи ёнига тарқалган. Тарқалган нуқтада глюкоза молекулалари, ўзаро  $\alpha$ -(1-4)- гликозид боғлари (амилозага ўхшаб) билан боғланган. Ҳар хил амилопектинда  $\alpha$ -(1-6)- боғларининг миқдори 4-5% дан ошмайди.

Ҳар хил манбалардан ажратиб олинган крахмаллар полимеризация даражаси, ён боғларининг сони ва ферментатив гидролизга муносабати билан фарқ қилади. Крахмални ишлаб чиқариш кўрсаткичларидан муҳими, унинг ёпишқоқлигидир (клейстрилизация). Крахмалнинг эрувчанлиги полимеризация даражасига боғлиқ. Полимеризация даражаси ошиб бориши билан эрувчанлик пасайиб боради. 100-150 глюкоза қолдиғидан иборат бўлган крахмал фақат иссиқ сувда эрийди холос.

Крахмалнинг гидролизини икки йўли: кислотали ва ферментатив йўли маълум. Кислоталар ёрдамида гидролиз қилинганда, крахмал молекуласидаги

кристалл қисми аморфга айланади ва кейин гидролизга учрайди. Ферментатив гидролизда ҳам шундай бўлса керак - деб тахмин қилинади.

Крахмалнинг парчаланишида амилаза деб аталмиш бир гуруҳ ферментлар иштирок этади ва ўзининг таъсир характериға қараб, эндо-, ҳамда экзоферментларға бўлинади.  $\alpha$ -амилаза- эндофермент, крахмал молекуласи ичидаги боғларни тартибсиз гидролизлайди. Глюкоамилаза (амилоглюкозидаза) ва  $\beta$ -амилаза экзо типға кирадиган ферментлардир. Улар крахмални натив молекуласидан кетма-кет глюкоза (глюкоамилаза) ва мальтозани ( $\beta$ -амилаза) кесиб оладилар (қайтарилмайдиган учидан).

Крахмал инсон озиқасида катта солиштирма оғирликка эға (нон, картошка, сабзавотлар ва ҳ.к.) шунинг учун ҳам организмнинг асосий энергетик ресурси ҳисобланади. Озиқа маҳсулотларида крахмал қуйидаги қисмда учрайди: буғдой уни - 74%, гуруч-77-78%, оқ нон- 51%.

Инсон организмида крахмални парчаланиши оғиздаги сўлакнинг  $\alpha$ -амилазаси таъсиридан бошланади (оғизда крахмал қисқа бўлакчаларға бўлинади), кейин овқатланиш йўлида бу фрагментлар глюкозағача парчаланадилар ва ҳосил бўлган глюкоза қонға сўрилади. Озиқланиш баҳоси нуқтаи назаридан, ўсимликлар полимерлари орасида крахмалға етадигани йўқ.

### *2) Пектин*

Пектинлар полигалактуронидларни тўғри чизиқли занжири бўлиб бир бирлари билан  $\alpha$  - (1 - 4) -гликозид боғлари билан боғланган. D-галактурон кислотаси қолдиқларидан ташкил топган. Пектинларнинг карбоксил гуруҳларининг катта қисми метанол билан эфир боғи ҳосил қилади. Пектин моддаларининг молекуляр массаси 20-200 kDa. Ҳар хил манбалардан ажратилган пектинлар молекуляр оғирликлари ва эфирланиш даражалари билан фарқланади.

Микроорганизмлар ҳар хил пектинларни фаол парчалайди. Шуниси қизиқки, ўсимлик микрофлорасининг патогенлиги уларнинг пектолитик ферментлар синтез қилишлари билан белгиланади. Пектин моддаларининг



бузилишида икки типдаги ферментлар - эстеразалар ва деполимеразалар иштирок этади.

Пектин эстеразалар таъсирида эфир боғлари парчаланади ва оқибатда метанол ажралиб чиқади. Деполимеразалар, гидролазалар полигалактурон кислотасини ди- ва тример, олигомерларигача, хатто баъзи вақтларда мономерларгача (D-галактурон кислота) парчалайдилар. Табиий шароитда декарбоксилланиш оқибатида полигалактурон кислота пентоза-арабинга айланадилар. Ўсимликларда бу кислотани пектин моддаларнинг йўлдоши ҳам деб юритилади. Пектин моддаларга, шунингдек, галактозанинг полимери - галактан ҳам киради. Кўп миқдорда пектин моддалари сақлайдиган кўплаб ўсимликлар маълум: олма, узум, олхўри ва ҳ.к.

Пектинлар ва уларнинг қисман гидролизатлари озиқ-овқат саноатида кенг қўлланилади. Масалан, джем, павидло, конфет ва бошқа ширинликлар тайёрлашда.

#### *д) Лигнин*

Қайта тикланадиган полимерлар орасида лигнин - карбон сув бўлмаган, ягона полимер ҳисобланади. Миқдор жиҳатидан ўсимликлар биополимерлари орасида лигнин, целлюлоза ва гемицеллюлозадан кейин учинчи ўринда туради. Ёғочли ўсимликларда лигниннинг миқдори 15-30% га етади. Ўсимликда лигнин целлюлоза билан гемицеллюлозани боғлаб турувчи агент ролини ўйнайди ва ўсимликка қаттиқлик беради. Ўсимлик полимерлари орасида лигнин микроблар таъсирига энг чидамлидир.

Кимёвий нуқтаи назардан лигнин, бир хил бўлмаган бирикма бўлиб, таркибида кўмар спирти (асосий компонент) синап ва кониферил спиртларини сақлайди. Аммо, лигнинни мураккаблиги ҳар хил мономерларни сақлашида эмас, балки мономерлар орасидаги боғлар тўплами билан белгиланади.

Ҳар хил манбалардан ажратилган лигнин метоксил гуруҳини сақлаши билан фарқланади. Масалан, баргли дарахтларда метоксил гуруҳининг

миқдори 20-21%, нина баргли ўсимликларда эса 16%, бошоқлиларда 14-15% ни ташкил этади.

Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, ўсимликларнинг бошқа биополимерларига нисбатан лигнин микроблар таъсирига анча чидамли, Лигнинни парчалайдиган ягона организм - бу юксак базидиал замбуруғлардир. Бу микромицетлар икки экологик ва физиологик гуруҳга бўлинадилар. Бир гуруҳга мансуб замбуруғлар кўнғир рангли чиринди ҳосил қилса, (улар целлюлозали ва гемицеллюлозали компонентларни парчалайдилар, лигнинни парчаламайдилар), иккинчиси оқ рангли чиринди ҳосил қиладилар. Фақатгина мана шу гуруҳга кирувчи микромицетлар лигнинни ҳам парчалаш имкониятига эга, улар ўсимликнинг барча биополимерларини, парчалай оладилар. Лигнинни кўпроқ парчалаш хусусиятига эга бўлган базидиомицетлар ҳам ажратилган. *Pleurotus ostreatus* шулар жумласидандир.

Ёғоч маҳсулотларини саноат миқёсида қайта ишлаш жараёнида (қоғоз ишлаб чиқариш, ферментатив ва кислотали гидролиз, микрокристалл целлюлоза ишлаб чиқариш ва ҳ.к.) лигнин кераксиз компонент ҳисобланади ва шу сабабли, уни ажаратиб ташлашга тўғри келади.

Бу жараён делигнификация деб аталади. Шу мақсад учун ёғоч массасига ҳар хил кимёвий ва физикавий ишлов берилади (кислоталар, ишқорлар, органик эритувчилар, босим, буғ, механик ишлов бериш, майдалаш ва ҳ.к.).

#### *е) Фруктанлар, маннанлар ва инулинлар*

Фруктанлар, маннанлар ва инулинлар муҳим биополимерлар бўлиб, улар юқори озиқа бирлигига эгаллиги билан характерланадилар.

Фруктанлар (леванлар) - фруктозадан ташкил топган полимерлардир.

Улар, ўтли ўсимликларнинг қуруқ массасининг 14-15% ини ташкил этади ва ҳайвон озиқаси учун энг муҳими ҳисобланади. Тупроқдаги бактериялар фруктанларни парчалайдилар, аммо уларни парчалайдиган энг фаол микроорганизмлар - аспергиллар ҳисобланади. Табиатда

фруктанларга ўхшаш бўлган полимерларни ҳосил қилувчи бактерияларнинг катта гуруҳи маълум.

Маннанлар - маннозалардан ташкил топган полимерлардир.

Улар нина баргли ўсимликларда кўпроқ учрайди (куруқ массасидан 10-11%). Илмий адабиётларда маннанларга ўхшаган, эрувчан полимерлар ажратувчи ачитки замбуруғларни борлиги ҳақида маълумотлар чоп этилган.

Инулин - D-фруктоза қолдиқларидан ташкил топган полимер, озиқа бирлиги бўйича крахмалдан кам эмас, овқат билан бирга тез парчаланади.

У ер ноки (тапинамбур) да кўпроқ учрайди. Бактериялар ва замбуруғлар инулинни парчаловчи фермент синтез қиладилар. Инулин озиқ-овқат саноатида, тиббиётда (қанд касаллигининг олдини олишда) кенг қўлланилиб келинмоқда.

#### *ё) Агар*

Агар - икки компонентдан агароза ва агарпектиндан ташкил топган.

Агароза - кетма-кет боғланган D-галактоза ва 3,6-ангидрогалактозадан ташкил топган полимердир.

Агаропектин - мураккаброқ таркибга эга. Юқорида қайд этилган бирикмалардан ташқари, унда уран кислотаси ва сульфат бор. Агар, Қизил сув ўтлар таркибида катта миқдорда учрайди. Саноат шароитида “агар” мана шу сувўтлардан олинади. Агар маълум авлодига мансуб бўлган бактериялар томонидан парчаланади: *Cytophaga*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*. Агар озиқ-овқат ва микробиология саноатида кенг ишлатилади.

#### *ж) Хитин*

Хитин - N-ацетил-глюкозаминнинг тўғри чизиқли полимери дир.

Хитинни биополимер сифатида ҳар хил физик ва кимёвий таъсирга чидамлилиги N-ацетилли гуруҳ ҳосил қилувчи қўшимча водород боғларининг кўплиги билан тушинтирилади. Хитин ўсимлик ва ҳайвонот дунёсида структура полимери сифатида кенг тарқалган полимердир.

Хитин тупроқда катта миқдорда учрайди, у кўпинча мицелиал замбуруғларнинг хужайра қобиғининг асосий компоненти дир. Қисқичбақасимон

планктонлар ҳар йили минглаб, миллион тонналаб хитин ишлаб чиқарадилар. Хитинни парчаловчи тупроқ ва сув бактериялари маълум.

Хитиннинг гидролизлари углерод ва азот манбаи сифатида микробиология саноатида кенг қўлланилади. Хитин парчаловчи энг фаол микроскопик замбуруғлар *Aspergillus* авлодига мансубдир. Шунингдек хитинни актиномицетлар ҳам парчалай оладилар. Бу жараёнда хитиназа ва хитобиаза ферментлари иштирок этадилар.

Узоқ муддат таъсир этирилганда, бу ферментлар хитиндан мономерлар - М-ацетилглюкозаминлар, димерлар ва тримерлар ҳосил қиладилар.

Микроорганизмлар учун озиқа муҳити. Микробиология фани ривожланган сари микроорганизмларни ўстириш методлари ҳам такомиллашиб бормоқда. Луи Пастер даврига қадар микроорганизмлар учун озиқа муҳити сифатида қайнатилган озиқалардан фойдаланиб келинган бўлса, Луи Пастер ва К. Негели оксилсиз озиқа муҳитини қўллашни тавсия этади.

Роберт Кох ва Ф. Лёффлер кайнатма шўрва, пептон ва ош тузидан фойдаланишни тавсия этадилар. Бундай озиқа муҳити гўшт-пептонли шўрва бўлиб, унга 1-2% куруқ агар-агар қўшилади. Унинг таркибида 70-75% Fe, 11-22% -  $H_2O$ , 2-4% кул, 0,4- 0,9% - умумий азот, 0,03-0,09% аммиакли азот учрайди. Агар-агарнинг асосини кальций тузлари, нордон эфирлар, сульфат кислота ва углевод комплекси полисахаридлар (арабиноза, глюкоза, галактоза ва бошқалар) ташкил этади.

Агар-агар 80-86°да эрийди, 36-40° да қотади. Шу хусусияти туфайли микробиологияда кенг фойдаланилади. Озиқа муҳитини 3 груҳга бўлиш мумкин:

1) оддий ёки содда озиқа муҳити: гўшт пептонли шўрва, гўшт пептонли агар ва бошқалар;

2) махсус тайёрланган озиқ муҳити: зардобли агар, зардобли шўрва, ивиб қолган зардоб, картошка, қонли агар, қонли шўрва, асцетик шўрва ва асцетик агар ва бошқалар мисол бўлади;

3) дифференциал диагностик озиқа муҳити: бу гуруҳга 1) микро организмларнинг протеолитик хусусиятларини аниқлаш учун гўшт-пептонли желатин; 2) углеводларнинг ферментатив хусусиятларини аниқлаш учун озиқа муҳити (грисс озиғи) мисол бўлади; 3) гемолитик хусусиятларни аниқлаш учун озиқа муҳити (қонли агар).

4) микроорганизмларнинг кайтарувчанлик хусусиятини аниқлаш учун озиқа.

5) ўз танасида маълум моддалар синтезлай оладиган микроблар учун озиқа ва бошқалар мисол бўлади.

Ҳозирги вақтда кўп озиқалар қуруқ ҳолда чиқарилмоқда, чунки улардан фойдаланиш анча қулай. Микроорганизмларни ўстириш учун ҳозирги вақтда оқсилсиз озиқалардан кенг фойдаланилади. Бундай муҳитда кўпчилик гетеротрофлар ва патоген микроблар яхши ўса оладилар.

Бундай озиқаларни таркиби мураккаб бўлиб, улар кўплаб компонентлардан ташкил топадилар. Прототрофлар жуда оз миқдорда углеводлар ва тузлар бўлган муҳитда ҳам ўса оладилар. Ауксотрофлар эса ўз озиғида аминокислоталар ва витаминлар бўлишини талаб қилади.

Озиқа муҳити қаттиқ (гўштпептонли агар, гўштпептонли желатин, чириган зардоб, картошка, тухум оқи), ярим суюқ (0,5% гўштпептонли агар) ва суюқ ҳолатда (пептон суви, гўштпептонли бульон, шакарли бульон) бўлади. Лабораторияда бактериялар пробиркаларда, Петри ликобчаларида ва кичик шиша идишларда ўстирилади. Зич озиқа муҳитида бактериялар турли шаклдаги колониялар ҳосил қилади: қирралари текис, текис бўлмаган, дўнг, ичига ботган, юмалоқ ва ҳоказо.

Колонияларнинг диаметри турлича бўлиши мумкин (4-5 мм бўлса катта, 2-4 мм бўлса ўртача, 1-2 мм бўлса кичик ва 1 мм дан кичик бўлса

митти колония дейилади). Колонияларнинг ранги ҳам турлича бўлиши мумкин, рангли, рангсиз, қуруқ ва шилимшиқ.



29-расм. *Bacillus subtilis*

Соф ва электив культуралар. Бактерияларнинг бир туридан ташкил топган культура, соф (тоза) культура дейилади. Соф ҳолдаги культурани ажратиб олиш анча машаққатли иш, лекин шунга қарамасдан бундай культуранинг аҳамияти катта. Чунки соф ҳолда ажратиб олинган культурода бактерияларнинг морфологияси, физиологиясини, биологик хусусиятлари ва ривожланишини аниқ текшириш имконияти яратилади. Соф культурадан ташқари, электив культуралар ҳам маълумдир. Шундай қилиб, электив атамаси В.И.Виноградский томонидан микробиологияга киритилган бўлиб, унда маълум муҳитда маълум бир гуруҳ микроорганизмлар, гуруҳ микроорганизмларга нисбатан устуворлик сезади. Электив культура деб кўп турли микроорганизмлар орасидан айрим бир турнинг ривожланиши учун шароит яратишга айтилади. Масалан, *Bac. subtilis* нинг электив культурасини шундай қўйиш мумкин. Қуруқ пичандан 5-10 г олиб, устига 200 мл сув қўйилади ва озгина оқ бўрдан қўшиб, 15-30 минут қайнатилади. Сўнгра филтрлаб, кичик колбаларга оз-оздан солинади ва оғзини пахта пробка билан беркитиб, 25-30° ли термостатда ўстирилади.

Тупроқдаги кўп турли микроорганизмлардан айрим турларни ажратиб олиш мумкин. Юқорида келтириб ўтилганидек, электив культуралар усулини биринчи марта Виноградский ишлаб чиққан ва нитрификаторларни бошқа гуруҳга мансуб бўлган бактериялардан ажратиб олишга эришган.

*Микроорганизмларнинг оқиб турувчи культураси.* Бу усул лабораторияда ёки ишлаб чиқариш корхоналарида муҳим аҳамиятга эга. Культурали идишларга доим янги озик эритмаси оқизиб қўйилади. Иккинчи томондан ишланиб бўлган культура чиқиб туради, иккала томоннинг оқим тезлиги баробар бўлади. Масалан, культиваторлар туташтирилган 3 та идишдан иборат бўлса, 1 идишда ёш бактериялар, 2 идишда етилган бактериялар ва учинчи идишда кўпайишдан тўхтаган бактериялар культураси бўлади. Бу усулда истаган вақтда ишни тўхтатиб, маълум ёшдаги бактериялар культурасини олиб, уларнинг хусусиятларини ўрганиш мумкин.

*Саволлар.*

1. Пектинли бижғишда қатнашадиган микроорганизмлар ва уларда учрайдиган ферменларни изоҳланг.
2. Целлюлозанинг анаэроб бижғиши қандай боради?
3. Целлюлозанинг аэроб парчаланиши химизмини тушунтиринг.
4. Мой кислотали бижғишнинг аҳамияти нимада.
5. Электив культура деганда нимани тушунаси?

## **IV. БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАР ГЕНЕТИКАСИ.**

### **4.1. Ирсият ва ўзгарувчанлик.**

Микроорганизмларда ҳам, худди бошқа тирик жониворлардаги каби, муайян турга хос белгилар наслдан-наслга ўтади. Лекин ташқи муҳит таъсири остида бир турдаги морфологик, физиологик хоссалар ўзгариши мумкин. Масалан, Луи Пастер куйдирги қўзғатувчисидида сунъий йўл билан қайтмас ўзгаришлар ҳосил қилди ва шу касалликлардан сақлайдиган вакциналар ишлаб чиқди. Н. Ф. Гамалея озиқа муҳитига литий хлорид қўшилганида, вабо вибрионининг морфологияси ўзгаришини кузатди. Бу мисоллар яшаш шароитига қараб, микроорганизмлар ўз хоссаларини ўзгартира олишини кўрсатади.

Ирсият билан ўзгарувчанлик бир-бири билан чамбарчас боғлиқ икки жараён бўлиб, тирикликнинг асосини ташкил этади. Ҳозирги вақтда микроорганизмларнинг ирсий хусусиятлари ва ўзгарувчанлиги бошқа организмларникига қараганда яхши ўрганилган.



1925 йилда Г. А. Надсон ва Г. С. Филиппов ачитқи замбуруғларига рентген нурларини таъсир эттириб, янги мутантлар олишга муваффақ бўлганлар. Улардан кейин 1928-1932 йилларда М. Н. Мейсель ачиткиларга хлороформ ва кучсиз циан тузлари таъсир эттириб, янги мутантлар олган. Микроорганизмларда генетика қонуниятларини ўрганиш муҳим аҳамиятга эга, чунки бактерияларнинг тез бўлиниши ва наслининг ниҳоятда кўп, майда бўлиши ва кам жойни эгаллаши уларни ниҳоятда қулай объект қилиб қўяди. Масалан, ичак таёқчаси кўпаяр экан, ҳар 15 минутда бўлиниб туради, битта хужайра наслининг сони 18-24 соатдан кейин  $1\text{ мм}^3$  да 24 миллиардга етади.

Микроорганизмларда фенотипик (наслдан наслга ўтмайдиган) ва генотипик (наслдан наслга ўтадиган) ўзгарувчанлик фарқ қилинади. Булар хужайранинг икки асосий хусусияти: генотипи билан фенотипига боғлиқдир.

Генотип хужайрадаги умумий генлар мажмуаси (йиғиндиси) дир. У организмнинг бутун бир гуруҳ хоссаларини, ташқи муҳитнинг ҳар хил шароитида турлича намоён бўладиган хоссаларини белгилаб беради. Бироқ, генотип ҳар қандай шароитда нисбий доимийлигини сақлаб қоладиган, бу ҳол микроорганизмлар турларини бир-биридан фарқ қилиб, ажратиш олишга имкон беради.

Фенотип ҳар бир индивидуумдаги морфологик ва физиологик хоссаларнинг умумий комплекси дир. Фенотип гўё маълум бир конкрет яшаш шароитида генотип характерининг ташқи кўриниши ифодасидир.

Генотип хужайранинг умумий юзага чиқиши мумкин бўлган хусусияти бўлса, фенотип ушбу хусусиятларнинг кўзга кўринадиган ифодасидир.

*Дизоксирибонуклеин кислотаси* (ДНК) полимер бўлиб, унинг мономерлари нуклеотидлардан иборат. Ҳар бир нуклеотид ўз навбатида пуринли асослардан: аденин, гуаниндан (А, Г); пиромидинли асослардан тимин ва цитозин (Т, Ц), қандмоддаси, дизоксирибоза ва фосфат кислота қолдиғидан иборат.

ДНК молекуласи қўшалоқ спирал бўлиб, унинг занжирлари бир-бирига комплементар жойлашган. Занжирлардан бирида А, унинг рўпарасида

иккинчи занжирда Т жойлашган бўлади; бирида Г жойлашса, иккинчи занжирда албатта Ц бўлади. Бу деган сўз ДНК молекуласидаги занжирлардан бирида нуклеотидлар, А, Г, Ц, Г, Г, Г, А, Г, Ц тартибда бўлса, унга комплементар занжирдаги нуклеотидлар албатта Т, Ц, Г, А, Ц, Ц, Т, Ц, Г тартибда бўлади. Бу ДНК молекуласидаги нуклеотидларни комплементарлиги ёки ўзаро тўлдириш принципи деб юритилади. Ҳар бир микроорганизм ҳужайраси кўпайиши маҳалида ДНК молекуласи ҳам кўпаяди. ДНК молекуласининг кўпайиши ярим консерватив, яъни янги ҳосил бўладиган ДНК молекуласи учун эски ДНК молекуласининг ҳар бир занжири алоҳида қолип (матрица) ролини ўйнайди. Бу усулдаги ДНК синтези аутосинтез деб юритилади. ДНК синтезини амалга оширувчи фермент ДНК полимераза ферменти дейилади. Бу фермент ДНК молекуласидаги А-Т, Г-Ц оралиғидаги водород боғларини узиб, кўшалоқ спирални якка спирал ҳолига келтиради. Ҳар бир спирал янгидан ҳосил бўладиган ДНК молекуласи учун қолип ролини ўйнайди.

*Рибонуклеин кислотаси (РНК)* ҳам полимер бўлиб, унинг мономерлари нуклеотидлардир. РНК молекуласи битта занжирдан, рибоза, азотли асослардан А, У, Ц, Г ва фосфат кислота қолдиғидан иборат. Ҳужайрада 3 хил РНК мавжуд; 1) и-РНК бу полимераза ферменти таъсирида ДНКдан синтезланади. 2) р-РНК - оқсил синтезини амалга оширувчи рибосомани таркибига киради. 3) т-РНК - оқсил синтезида и-РНК га ўз антикодонлари билан керакли аминокислоталар ташиб келади. Баъзи бир вирусларнинг ирсий моддаси асосида ДНК ўрнида РНК ҳам бўлади. Бундай вируслар қаторига грипп, полиомиелит вируслари киради.

*Микроорганизмлар хромосомаси.* Ҳақиқий микроорганизмларнинг ядросида хромосомалар бўлиб, уларда генлар жойлашади. Микроорганизмлар хромосомасидаги генлар галлоид тўпламида бўлади. Кўп ҳолларда микроорганизмларнинг ядросидан ташқари митохондрия ва сув ўтларининг хлоропластларида ҳам генлар бўлиб, улар назорат қиладиган белгилар бир томонлама, цитоплазматик усулда авлоддан-авлодга узатилади.

Ядроси шаклланмаган микроорганизмларнинг хромосомаси доира шаклида бўлиб, улар битта, бир-бирига боғланган генлар системасини ташкил қилади.

*Плазмид.* Бактерия хужайрасида халқасимон хромосомадан ташқари молекуляр оғирлиги  $1 \cdot 10^8$  дальтондан ортиқ бўлмаган ДНК молекуласи учрайди. Бу ДНК бактерия хромосомасига боғлиқ бўлмаган ҳолда кўпайиши ва янгитдан ҳосил бўлган бактерия хужайраларига берилиши мумкин.

Бактерия плазмидлари хужайрада икки ҳолатда: бактерия хромосомасидан алоҳида ва бактерия хромосомасига бириккан ҳолда бўлади. Бактерия хромосомасига бириккан плазмидлар эписомалар деб юритилади.

Агар бактерия плазмиди донор хужайрадан реципиент хужайрага берилса, “трансмиссибель”, берилмаса “трансмиссибель бўлмаган” плазмид дейилади. Демак, плазмидларнинг нусха кўчириш (репликация), бактериал хромосомага бирикиш ва турлича миқдорда бошқа хужайраларга узатилиш каби уч функцияси мавжуд. Бактерия фенотипида намоён бўладиган белгилар қаторига: донорлик (F плазмид), оғир металл тузлари ва антибиотикларга чидамлилик (R плазмид), касалликни юзага чиқиши (Ent, Vir) ва шу қабилар киради. Бактерияларнинг турли хил антибиотикларга чидамли бўлишига антибиотикларни парчаловчи ёки уларнинг активлигини камайтирувчи ферментлар ишлаб чиқариши, антибиотикларни хужайрага кириш қобилятининг йўқолиши, уларни бактерия хужайраларида тўпланмаслиги сабабдир. Шунинг учун медицинада, ветеринарияда касалликларга қарши антибиотиклар қўлланилганда яхши натижа бермайди. Плазмидларнинг салбий функцияларидан яна бири вирулент бўлмаган бактерияларни вирулент, яъни касаллик турдирувчи бактерияларга айлантириб қўйишдир. Бундай ҳоллар ветеринария, медицина ва фитопатологияда муҳим ўрин эгаллайди. Табиатдан ажратиб олинган бактерияларнинг 50 процентидан ортиғида плазмидлар топилган.

*Микроорганизмлар генотиби ва фенотиби ҳақида тушунча.* Генотип бу муайян системадаги ўзаро таъсир этувчи генлар йиғиндисидир.

Фенотип эса генотип ва муайян ташқи муҳит таъсирида организмда шаклланадиган барча белги ва хусусиятлар йиғиндисидир. Организмда ҳеч вақт генотипдаги барча имкониятлар бир вақтда юзага чиқмайди. Ҳар бир организмнинг фенотиби бу муайян шароитда генотип ва ташқи муҳит таъсирида қисман белги ва хусусиятларнинг шаклланишидир.

Микроорганизмлар генетикасида текшириш ишлари культураларда яъни миллион ва миллиард хужайра йиғиндисиде олиб борилади. Микроорганизмлардаги белгилар бир қанча группаларга бўлинади.

**1.** Морфологик белгиларга культурани қаттиқ озиқа муҳитидаги ранги, ўсиш характери, мицеллиларининг борлиги, ўлчами, формаси, колонияларининг чети ва устидаги характерли белгилар, ҳамда суёқ озиқа муҳитида ўсиши кабилар киради.

**2.** Физиологик белгиларга хужайранинг температурага бўлган муносабати, яъни паст ва юқори температурада ўсиши ёки ўса олмаслиги, радиация, турли хил захарли моддаларга ҳамда антибиотикларга чидамлилиги ва бошқа хусусиятлари киради.

**3.** Биокимёвий белгиларга микроб культурасининг баъзи бир витаминлар, аминокислоталар ёки бошқа факторлар бўлмаган озиқ муҳитида ўсиши, баъзи бир озиқа муҳитларидан ўзи учун зарур бўлган моддаларни синтезлаш қобилияти киради. Агар микроб культураси яшаётган озиқа муҳитида унинг ҳаёти учун фақат айрим элементларгина учраса-да, лекин шунга қарамасдан микроб культураси ўзи учун зарур озиқаларни синтезлаб олса, бундай культура прототроф культура дейилади. Озиқа муҳитига витаминлар, аминокислота ва шу каби моддалар қўшилгандагина ўсадиган культура *ауксотроф* культура дейилади.

Ачитқи замбуруғи (*Saccharomyces cerevisiae*) одатда минерал тузлар, глюкоза, витаминлардан: тиамин ва биотиндан иборат озиқа муҳитида ўса олади. Бундай культура прототроф культура дейилади. Агар замбуруғ озиқа муҳитида аргинин ёки лизин бўлмаса, бошқа аминокислотасиз ўса олмаса, бундай культура ауксотроф культура дейилади.

Табиатдан ажратиб олинган микроб штаммлари одатда “ёввойи тур” дейилади. Битта хужайранинг бўлинишидан ҳосил бўлган колония-клон дейилади. Клондаги хужайралар бир хил бўлади. Микроорганизмларнинг ҳар қандай белги ва хусусиятлари генотип ва ташқи муҳит таъсирида шаклланади. Генотипга кўра бир хил бўлган культуралар турли хил шароитда ҳар хил фенотипга эга бўлиши мумкин. Бундай ҳолат наслдан-наслга берилмайди ва *модификацион ўзгарувчанлик* деб юритилади. Микроорганизмларнинг гени ҳам одатда ДНК дан ташкил топган. Битта гигант ДНК молекуласи минглаб оксил синтезига эга бўлиши мумкин. ДНК молекуласидан и-РНК синтезланади, бундан и-РНКда бир ёки бир неча оксил синтезланади. Битта оксил синтези учун зарур бўлган и-РНКни етказиб берувчи ДНК молекуласи *цистрон* деб юритилади. Оксил молекуласи ўртача ўлчамини билган ҳолда, ген ўлчамини аниқлаш мумкин. Биз юқорида айтганимиздай оксил молекуласи 300-500 аминокислотадан иборат. Ичак таёқчаси бактериясининг ДНК молекуласида тахминан  $3 \cdot 10^6$  жуфт нуклеотид бор. Демак, ичак таёқчаси бактериясининг 2-3 минг гени бўлиши мумкин.  $T_2$  фагини генлари эса тахминан 200 га тенг.

*Фенотипик ўзгарувчанлик.* Модификациялар ташқи муҳитнинг турли омиллари таъсирида келиб чиқади ва одатда, микроб турли озиқа муҳитида ўсиб кўпайганида кузатилади. Озиқа муҳити таркиби ва сифатининг, муҳит рН нинг, температуранинг ўзгариши, химиявий моддалар (колхицин, этиламин) ва бошқалар модификациялар келиб чиқишига сабаб бўлиши мумкин. Бундай ўзгаришлар наслдан-наслга ўтмайди (ирсийланмайди) ва уларни келтириб чиқарган факторнинг таъсири тўхташи билан йўқолиб кетади.

Муҳитга пенициллин қўшиладиган бўлса, хужайралар чўзилади, баъзан жуда узайиб кетади. Бактерияларда споралар ҳосил бўлиши муҳит характериға (куюқ ёки суюқлиғига), унинг таркиби, ўстириш температурасига боғлиқ.

Муҳитга 0,1% пептон қўшилганда, 48 соатдан кейин 100% спора ҳосил бўлса, 2% пептон қўшилганда фақат вегетатив формалар бўлади. Кўпгина бактериялар ва замбуруғлар турли озиқа муҳитида ва турли температурада ўстирилганда, пигмент ҳосил қилиш тезлигини ўзгартиради. Чунончи, “ажойиб таёқча” (қизил қон таёқчаси) уй хароратида озиқа муҳитида тўқ қизил пигмент ҳосил қилади. 37° да эса, бундай пигмент ҳосил қилмайди. Бактериялар куюқ озиқа муҳитида ўстирилганда, ҳосил қиладиган колонияларнинг типи ҳам ўзгариши мумкин.

Баъзи колониялар силлиқ, юмалоқ шаклда, чети текис, ялтироқ, бир жинсли, (гомоген) майда бўлади. Булар “S” формалардир. Бошқалари ғадирбудур, хира, кўпинча, тиниқмас, чети нотекис, нотўғри шаклли, қуруқ бўлади. Булар R формалардир. Колонияларнинг оралиқ формалари ҳам бўлади, шилимшиқлар, миттилар. Бир турдаги бактерияларнинг ўзи ҳар хил шаклдаги колониялар ҳосил қилиши диссоциация (ажралиш) деб аталади.;

*Генотипик ўзгарувчанлик.* Хужайранинг ирсий ахбороти она хужайрадан қиз хужайрага ўтадиган хромосома билан генларда жойлашган. Генлар хромосомаларда жойлашган. Жинссиз бўлинишда-митоз жараёнида генлар иккита хужайра ўртасида тенг тақсимланади. Қиз хужайралар дастлабки (ўзидан олдинги) хужайранинг тўлиқ генлар тўпламини олади ва бир хил тўлади.

Генотипик ўзгарувчанлик, мутациялар ва генотип рекомбинациялари (конъюгация, трансформация, трансдукция) натижасида вужудга келиши мумкин.

*Мутациялар.* Турли факторлар таъсирида ДНК молекуласи нинг ўзгариши ундаги ахборотнинг ҳам ўзгаришига олиб келади. Шундай ўзгаришлар натижасида мутантлар пайдо бўлади. Мутациялар спонтан ва индукцияланган бўлиши мумкин. Спонтан мутацияларда келиб чиқиш сабабларини аниқлаб бўлмайди, индукцияланган мутацияларда эса маълум бўлади. Мутацияларни келтириб чиқарадиган сабаблардан (колхицин, этиламин, иприт, қорамой, минерал мойлар) жинсий гормонлар,

ўсишни тезлаштирувчи моддалар ва бошқаларни мисол қилиб келтириш мумкин.

Буларнинг таъсири натижасида нуклеотидлар тасодифан қайта гуруҳланади ва янги хоссага эга бўлган мутант вужудга келади. Агар вужудга келган мутация организм учун фойдали бўлса, мутантлар кўпайиб кетади ва аксинча вужудга келган ўзгариш фойдали бўлмаса, мутантлар нобуд бўлади.

Микроорганизмларда мутациялар кам учрайди, миллионта хужайрага битта тўғри келади. Масалан, антибиотикларга чидамлилик, триптофан аминокислотасини синтезлаш хусусияти, фагларга чидамлилик, колониялари шаклининг ўзгариши, пигмент ҳосил қилишнинг ўзгариши ёки капсулани формалар капсуласиз бўлиб қолиши, хивчинлар ҳосил қилишнинг ўзгариши ва бошқалар ҳосилдир. Масалан, наввойчиликда ишлатиладиган ачитқиларнинг янги штаммларини олиниши ёки кўп миқдорда антибиотиклар синтезловчи штаммларни олиниши, ёки  $B_{12}$  витамин, мойлар ва липидларни синтезловчи штаммларни олиниши, сут кислота ҳосил қилувчи штаммларни олиниши ёки дизентерия, паратиф ва тифга қарши бўлган актив профилактик формалар олиниши ва бошқалар мутацияларга мисолдир.

*Геннинг структураси ва таъсири.* Ирсият бирлиги сифатида ген мавжудлиги 1865 йилда чех олими Г. Мендель томонидан исботлаб берилган. “Ген” сўзи фанга Иогансен томонидан киритилган. Мендель ўз ишларида маъноси жиҳатидан генга мос келувчи “фактор” сўзини қўллаган. Т. Г. Морган томонидан “мева пашшаси” мисолида ирсиятнинг хромосома назарияси яратилгандан сўнг 1930 йилларга келиб, А. С. Серебровский ва А. П. Дубининларнинг асарларида геннинг мураккаб тузилишга эга бўлиши, унинг бир қанча марказларга бўлиниши таърифлаб берилди. Кейинчалик бу мазмундаги ишлар С. Бензернинг мақолаларида янада мукамал ўрганилган.

*Хужайрадаги оқсил синтези.* Микроорганизмларнинг хужайрасида оқсил синтези учун зарур бўлган барча имкониятлар мавжуд. Вируслар оқсил синтезини фақат хўжайин хужайрасида мавжудлигидагина синтезлай олади. Оқсил синтези хужайрадаги цитоплазмада жойлашган рибосомаларда

боради. Рибосомалар кичик ва катта субединицалардан ташкил топади. Оксил синтезида уч хил РНК иштирок этади.

1) и-РНК (м-РНК)- информацион РНК деб номланади ва у РНК полимераза ферменти таъсирида ДНКдан синтезланади. ДНКдан и-РНКнинг синтезланиши *транскрипция* деб юритилади. и-РНК синтезлангандан сўнг рибосомаларга келиб, оксил синтези учун дастур бўлиб ҳисобланади.

2) Т-РНК (транспорт РНК) рибосомага ўз антикодонлари билан аминокислоталарни ташиб келади. Т-РНК ёрдамида бўладиган синтез *трансляция* деб юритилади.

3) р-РНК - рибосома - РНК дейилади. У рибосомани қурилиш материалларини ташкил қилиб, оксил синтезида иштирок этади.

*Генетик код.* Синтезланган и-РНК даги нуклеотидлар рибосомада учтадан бўлиб ўқилади. Яъни ҳар уч нуклеотид, битта аминокислотани синтез қилади. Бу деган сўз, генетик код *триплетдир*. Ҳозирги вақтда 20 та аминокислотани белгиловчи и-РНК-даги учтадан иборат нуклеотидлар аниқланган ва уларни *кодон* деб юритилади.

и-РНК даги кодонлар аминокислоталарга мос келиши 1-жадвалда ифодаланган.

Жадвалдан кўриниб турибдики, кўп ҳолларда битта аминокислота икки ва ундан ортиқ кодонлар ёрдамида синтезланиши мумкин.

Масалан:

аланин - ГЦУ, ГЦЦ, ГЦА, ГЦГ;

лейцин - ЦУУ, ЦУЦ, ЦУА, ЦУГ;

пролин - ЦЦУ, ЦЦЦ, ЦЦА, ЦЦГ.

Гендаги кодонлар билан оксилдаги аминокислоталарнинг тартибли бир-бирига мос келиши қилинганлиги дейилади. Эукариот организмларнинг рибосомаси 80S деб юритилади. 60S ва 40S таркибий қисмлардан, прокариот организмлар ҳамда митохондрия ва пластиддаги рибосомалар 70S бўлиб, 50S 30S таркибий қисмлардан (суббирликлардан) иборат. Рибосомалардаги оксил синтези уч қисмдан иборат.



1. Трансляциянинг бошланиши (инициация).
2. Полипептид ҳалқасидаги аминокислота қолдиқларининг полимеризацияси (элонгация).
3. Полимеризацияни тўхтатиб, ҳосил бўлган полипептидни рибосомадан ажратилиши (терминация). Оқсил синтезининг инициацияси и-РНК ни рибосоманинг кичик қисмига келиши, ҳар иккала рибосома бўлақларининг қўшилиши билан бошланади. Оқсил синтези ҳар доим инициация қилувчи АУГ ва ГУГ кодонлари билан бошланади. Бу кодонлар рибосомада махсус оқсил синтезини бошлаб берувчи аминоксил т-РНК (метионил т-РНК) антикодони билан келади. Натижада рибосомани акцептор қисмига метионил т-РНК келиб, у рибосомани донор қисмига ўтади, рибосоманн акцептор қисми, навбатдаги т-РНКни қабул қилади. Оқсил синтезида  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $G$  ва ГТФ факторлари асосий роль ўйнайди. Элонгация жараёнида синтезланаётган оқсил молекуласидаги аминокислоталар кўпаяди, Оқсил синтезининг тугаши и-РНКдаги махсус терминатор кодонлар ёрдамида амалга ошади. Бу кодонлар жадвалда УАА ва УАГ лар билан белгилангандир.

6-жадвал

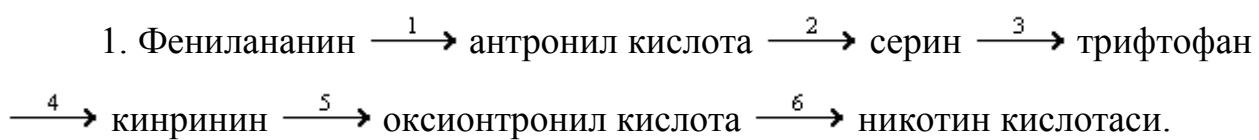
Турли хил аминокислоталарни белгиловчи  
и-РНК кодонлардаги нуклеотидлар тартиби

Кодоннинг биринчи нуклеотиди	Кодоннинг иккинчи нуклеотиди				Кодоннинг учинчи
	У	Ц	А	Г	
У	УУУ фенилаланин	УЦУ УЦЦ	УАУ тирозин	УГУ цистеин	У ЦА Г

	УУЦ УУА лейцин УУГ	УЦА серин УЦГ	УАЦ УАА охра УАГ янтар	УГЦ УГА янтар УГГ триптофан	
Ц	ЦУУ ЦУЦ лейцин ЦУА ЦУГ	ЦЦУ ЦЦЦ ЦИА пролин ЦЦГ	ЦАУ гистидиц ЦАЦ ЦАА глицин ЦАГ	ЦГУ ЦГЦ ЦГА аргинин ЦГГ	
А	АУУ изолейцин АУЦ АУА АУГ метионин	АЦУ АЦЦ АНА треонин ЛИГ	ААУ аспарагин ААЦ ААА ААГ лизин	АГУ серин АГЦ АГА АГГ аргинин	
Г	ГУУ ГУЦ ГУА валин ГУГ	ГЦУ ГЦЦ ГЦА аланин ГЦГ	ГАУ аспарагин ГАЦ ГАА глутамин ГАУ	ГГУ ГГЦ глицин ГГА ГГГ	

*Эслатма:* Охра ва янтар маъносиз мутациялар бўлиб, оксил синтезининг тугалланишини билдирувчи терминал кодонлардир.

*Геннинг таъсири.* Геннинг таъсирида бирор белги, хусусият юзага чиқиши энг муҳим масалалардан ҳисобланади. Гендан - белгигача бўлган этапда мураккаб жараёнлар ётади. Генлар организмда маълум моддаларни ва маълум синтезланишни белгилайди. Унинг дастлабки таъсири мураккаб оксил молекулаларидаги аминокислоталар тартибини белгилаб беради. Ген мутацияга учраса, специфик моддаларнинг хусусиятини ўзгартиради. Генотипдаги генлар маълум химиявий моддаларнинг синтезланиши билан турли хил модда алмашинувида борадиган химиявий реакцияларнинг тезлигини ҳам белгилайди. Геннинг ўзгариши ҳисобига фенотипни ўзгаради. Буни ўрганишда микрооргаиизмлар қулай объектдир. Кўплаб тажрибалар *Neurospora* замбуруғининг мутантлари асосида олиб борилган. Нейроспора замбуруғида триптофаннинг синтезланиши ва никотин кислотасининг ҳосил бўлиши қуйидаги тартибда боради;



Агар нейроспорадаги никотин кислотаси синтези давомидаги, учинчи звенода мутация юзага чиқса, реакция серин ҳосил бўлиши билан якунланади. Мутантлар яшайдиган озиқа мухитига триптофан қўшилса, реакция охиригача боради. Худди шундай мутациялар биохимиявий реакцияларнинг боришини таъминловчи ферментларнинг синтезини тўхтатади. Реакция тўхтаган ерда кейинги модданинг ортиб кетиши кузатилади. Худди шу йўналишдаги мисоллар ичак таёқчасида, мева пашшасида ва одамларда ҳам учрайди. Демак ген, белги ва хусусиятни юзага чиқарувчи оксиллар синтезини таъминлайди, хужайрада борадиган биохимиявий реакциялар эса, ферментлар томонидан бошқарилади. Мутация туфайли эса зарур ферментнинг синтезланиши тўхтади ёки бошқа бири синтезланади ва натижада мутациялар юзага чиқади. Дастлабки ген билан белги ўртасидаги боғланиш ўрганилганда, «бир ген, бир оксил» назарияси яратилган эди, Бу ҳар бир ген битта оксилни белгилайди дегани. Ҳозирда эса бу назария «битта ген, битта полипептид ҳалқаси» деган назария билан

тўлдирилган. Чунки кўпчилик ферментлар икки ва ундан ортиқ полипептид занжирлардан ташкил топади, уларнинг ҳар бири алоҳида генлар иштирокида синтезланади.

*Микроорганизмлардаги мутацион жараён.* Ирсий жиҳатдан фарк қилувчи микроорганизмларнинг ҳосил бўлиши, бу мутацион жараёндир.

Микроорганизмлардаги мутацияларни бир қанча йўналишларда классификациялаш мумкин.

1. Морфологик мутацияларда микроорганизмлар колонияси силлиқ буришади, колониялар ранги ўзгаради.

2. Чидамлилиқ мутациясида бир хил антибиотикларни сурункасига узоқ қўллаш натижасида ветеринарияда турли антибиотикларга чидамли патоген микроблар ҳосил бўлади. Баъзи патоген микроблар бир вақтнинг ўзида бир қанча янги антибиотикларга чидамли бўлиб, уларни назорат қилувчи генлар плазмидларда жойлашади.

3. Биокимёвий мутацияларга прототроф, ауксотроф мутагенлар кириши мумкин. Мутацияларнинг ҳосил бўлиши йўналишига қараб тўғри ва тескари бўлади. Ёввойи, табиий ҳолатда учрайдиган микроблардан турли хил морфологик, антибиотикларга чидамли, ауксотроф ва шу каби мутантларнинг ҳосил бўлиши тўғри мутациялар дейилади. Ауксотроф мутантлардан прототроф мутантларнинг ҳосил бўлиши ва микробларни дастлабки, табиатда учрайдиган ҳолатга келтирувчи мутациялар, тескари мутациялар дейилади. Уларни юзага чиқиш характериға қараб спонтан ва индукция қилинган мутацияларга бўлиш мумкин. Спонтан мутациялар табиий шароитда ноаниқ факторлар ҳисобига юзага чиқади. Индукция қилинган мутантлар эса лаборатория шароитида мақсадга мувофиқ турли хил мутагенлар таъсирида ҳосил қилинади. Юзага чиқадиган мутациялар авлоддан-авлодга берилишига қараб ядро ва цитоплазматикларга бўлинади. Ядро хромосомасида вужудга келган мутациялар авлоддан-авлодга ҳар икки жинс орқали берилади. Цитоплазматик мутациялар эса авлоддан-авлодга фақат бир жинс орқали берилади. Бундай мутациялар митохондрияда,

пластидларда жойлашади. Ҳозирги вақтда микроорганизмларда турли хил мутацияларни ҳосил қилишда ва уларнинг генетикасини ўрганишда, микробиология саноати учун зарур бўлган микроб мутантларни ҳамда турли хил антибиотикларни олувчи микробларни селекция қилишда, физикавий ва химиявий мутатенлардан кенг фойдаланилади.

*Саволлар.*

1. Фенотипик ўзгарувчанлик наслдан-наслга ўтадими?
2. Генотипик ўзгарувчанлик юзага келиши учун зарур шароитлар ҳақида.
3. Микроорганизм мутациялари хилларини изоҳланг.
4. Плазмид хилларини тушунтиринг.
5. Микроорганизмларда оксил синтези қандай боради?

#### **4.2. Микроорганизмлардаги трансформация, трансдукция, ҳодисалари**

Ирсий хусусиятнинг донор хромосомасидан реципиент хромосомасига ўтиши *трансформация* дейилади. Трансформация ДНК нинг кичик бир участкаси - рекон орқали ўтади. Реконда бир жуфт нуклеотидлар бўлиб, рекомбинация вақтида бошқа элементлар билан алмашилиши мумкин.

1928 йили Ф. Гриффитс шундай тажриба ўтказган: сичқонларга оз миқдорда патогенлик хусусиятига эга бўлмаган, капсуласиз II тип пневмококклар билан юқтирган. Шу културага патогенлик хусусиятига эга бўлган, капсулали III тип пневмококклар културасидан (бу култура тажрибадан олдинроқ иссиқлик таъсирида ўлдирилган) қўшган. Натижада II типдаги пневмококклар патогенлик хусусиятига эга бўлганлиги ва капсула билан ўралганлиги маълум бўлган. Демак III тип пневмококкларга хос хусусиятлар II тип пневмококкларга трансформация орқали ўтган, ёки оқ рангли колония ҳосил қилувчи микобактериялар сарик рангли колония

ҳосил килувчи сапрофит микообактерияларнинг ДНК си таъсирида сарик колониялар ҳосил қилиш хусусиятига эга бўлиши аниқланган.

1944 йили О. Эвери ва К. Мак Леоид, М. Мак Картилар, хусусиятлар ДНК орқали ўтишини аниқлаганлар. Кейинчалик ДНК бошқа хусусиятларга ҳам таъсир этиши маълум бўлган. Масалан, пичан бацилласини, менингококкларни, пневмококкларни, стрептококкларни ва бошқаларни трансформация агент - ДНК орқали ўзгартириш мумкин. ДНКнинг трансформацион активлиги нихоятда юқори, одатда, 10-15 минутдан сўнг ўзгариш рўй беради ва 2 соатдан сўнг тугайди.

Трансформация ходисаси доим учрамайди, балки маълум физиологик ҳолатда (яъни хужайра тайёр бўлган муддатда) рўй беради. Юқори температура, ультрабинафша нурлар, химиявий мутагенлар таъсирида ДНК нинг трансформацион хусусияти пасаяди. Масалан, трансформацион ДНК га  $\text{HNO}_3$  таъсир эттирилса, ёки температура  $80-100^\circ$  га кўтарилса у активлигини йўқотади ёки пасайтиради. Энг қулай температура  $29-32^\circ$  дир. Демак, трансформациянинг активлигига муҳитнинг таркиби, температура, реципиентнинг физиологик ҳолати ва трансформацион ДНК нинг полимерлиги (қўш спираллиги) таъсир этар экан. Трансформациянинг такрорланиш муддати  $0,47-0,0004\%$  га тенг бўлади.

Масалан, донор сифатида олинган пневмокок бактериясининг штаммида стрептомицинга сезгирлик бўлмаган, аммо бу бактерия маннитни парчалаш хусусиятига эга, реципиентда эса, бундай хусусиятлар йўқ. Мана шу икки хусусиятга эга бўлган бактериялардан шундай оралиқ формаларни олиш мумкинки, уларда юқоридаги ҳар иккала хусусият ҳам учраши мумкин. Трансформация жараёнида бир хусусият, иккинчи хусусият билан алмашинади. Шу йўл орқали, антибиотикларга нихоятда сезгир ёки сезгир бўлмаган штаммларни олиш мумкин бўлади.

Бу ходиса ҳайвонлар ва ўсимликларда бир хил содир бўлади. Трансформациянинг ҳосил бўлиши икки даврдан: ДНК нинг микроб хужайрасига адсорбцияланиши ва уни хужайрага ўтишидан иборат.

*Трансдукция.* Донор бактерия хусусиятининг бактериофаг ёрдамида реципиент бактерияга ўтиши, *трансдукция* деб аталади. Масалан, бактериофаглар орқали хивчинлар, ферментлар системаси, антибиотикларга чидамлилиқ, вирулентлилиқ, капсула ҳосил қилиш ва бошқа хусусиятлар ўтиши мумкин. Трансдукция специфик ва носпецефик хилга бўлинади,

Носпецифик трансдукцияда исталган хусусият ёки бир неча хусусият ўтиши мумкин, бунинг такрорланиш тезлиги  $10^{-4}$ - $10^{-7}$  (фагининг бир қисмига нисбатан) га тенг. Специфик трансдукцияда фақат ультрабинафша нурлар таъсир этилган фаг катнашади, бунда бир-бирига яқин бўлган хусусиятлар ўтади.

Трансдукция трансформацияга ўхшаш, лекин дезоксирибонуклеаза ферментини таъсир эттириб, трансформацияни тўхтатиш мумкин бўлса, трансдукцияга бу фермент таъсир эттирилса ҳам у тўхтамай давом этади, чунки фермент фаг орқали ўтадиган хусусиятга таъсир эта олмас экан.

*Бактериялардаги конъюгация ҳодисаси.* XIX асрнинг охирларига келиб, микробиологлар бактерияларда конъюгация ҳодисаси учрашини кузата бошлаганлар ва бошқа организмлардаги конъюгациядан ажратиш учун «конъюкция» деб номлаганлар. Конъюгациянинг генетик анализини 1947 йилда Ледерберг ва Татум аниқлаганлар. Улар бу ҳодисани электрон микроскопда кузатганлар. Конъюгацияланадиган хужайраларнинг бири узунчоқ, иккинчиси овалсимон эканлиги аниқланган. Узунчоқ хужайра эркак тип бўлиб,  $F^{+}$  (донор) деб, овалсимон хужайра урғочи тип бўлиб,  $F^{-}$  (реципиент) деб белгиланади. Конъюгация вақтида булар бир-бирига яқинлашади ва орасида кўприкча ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган кўприкча орқали донор хужайрасидан генетик факторлар реципиент хужайрасига маълум бир тартибда ўтади.

К. В. Косиков (1957) таъкидлашича, агар ачитқилар специфик хусусиятга эга бўлган субстратларда ўстирилса, маълум бир формалар пайдо бўладики, улар шакарни бижғитиш хусусиятига эга бўлиб қолади (аввал улар шакарни бижғита олмас эди). Масалан, *Saccharomyces globasus* ана шундай

янги формалардандир. У сахарозани бижғитиш хусусиятига эга, *Saccharodorus* формаси эса, мальтозани бижғитади. Бу хусусиятлар фақат вегетатив йўл билан эмас, балки жинсий йўл билан кўпайишда ҳам наслдан-наслга ўтиши мумкин. Масалан, жинсий йўл билан кўпайишда қуйидаги формалар келиб чиққан: спораларнинг ярми шакарларни бижғитса, ярми бижғита олмаган. Бунда *Saccharomyces globosus* да янги хусусият пайдо бўлган, яъни шакарларни бижғитувчи инвертаза ферменти ҳосил бўлган.

Микроорганизмлар генетикасинн ўрганиш муҳим аҳамиятга эга. Чунки антибиотиклар олишда юқори активликка эга бўлган янги штаммлар зарур. Бундан ташқари, витаминлар, гормонал препаратлар, ферментлар, лизин ва глютамин каби аминокислоталар олишда ва бошқа моддалар олишда муҳим аҳамиятга эга.

Бактериялар, ачитқи замбуруғлар ва актиномицетларга радиоактив нурлар ва химиявий мутагенлар билан таъсир этиб, уларнинг хужайраларидаги ДНК нинг структурасини ўзгартиш ва инсон учун фойдали бўлган моддалар синтезлаш томонига йўналтириш мумкин. Ҳозир бактерияларнинг физиологик хусусиятини яхши билган ҳолда уларни ўзгартира олиш ва бу усул билан бактериялардан қишлоқ хўжалигида, медицинада, технологик жараёнларда кенг миқёсда фойдаланиш, микробиологлар олдида турган муҳим масаладир.

*Эписомалар.* Эписомалар хромосомалардан холи бўлган майда генлар тўпламидир. Улар цитоплазмада эркин ёки бактериялар хромосомасига қўшилган ҳолда бўлиши мумкин.

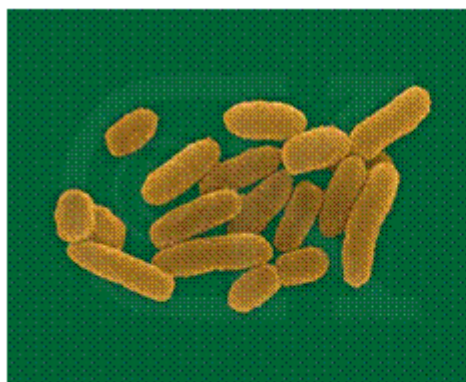




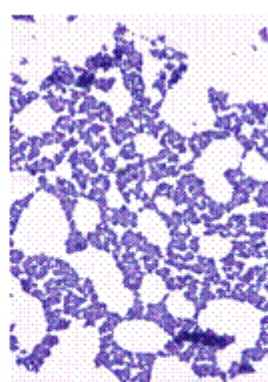
30-расм. *Bact. cereus*



31-расм.  
*Bact. megaterium*



32-расм. *E. pestis*



33-расм.  
*Staphylococcus aureus*

Эписомалар бактерияларнинг пуштлилик фактори (Р) ёки кўп дорилар таъсирига чидамлилик фактори (К), бактериоциногенлик, колиноциногенлик ва бошқа факторларнинг наслга ўтишида иштирок этади. Эписомаларнинг антибиотикларга чидамлилигини (К - факторни) биринчи бўлиб, япониялик олимлар аниқлашган.

Бактериоциногенлик факторида бактериал хужайраларда антибиотикларга қарши моддалар синтезланади, бу моддалар бактериоцинлар деб аталади. Масалан, ичак таёқчаси *E. coli* - колицин, *Bact. cereus* - аэроцин, *Bact. megaterium* - мегацин, *E. pestis* - тестицин, *Staphylococcus aureus* - стафилококкоцин синтезлайди. Синтезланган бактериоцинлар бошқа бактерияларнинг нобуд бўлишига сабаб бўлади.

Бактериоцинлар бактерия хужайраси юзасига адсорбцияланади, сўнггра моддалар алмашинуви жараёнини сусайтиради ва унинг ҳалокатига сабаб

бўлади. Лекин бактериоцинлар продуцентга якин турадиган бактерияларгагина таъсир этади.

*Саволлар.*

1. Конъюгация ҳодисаси қандай боришини тушунтиринг.
2. Трансформация жараёни қандай амалга ошади?
3. Трансдукция қайси микроорганизм ёрдамида содир бўлади?

## **V. БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАРНИНГ ТАБИАТДА ТАРҚАЛИШИ**

### **5.1. Микроорганизмларга ташқи муҳит омилларининг таъсири**

Маълумки, микроорганизмларнинг ҳаёт фаолияти ташқи муҳит билан чамбарчас боғлиқдир. Ташқи муҳит факторлари турли-туман бўлиб, уларни уч гурппага ажратиш мумкин:

I. Физик факторлар: температура, намлик, ёруғлик, эритмалар концентрацияси ва бошқалар.

II. Химиявий факторлар: муҳитнинг рН, оксидланпш ва қайтарилиш шароити, турли химиявий моддаларнинг таъсири.

III. Биологик факторлар: микроорганизмлар орасидаги антагонизм, симбиоз, метабиоз, антибиотикларнинг таъсири, витаминлар, фаглар ва бошқа факторлар.

*Микроорганизмларга температуранинг таъсири.* Микроорганизмлар юксак ўсимликларга караганда температурага анча чидамли бўлади. Масалан, *Vac. subtilis* температура  $5^{\circ}$  дан то  $57^{\circ}$  гача бўлганда ҳам ривожланаверади. Қўпчилик сапрофит бактериялар  $20^{\circ}$  дан  $35^{\circ}$  гача температурада ривожлана олади, патоген микроорганизмлар эса  $36-37^{\circ}$  да ривожланади. Бундан юқори температурада улар нобуд бўлади. Микроорганизмларнинг ривожланиши учун температура 3 нуктада бўлиши мумкин: минимум, оптимум ва максимум нукталари. Оптимум нуктаси энг кулай бўлиб, бундай температурада микроорганизмлар тез кўпаяди ва яхши ривожланади, минимум ва максимум нукталари эса анча чегаралидир.

Температурага муносабатига кўра, микроорганизмларни қуйидаги группаларга бўлиш мумкин:

1) психрофиллар (психрос - совуқ), бу группага мансуб бактериялар эволюцион тараққиётида, паст температурада яшашга мослашган бўлади. Бу гуруҳ учун хароратнинг оптимум нуктаси  $20-25^{\circ}$ , минимуми эса  $0^{\circ}$  дан паст бўлиши мумкин. Психрофил бактериялар унча кенг тарқалмаган. Улар Шимолий денгиз сувларида ва тупроқларда учрайди.

2) мезофиллар (мезос - ўртача). Бу группага кўпчилик микроорганизмлар мисол бўлади. Булар учун хароратнинг оптимум нуктаси  $25-35^{\circ}$  бўлса, максимум нуктаси  $45-50^{\circ}$ , минимум нуктаси  $10^{\circ}$ . Мезофил бактериялар тупроқда, сувда ва бошқа озик-овқат маҳсулотлари юзасида учрайди.

3) термофиллар (термос - иссиқ). Бу группага бактериялар, актиномицетлар, баъзи бир кўк-яшил сувўтлари мисол бўлади. Термофилл бактериялар юқори температурада ривожланади. Бу бактерияларни А. А. Имшенецкий тубандагича классификациялайди:

а) стенотермин термофиллар - булар учун температуранинг максимум нуқтаси  $75-80^{\circ}$ , оптимум нуқтаси  $50-65^{\circ}$ ,  $28-30^{\circ}$  да эса кўпая олмайди. Бу группа табиатда кам тарқалган;

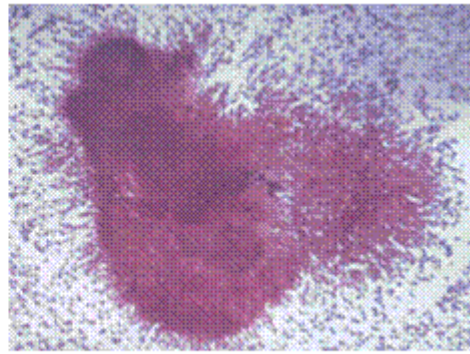
б) эвритермин термофиллар учун температуранинг максимум чегараси  $70-75^{\circ}$ , оптимум нуқтаси  $50-65^{\circ}$  бўлиб,  $28-30^{\circ}$  да жуда секин кўпаяди, табиатда кенг тарқалган группа.

в) термотолерант формалар учун температуранинг максимум чегараси  $50-65^{\circ}$ , оптимум  $35-45^{\circ}$ , минимуми  $5-10^{\circ}$  бўлиши керак.  $30-60^{\circ}$  оралиғида жуда тез кўпаяди, табиатда тупрокда, гўнгда, иссиқ булоқ сувларида кенг тарқалган группа. Термофилл бактерияларда моддалар алмашинуви жараёни жуда жадал боради, шунинг учун улар жуда тез кўпаяди ва яхши ривожланади. Агар мезофилларда бактерияларнинг катта колонияси уч кундан кейин ҳосил бўлса, термофилларда бир кундан кейин ҳосил бўлади, тез ўсади ва тез нобуд бўлади.

Термофилл бактериялар хужайрасидаги ферментлар юқори температура таъсирида инактивацияга учрайди, шунинг учун бу бактериялардан корхоналарда кенг равишда фойдаланиш мумкин.



34-расм. *Bac. thermophilus*



35-расм. *Actinomyces thermophilus*

А. А. Имшенкцкий фикрича, термофилл бактериялар мезофиллардан келиб чиққан. Табиатдаги ўзгаришлар, жумладан, температуранинг кўтарилиши мезофилларнинг кўпчилигини нобуд қилган бўлса, бир қисми тирик қолган ва юқори температурага мослашган. Борабора юқори температура улар учун зарурий фактор бўлиб қолган. А. А. Имшенецкийнинг бу фикрини Е. Н. Мишустин маъқуллаган.

Термофилларга: *Bac. cellulosaе*, *Bac. thermophilus*, *Actinomyces thermophilus* лар мисол бўлади. Е.Н.Мишустин ерга гўнг солинганда, термофил бактерияларнинг сони кўпайганлигини кузатган.

*Микроорганизмларга намликнинг таъсири.* Бактерияларнинг намликка чидамлилиги турлича. Баъзилари жуда чидамли бўлса, бошқалари ниҳоятда чидамсиз бўлади. Масалан, гонококклар, менингококклар, лептоспиралар, фаглар намликка чидамсиз бўлса, холера вибриони -2, дизентерия таёқчаси -7, дифтерия таёқчаси -30, қорин тифи таёқчаси -70, стафилококклар ва сил таёқчаси эса 90 кунгача чидайдди.

Азотобактер, нитрификаторлар, тугунак бактериялари намликка жуда ҳам сезгир, уларнинг ривожланиши учун намликнинг оптимум миқдори 40-80% (тўла сув сиғимига нисбатан) бўлиши керак. Лекин вегетатив хужайраларга нисбатан споралар анча чидамли бўлади, чунки буларнинг хужайраларидаги сувнинг кўп қисми мустаҳкам боғланган сувдир. Масалан, моғор замбуруғларининг спораси 20 йил курғоқчиликка чидайдди. Америкалик олим Камероннинг (1962) аниқлашича, кўк-яшил сув ўти - *Nostoc commune* гербарий ҳолатида 107 йилдан сўнг ҳаётчанлигини намоён қилган. Носток намлик йўқ вақтларда анабиоз ҳолатга ўтади, намлик етарли бўлиши билан яна ҳаётини давом эттиради. Бактериялар хужайраси қуритилганда, протоплазмаси сувсизланади ва оксиллар денатурацияга учрайди, шу усулдан фойдаланиб, озиқ-овқатни қуритилган ҳолда узоқ муддат сақлаш мумкин бўлади. Масалан, гўшт, балиқ ёки узум, бошқа бир қанча резавор мевалар қуритилган ҳолда сақланади ёки озиқ-овқатлар, масалан, консервалар паст температурада ва юқори босим остида сувсизлантирилади (бу усул сублимация деб номланади), кейин эса тез совитиб музлатилади. Шакарлар, витаминлар, ферментларни сублимация йўли билан узоқ муддат сақлаш мумкин.

*Ёруғликнинг таъсири.* Кўпчилик бактериялар учун ёруғлик дезинфекцияловчи фактор ҳисобланади, чунки ультрабинафша нурлар бактериялар хужайрасидаги оксиллар ва нуклеин кислоталар томонидан

ютилади ва уларнинг химиявий таркибини ўзгартиради. Шунинг учун ёруғликнинг бу хусусиятидан жаррохлик хоналарини, вакциналар, антибиотиклар тайёрлайдиган хоналарни, сут ва сувни стериллашда фойдаланилади.

*Юқори босимнинг таъсири.* Кўпчилик бактериялар юқори босимга анча чидамли бўлади. Фақат 10000 атм босим уларга салбий таъсир этиши мумкин. Денгиз ва океанларда чуқур сув қатламлари тубида бактериялар кўп учрайди. Ачиткилар 500, моғор замбуруғлари 30000, фитопатоген вируслар эса 5000 атмосферагача босимга чидайди.

Ультратовуш бактерицидлик хусусиятига эга, 20000 гц озиқ-овқат маҳсулотларини ва вакциналарни дезинфекциялаш учун етарлидир. Ҳавони тозалашда аэроионизациянинг аҳамияти катта.

*Водород ионлари концентрациясининг таъсири.* Водород ионларининг концентрацияси рН деб белгиланади. рН=7 бўлса нейтрал, рН>7 бўлса ишқорий, рН<7 бўлса, муҳит кислотали бўлади. Кўпчилик микроорганизмлар муҳит концентрацияси бир оз ишқорий ёки нейтрал бўлса яхши ривожланади, замбуруғлар бир оз нордон муҳитда яхши ривожланади.

Микроорганизмлар ўзи яшаган муҳитдаги рН ни қисман ўзгартириши мумкин. Буни И. А. Работнова (1958) «Мосланувчи моддалар алмашинуви» деб номлайди. Ташқи муҳитдаги эритмаларнинг концентрацияси ошганда, (масалан, тузлашда, мураббо пиширишда) бактериялар ҳужайрасидаги сув ташқарига чиқади ва унда плазмолиз рўй беради, улар кўпая олмайди.

Шундан фойдаланиб, гўшт, балиқ тузланади, повидло тайёрлаганда шакар эритмасининг концентрацияси 70% га етказилади.

## **5.2. Кимёвий омиллар**

Баъзи химиявий моддалар бактерияларга кучли таъсир этади. Масалан, уларга кучли кислоталар, ишқорлар, оғир металлларнинг тузлари билан таъсир этилса, уларда манфий хемотаксис намоён бўлади.

Баъзи моддаларнинг оз миқдори ижобий таъсир этса, кўп миқдори салбий таъсир этади. Масалан, 40% ли формалдегид (формалин) вегетатив хужайраларни ва спораларни nobуд қилади, фенол ёки карбол кислотанинг 3-5% ли эритмаси, хлорли оҳакнинг 10-20% ли эритмаси ёки спиртнинг 75% ли эритмаси дезинфекциялашда кўп ишлатилади.

Микроорганизмлар ўстириладиган озиқа муҳитини албатта стериллаш зарур. Улар автоклавда 1-2 атм. босимда 105-120° да 15-30 минут давомида стерилланади.

Кох қайнатгичида ҳам бўлиб-бўлиб стериллаш мумкин. Бунинг учун 100° да 30 минут стерилланади, кейин термостатда бир сутка сақланади. Иккинчи кун яна 100° да 30 минут стерилланади ва термостатда сақланади, учинчи куни ҳам худди шундай стерилланади.

Микробиологияда ишлатиладиган асбоблар эса иссиқ ҳаво ёрдамида куриткич шкафларда 150-160° температурада 1,5-2,0 соат давомида стерилланади.

Озиқ-овқат саноатида пастерлаш усулидан кенг фойдаланилади. Бунда сут маҳсулотлари 60° температурада 30 минут сақланади, бундай ишлов берилганда бактерияларнинг вегетатив хужайралари nobуд бўлади.

### **5.3. Биологик омиллар**

Табиий шароитда микроорганизмлар мураккаб биоценозларни ташкил этади, яъни бир ернинг ўзида турли бактерияларни учратиш мумкин. Бактериялар орасида симбиоз, метабиоз, антагонизм учраши мумкин.

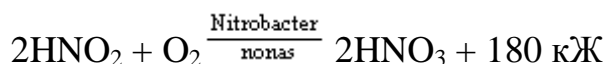
Симбиоз ҳолда ҳаёт кечирганда, бир тур ккинчи тур билан биргаликда яшайди. Масалан, кефир доначалари таркибида сут кислота ҳосил қилувчи бактериялар ва ачитқи замбуруғлари биргаликда яшайдилар ёки тугунак бактериялар дуккакдош ўсимликлар билан биргаликда яшайдилар.

Метабиозда бир бактерия иккинчи бактерия учун қулай шароит яратиб беради. Масалан, аммонификаторлар, нитрификаторлар учун  $\text{NH}_3$  ҳосил

қилади. Нитрозомонас  $\text{NH}_3$  ни ўзлаштириб, нитробактер учун  $\text{HNO}_2$  ҳосил қилади:



$\text{HNO}_2$  ни нитробактер оксидлайди:



Анагонизмда бир тур, иккинчи турнинг ривожланишини чеклаб қўяди. Масалан, содда ҳайвонлар бактерияларни еб қўяди, бактериофаглар бактерияларни эритиб юборади, бижғитувчилар чиритувчиларнинг кўпайишини чеклаб қўяди ёки турли-туман антибиотиклар бактерияларга салбий таъсир этади. Микроорганизмларга ташқи муҳит факторларининг таъсирини билган ҳолда, уларга қарши кураш чораларини қўллаш мумкин бўлади.

#### *Саволлар.*

1. Микроорганизмларга таъсир этувчи физикавий омилларни кўрсатинг ва уларни таъсирини изоҳланг.
2. Микроорганизмларга химиявий моддаларнинг таъсири ҳақида.
3. Биологик омилларнинг таъсири, яъни мураккаб биоценозни тушунтиринг.

### **5.4. Сув микрофлораси.**

Бошқа тирик организмларга қараганда бактериялар табиатда кенг тарқалган, чунки улар ниҳоятда майда бўлганлиги, ташқи муҳит факторларига тез мослаша олганлиги, турли-туман озиқ моддаларни истеъмол эта олганлиги учун бошқа организмлар яшай олмайдиган жойларда



ҳам учрайди. Бактериялар тупроқда, сувда, ҳавода ва бошқа организмлар танасида учрайди.

Сувда жуда кўп микроорганизмлар учрайди, чунки сув табиий муҳит ҳисобланади. Сувга микроорганизмлар тупроқдан ўтади. Агар сувда озика моддалар етарли бўлса, микроорганизмлар сони жуда кўпайиб кетади. Айниқса чиқинди оқава сувда бактериялар кўп бўлади. Артезиан қудуқлари ва булоқ сувлари эса тоза ҳисобланадилар, уларда бактериялар деярли учрамайди. Ариқ ва ҳовуз сувларида, айниқса ариқ сувининг 10 см. гача бўлган чуқур қисмида, қирғоққа яқин жойларда микроблар сони кўп бўлади. Қирғоқдан узоқлашган сари ва чуқурлашган сари микроблар сони камая боради. 1 мл тоза сувда 100-200 дона микроб учраса, ифлос сувда 100000 дан 300000 гача ва ундан ҳам кўп бўлади.

Айниқса аҳоли яшайдиган жойлардан оқиб ўтган сувда бактериялар кўп бўлади. Масалан, А. С. Разумов маълумотига кўра, Урал дарёсининг сувида аҳоли яшайдиган пунктдан юқорида 1 мл да 19700 бактерия бўлса, аҳоли яшайдиган пунктдан пастда 400000 дона бактерия топилган.

Сувнинг энг юқори қатламида бактериялар камроқ, ўрта қатламида кўпроқ ва пастки қатламида янада камроқ бўлади. Масалан, қирғоқдан 300 м нарида 1 мл сувда 38 дона бактерия, 5 м чуқурликда 79 дона бактерия, 20 м чуқурликда эса 7 дона бактерия топилган. Ёмғирдан кейин бактериялар сони кўпаяди, ёмғирдан олдин 1 мл сувда 8 та бактерия топилган бўлса, ёмғирдан кейин уларнинг сони 1223 тага етган.

Ариқ сувига нисбатан ариқнинг чўкинди моддаларида микроблар сони кўп бўлади, айниқса олтингугурт ва темир бактериялари кўп учрайди. Булардан ташқари, нитрификаторлар, азотфиксаторлар, пектинни парчаловчилар ҳам учрайди. Сувда (97%) спора ҳосил қилмайдиганлар, чўкиндиларда эса (75%) спора ҳосил қилувчилар учрайди.

Сувда доим учрайдиган вакиллари: *Bact. fluorescens*, *Bact. aquatilis*, *Micrococcus candidans* ва бошқалар, ҳовуз сувларида эса вибрионлар, спириллалар темир ва олтингугурт бактериялари учрайди. Оқава сув

таркибида миллиардлаб бактериялар учрайди ва улар орасида юкумли ичак касалликларини кўзғатувчи вакиллар ҳам бўлади.

Сувнинг энг ифлос қисми полисапроб зона дейилади, бу зонадаги сувнинг 1 мл да 1000000 га яқин бактерия бўлади. Ўртача ифлосланган зона мезасапроб зона бўлиб, бу зонадаги сувнинг 1 мл да 100000 бактерия бўлади. Анча тоза қисми олигосапроб зона дейилади. Бу зонадаги сувнинг 1 мл да 1000 га яқин бактерия учрайди. Полисапроб зонада ўсимлик ва ҳайвон қолдиқлари анаэроб йўл билан парчаланади, натижада метан, водород сульфид, меркаптан, аммиак, органик кислоталар ва аминокислоталар ҳосил бўлади. Мезасапроб зонада моддаларнинг парчаланиши давом этади.

Олигосапроб зонада кўпроқ икки валентли темир тузлари уч валентли тузларга айланади. Айниқса ариқ ва ҳовуз сувларида жуда кўп патоген микроблар учрайди, улар орасида бруцеллёз, қорин тифи, дизентерия таёкчалари, вабо вибриони ва бошқалар бўлиши мумкин.

Битта одам 10 минут чўмилганда танасидан сувга 3 миллиард сапрофит бактерия, 100 мингдан 20 миллионгача ичак таёкчаси тушади. Бактерияларнинг кўл сувида тарқалиши йил фаслларига қараб ўзгаради. Май ва июнь ойларида бактериялар сони кўпроқ бўлади. Денгиз ва океан сувларида микроблар сони ариқ сувларидагидан кам, қирғоққа яқин жойларда эса кўпроқ бўлади.

А. Е. Крисс ва Б. Л. Исаченко денгиз ва океан сувларида денитрификаторлар борлигини аниклаганлар. Крисс ва унинг шогирдлари океан сувларида спора ҳосил қилувчи ва спора ҳосил қилмайдиган вакиллар, актиномицетлар ҳам учраши мумкинлигини кўрсатадилар.

Тинч океандаги бактериялар сони ва биомасса миқдори текширилганда қуйидаги натижалар олинган. 50 м чуқурликкача бўлган қисмида 1 см<sup>3</sup> сувда 100 минглаб бактерия топилган, биомассанинг миқдори 1 см<sup>3</sup> сувга нисбатан олинганда атиги бир неча ўн миллиграммни ташкил этган. 50 м дан 200 м гача чуқурликда 1 см<sup>3</sup> сувда 10000 бактерия бўлиб, биомасса 10 мг/м<sup>3</sup> га, 750-3000 м чуқурликдаги сувнинг 1 см<sup>3</sup> да бактериялар сони 100.000 гача,

биомасса эса  $0,1 \text{ мг/м}^3$  га тенг бўлган. Б. С. Буткевич денгиз сувида 3% га яқин NaCl бўлганда ҳам бактериялар яхши ўсганлигини аниқлаган.

Бактерияларнинг 60% га яқин штамлари чучук сувларда ўсмаганлиги аниқланган. Бу бактерияларни Крисс галофиллар деб атаган. Галофиллар Тинч океанда 56,5% дан 88% гача, Ҳинд океанида ва Антарктида атрофидаги денгизларда 53-91% гача учраши аниқланган.

Маълумки, оқава сувда учрайдиган бактерияларга денгиз суви салбий таъсир этади. Масалан, Карпентер ва унинг шогирдларини (1938) аниқлаши бўйича, денгиз суви 30 минут ичида оқава сувдаги бактерияларнинг 80% ни nobуд қилган. Розенфельд ва Цоббель (1947) денгиз сувидан антибиотиклар ҳосил қилувчи 9 та форма топганлар, бу антибиотиклар эса, бактерияларни бошқа формаларига салбий таъсир этган.

Аҳолиси зич жойлашган ерлардаги сувда микроблар жуда кўп бўлади, шаҳардан сув 3-4 км нари ўтгач, микроблар сони яна камаяди. Бунинг бир қанча сабаблари бор: механик йўл билан микроблар сув тагига чўкади, сувда озика моддалар камаяди, бевосита тушган қуёш нури уларга салбий таъсир этади, микроорганизмларнинг бир қисмини содда ҳайвонлар истеъмол этади ва бошқа факторлар сабаб бўлади.

Патоген микроблардан бруцеллёз, туляремия, паратиф, дизентерия таёқчалари, вабо вибриони ва бошқалар оқава сувда узоқ муддат яшайди. Қорин тифи таёқчаси 21 кун, музда 60 кун ва оқава сувда 6-30 кунгача яшайди. Демак, очик сув ҳавзалари юқумли ичак касалликларини тарқатишда хавфли восита бўлиши мумкин. Шунинг учун сувни биологик усул билан тозалашга алоҳида аҳамият берилади.

*Сувни тозалаш.* Тозалаш учун сув аввал махсус тиндиргичларда тиндирилади, бунда микроорганизмларнинг 75% чўкади. Чўкиш жараёни тез бориши учун сувга коагулянт (оҳак ёки глинозём) кўшилади, сўнггра майда шағал ва қум орқали филтрланади. Шундан кейин эса хлорланади. Сувнинг таркибидаги ичак таёқчаси титр орқали аниқланади. Агар 300-500 мл сувда

бир донa ичак таёқчаси топилса, сув тоза хисобланади, шундан кейин бу сув водопровод орқали аҳолига юборилади.

### **5.5. Тупроқ микрофлораси.**

Тупроқда жуда кўп микроорганизмлар учрайди, яъни бир 1 г тупроқда миллионлаб ёки миллиардлаб бактерия бўлади. Ҳаво ва сувга нисбатан тупроқда бактериялар кўп бўлади. Тупроқ асосий манба бўлиб, ундан микроблар ҳаво ва сувга ўтиб туради. Тупроқда турли-туман бактериялар, актиномицетлар, моғорлар, ачитқилар, сувўтлари ва содда ҳайвонлар учрайди.

Баъзи олимларнинг хисоблашича, 1 га ҳайдаладиган ернинг 25 см чуқурликкача бўлган қатламида 3-5 тоннагача бактерия учрар экан. Бактерияларнинг тупроқда тарқалиши тупроқнинг хусусиятига боғлиқ бўлади. Тупроққа тушган ўсимлик ва ҳайвонлар қолдиғи ҳисобига микроорганизмлар жуда кўпайиб кетади. Тупроқдаги микроорганизмлар сони тупроқнинг турига, физик- кимёвий хоссаларига ва иқлим шароитига кўра ҳар хил бўлади. Тупроқнинг юза қисмида микроблар кўп бўлади, пастга тушган сайин уларнинг сони камайиб боради.

Микроорганизмлар кўпроқ 10-15 см ли қатламда кўп бўлади, чунки бу ерга қуёш нурлари тик тушмайди, озиқа ва намлик етарли бўлади. Чуқур қатламларда булар кам бўлади, чунки тупроқ табиий филтёр вазифасини бажаради ва бактерияларни ер ости сувларига кам ўтказди.

Тупроқда турли-туман физиологик группаларга мансуб бўлган аэроблар, анаэроблар, сапрофитлар, нитрификаторлар, азотфиксаторлар, целлюлозани парчаловчилар, олтингугурт бактериялари, спора ҳосил қилувчилар ва спора ҳосил қилмайдиган вакиллари кенг тарқалган. Ёил фаслларига қараб тупроқдаги микроррғанизмлар сони ҳам ўзгариб туради.

Айниқса ўсимликларнинг илдиз системаси атрофида бактериялар кўп тўпланади, уларнинг кўпчилиги аэроб, таёқчасимон (*Pseudomonas*) спора

ҳосил қилмайдиган вакиллардир. *Pseudomonas* авлодига мансуб бактериялар углеводлар, органик кислоталарни ўзлаштиради ва ўзи ҳам бир қатор витаминлар синтезлаш хусусиятига эга. Бу витаминларни ўсимликлар ўзлаштиради.

Тупроқдаги органик моддалар парчаланганда, бактерияларнинг биоценозлари алмашиб туради. Аввалгича тупроқда тез ва осон парчаланадиган моддалар бўлганда, асосан спора ҳосил қилмайдиган таёкчасимон бактериялар кенг тарқалади, кейинчалик уларнинг ўрнини спора ҳосил қилувчи аэроб бактериялар эгаллайдилар.

Тупроқдаги микроорганизмларни ҳисоблаш учун 1924 йили С. Н. Виноградский янги метод ишлаб чиқди. Унинг моҳияти қуйидагидан иборат.

Маълум ҳажмдаги ёки микдордаги тупроқ суспензиясидан суртма мазок тайёрланади, сўнгра у карбол кислотада эритилган эритрозин билан бўялади ва микроскопда қараб микроорганизмлар сони ҳисобланади.

Ф. Н. Германов бактериоскопик методни янада мукамаллаштирди. У тупроқ заррачаларига ош тузи билан таъсир этади. Натижада тупроқ комплексида кальций ва тупроқ заррачаси ичидаги ва устидаги бактериялар бўшайди. Бу метод билан ҳисоблаганда, 1 г тупроқдаги бактериялар сони 10 миллиардга етган. Тупроққа яхши ишлов берилса, ерда бактериялар сони ортишини қуйидаги жадвал маълумотларидан кўриш мумкин.

7-жадвал

Ўзлаштирилган ва ўзлаштирилмаган ерлардаги бактериялар сони  
(1 г тупроқда миллион дона ҳисобида)

Тупроқ тури	Горизонт-лар	Кокklar	Таёкчасимон-лар	Йирик кокklar (азотобактер)	Жами бактерия-лар сони
Ўзлаштирилмаган қора	A <sub>1</sub>	2050	410	260	2709
	B <sub>1</sub>	730	50	960	1740

тупроқ	B <sub>2</sub>	790	20	1760	2570
Ўзлаштирилган қора тупроқ	A <sub>1</sub>	5540	240	590	6470
	B <sub>1</sub>	390	60	2340	2890
	B <sub>2</sub>	550	0	1130	1750
Ўзлаштирилмаган шўр тупроқ	A <sub>1</sub>	2620	280	290	3230
	A <sub>2</sub>	640	700	966	1670
	B <sub>2</sub>	580	40	480	1000
Ўзлаштирилган шўр тупроқ	A <sub>1</sub>	4300	400	600	5820
	A <sub>2</sub>	1800	160	1400	3400
	B <sub>2</sub>	600	12	3200	3872

Тупроқ ҳосил бўлиш жараёнида, тирик организмларнинг: бактериялар, замбуруғлар, инфузориялар, сувўтлари, ўсимликларнинг илдизи ва бир қатор ҳайвонларнинг аҳамияти ниҳоятда катта бўлган.

## 5.6. Ҳаво микрофлораси.

Ҳаво микрофлораси тупроқ ва сув микрофлораси билан боғлиқ, чунки ҳаво булар устида жойлашган бўлади. Агар тупроқда ва сувда микроорганизмларнинг кўпайиши учун шароит бўлса, ҳавода микроорганизмлар кўпая олмайди. Ҳавога микроорганизмлар чанг билан бирга кўтарилади, кейин яна тупроққа ўтади. Ҳавода озика моддалар етишмаганда ёки ультрабинафша нурлар таъсиридан бактерияларнинг бир қисми нобуд бўлади. Шунинг учун ҳавода микроблар сони тупроқ ва сувдагига нисбатан кам бўлади.

Ҳаво микрофлорасида кокклар, сарциналар, таёқчасимонлар, моғор замбуруғларининг споралари, ачитки замбуруғлари ва бошқа микроорганизмлар учрайди. Шаҳар ҳавосида микроорганизмлар кўп,

кишлоқлар хавосида камроқ бўлади. Айниқса ўрмонлар, тоғлар хавоси тоза бўлади. Ер юзига яқин хаво таркибида микроблар сони кўп бўлиб, юқорига кўтарилган сайин камайиб боришини Е.Н.Мишустин кузатган. 1 м<sup>3</sup> хавода 5000-300000 га яқин бактерия бўлиши аниқланган.

Бактериялар орасида касаллик туғдирувчи вакиллари ҳам кўп учрайди: сил таёкчалари, стрептококклар, стафилококклар, грипп вируслари, кўкйўтал таёкчаси ва бошқалар ана шулар жумласидандир. Грипп, қизамиқ, кўкйўтал фақат хаво томчилари орқали юқади, яъни аксирганда чиқадиган майда аэрозол томчилар ўзида бактериялар тутган бўлиб, ҳавога тарқалади, атрофдаги одамлар нафас олиши натижасида касалланадн. Бунинг олдини олиш мақсадида яшайдиган хоналар ҳавосини доим тозалаб туриш зарур. Ёзда кўчаларга сув сепиб, чанг кўтарилмаслигига, кўкаламзорлаштириш ишларига аҳамият бериш керак. Игнабаргли ўрмонларга саёҳат қилиш одамнинг саломатлиги учун муҳим аҳамиятга эга.

### **5.7. Ризосфера бактериялари.**

Ўсимликлар илдизи таъсири остидаги зона ризосфера дейилади, Ризосфера микроорганизмлари илдизлар юзасида ва ўсимлик илдизларига бевосита тақалиб турадиган тупроқда кўплаб ривожланади. Н. А. Красильников маълумотига кўра, маккажўхори, кунгабокар, соя ва бошқа экинлар ризосферасидаги микроорганизмлар сони контрол ерлардагига қараганда 5-10 баравар кўп бўлар экан.

Ризосферада 3 та зона фарқ қилинади:

- 1) микрофлорага ниҳоятда бой бўлган илдизлар юзаси;
- 2) илдизларга тақалиб турадиган тупроқнинг юпқа катлами;
- 3) илдизлар юзасидан 0,5-1 мм нарида бўлган ҳақиқий ризосфера зонаси. Бу зонада микроорганизмлар учун озика кўп бўлади.

Ризосфера зоналарида микроорганизмлар жуда кўп миқдорда бўлади, ўсимликларнинг ривожланиш фазаларига қараб, уларнинг сони ҳам ўзгариб туради. Одатда, уруғлар унишидан то гуллаш давригача микроорганизмлар сони ортиб боради, гуллаш даврида камаяди. Замбуруғлар, актиномицетлар ва целлюлозани парчаловчи бактериялар сони эса гуллаш даврида ортади. Ризосферада кўпинча спора ҳосил қилмайдиганлардан: псевдомонаслар, микробактериялар, радиобактериялар ва бошқалар учрайди.

Бактериялар ўсимликлар учун физиологик актив моддалар ҳосил қилади, қолдиқ моддаларни парчалайди ва ўз навбатида юксак ўсимликларга таъсир этиб туради. Ўсимликлар илдизидан чиққан моддалардан эса ризосфера бактериялари фойдаланади. Юксак ўсимликларнинг барглари ва новдаларида эпифит микрофлора бактериялари учрайди.

Немис олими Е. Либберт (1966) эпифит микрофлора бактериялари физиологик актив модда - гетероауксин синтезлаш хусусиятига эга деган фикрни айтади. Лекин В. И. Кефели (1969, 1971) қарам ўсимлиги стерил муҳитда L - триптофандан гетероауксин синтезлашини кўрсатади.

А.А.Тарасенко (1972) эпифит микрофлора маккажўхори майсаларининг ўсишига ва моддалар алмашинуви жараёнига ижобий таъсир этганлигини кузатган. Ажратиб олинган 12 тур бактериядан атиги 6 тури гетероауксин синтезлаш хусусиятига эга эканлиги маълум бўлган.

## **5.8. Микориза.**

1881 йили поляк олими Ф. М. Каменский микориза ҳодисасини кашф этади. Ўсимликлар илдизи билан замбуруғлар орасидаги симбиоз микориза деб аталади. Микориза кўпчилик дарахтлар ва ғалладошлар оиласининг вакиллари орасида учрайди. Микоризада замбуруғ гифлари ўсимликнинг илдизлари орасига ўсиб қиради. Микоризани замбуруғлардан фикомицетлар, аскомицетлар ва базидиали замбуруғлар ҳосил қилади. Бу табиатда кенг тарқалган ҳодиса бўлиб, эктотроф ва эндотроф формалари бор.



Эктотроф микоризада замбуруғ гифлари ўсимлик илдизини ҳамма томондан ўраб олади, ўсимликнинг илдиз тукчалари нобуд бўлган бўлади. Эндотроф микоризада замбуруғ гифларининг фақат бир қисмигина илдизнинг юза қисмида бўлиб, асосий қисми илдизнинг паренхима хужайралари орасига ўсиб киради, илдиз тукчалари тирик бўлади.

Замбуруғ гифлари ўсимлик илдизининг шимиш юзасини оширади, шу билан бирга ўсимлик ўзлаштира олмаган анорганик ва органик бирикмаларни эритади. Ўсимликни азот билан таъминлайди, яъни органик колдикларни парчалаб, аммиакли бирикмаларга айлантиради. Бундан ташқари, микориза замбуруғлари тупроқдан фосфорли бирикмаларни олишда ҳам ўсимликка ёрдам беради. Бунинг ҳисобига ўсимлик замбуруғни глюкоза билан таъминлайди. Глюкоза молекуласида бўлган энергия ҳисобига замбуруғ қийин эрийдиган фосфорли бирикмалар ва торфларни ўзлаштириш имкониятига ҳам эга бўлади.

Айниқса ўсимликлардан орхидеяларда микориза ҳодисаси кенг тарқалган. Орхидеяларнинг уруғи жуда қийин униб чиқади. Чунки витаминлардан: никотин кислота (PP), В витамин ва бошқалар етишмайди, кам синтезланади. Буларни эса замбуруғлар ҳосил қилади, натижада уруғ тез униб чиқади. Микориза ҳодисаси дарахтлардан арча, қайин, қарағай ва бошқа ўсимликларда кенг тарқалган.

Микроорганизмлар физиологик актив моддалар, витаминлар, ферментлар, ауксинлар, гиббереллинлар, антибиотиклар, баъзи бир аминокислоталарни синтезлаш хусусиятига эга. Бундай моддаларни бактериялар, замбуруғлар, ачитқилар, актиномицетлар, сувўтлар синтезлайдилар. Нитрификаторлар, азотобактериялар, туганак бактериялари ва бошқа вакиллари ўсиш учун зарур бўлган барча моддаларни синтезлаш хусусиятига эга.

*Саволлар.*

1. Сув микрофлорасини изоҳланг.
2. Тупроқ микрофлорасида қайси гуруҳ микроорганизмлар учрайди?
3. Ризосфера бактериялари ҳақида маълумот беринг.
4. Ҳаво микрофлорасида учрайдиган микроорганизмларни изоҳланг.

## **VI-БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАРНИНГ ГЕОЛОГИК ФАОЛИЯТИ**

### **6.1. Тупроқ ҳосил бўлишида микроорганизмларнинг аҳамияти.**

Барча тирик организмлар йиғиндиси, планетамизнинг биомассасини ташкил этади. Биосфера - ер қобиғининг тириклик бўлган устки қаватидир. Биосферада эса ўсимликлар, ҳайвонлар, микроорганизмлар, одамларнинг геологик фаолияти намоён бўлади.

Биосферанинг юқори чегараси 10 км бўлса, у бутун қуруқликни, пастликларни ўз ичига олади, океанлардаги чегараси 4-10 км чуқурликкача тушади. Биосфера биомассасини кўпайтиришда ўсимликлар, ҳайвонлар ва микроорганизмларнинг аҳамияти катта.

В. И. Вернадский фикрича, тоғ жинсларининг ўзгаришида микроорганизмлар кучли агентлардан бири бўлади, чунки жуда тез кўпайиши, кўп микдордаги моддаларни ўзгартириб, ҳаёт учун зарур бўлган энергиядан фойдаланиши билан характерли. Масалан, темир бактериялари 1 г танасини қуриш учун 464 г  $\text{FeCO}_3$  ни, аммонификаторлар 20 г  $\text{NH}_3$ , нитрификаторлар 72 г  $\text{HNO}_2$  ни оксидлаши керак бўлади. Ачитки замбурғлар бир неча юз тонналаб махсулотларни ўзгартириб, спиртга айлантиради.

Чўкинди моддалар ҳосил бўлиши органик оламнинг ҳосил бўлиш жараёни билан чамбарчас боғлиқдир. Ерда ҳаёт пайдо бўлмасдан олдин барча моддалар эриган ҳолда бўлганлар ва маълум бир концентрацияга етгунча денгиз сувларида тўпланиб борган. Кейинчалик тирик организмлар ўз танасини қуриш учун сувдаги Са, Р, С, S, Nl ва бошқа элементлардан фойдаланган. Булар нобуд бўлганидан сўнг охактош, фосфорит, олтингугурт, тошкўмир, нефть ва газ қатламларини ҳосил қилган. Бир гуруҳ микроорганизмлар бир томондан тоғ жинсларини ҳосил қилса, иккинчи томондан уларни парчалаб турган. Масалан, гранит механик нураш (яъни температуранинг кескин ўзгариши) йўли билан кичикроқ бўлақларга ажралади.

Кимёвий факторлар -  $\text{CO}_2$  ва  $\text{H}_2\text{O}$  бу бўлақларни янада емиради ва калий ҳамда натрийнинг сувда эрийдиган карбонат тузларини ҳосил қилади. Эримайдиган каолинни (тупроқни) сув бошқа жойларга окизиб кетади. Гранит устига оз микдорда бўлса ҳам тушиб қолган органик модда шу ерда сапрофит бактерияларнинг ривожланиши учун шароит яратади. Ўз навбатида сапрофит бактериялар органик моддаларни парчалаб,  $\text{CO}_2$  ажратади. Бу  $\text{CO}_2$  тоғ жинсларини янада емиради. Булардан ташқари, тоғ жинслари устида, нитрификаторлар ҳам пайдо бўлиб, улар  $\text{NH}_3$  ҳосил қилади, булар учун керакли бўлган СО ни сапрофит бактериялар ҳосил қилади. Сўнггра баъзи бир яшил сувўтлари пайдо бўлади, баъзилари атмосфера азотини ўзлаштира олса, иккинчилари азотфиксатор бактериялар билан бирга яшаб, лишайннкларни

вужудга келтиради, булардан кейин мохлар ва аста секин юксак ўсимликлар пайдо бўла бошлайди.

Шундай қилиб, тоғ жинслари емирилади ва тупроқнинг чириндили катлами вужудга келади, чунки сапрофит микроорганизмлар ўсимликлар қолдиғини парчалаб, гумус ҳосил қилади.

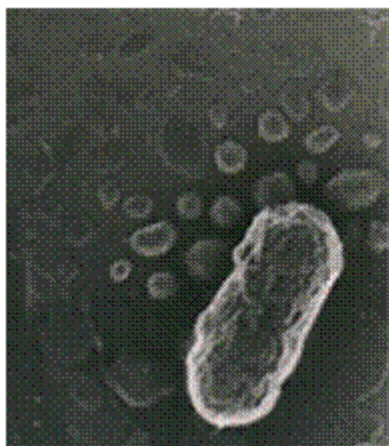
Таусон кўрсатганидек, микроорганизмларнинг баъзи группалари нефть, феноллар, парафин, нафталин ва бошқа маҳсулотларни ўзлаштира олиши билан сапрофитлардан фарқ қилади. Унинг аниқлашича, микроорганизмлар фаолияти натижасида  $\text{CO}_2$  ҳосил бўлар экан. У денгиз сатҳидан 3-4 км юқорида Помир ва Кавказ тоғларидаги тошлар устида қора доғларни кузатади. Бу қора доғларни текширганда кўк-яшил сувўтлар билан бактериялар қолдиғи эканлигини аниқлайди. У кўк-яшил сувўтлар орасидан азотобактер ҳужайраларини топади. Демак, кўк-яшил сувўтлар атмосферадан  $\text{CO}_2$  ни ўзлаштирган ва ўз танасини қурган ҳамда азотобактерга озуқа етказиб берган. Ўз навбатида азотобактер атмосферадаги азотни ўзлаштириб, сувўтларни азот билан таъминлаган, бу ўзига хос симбиоздир.

Кейинчалик эса кўк-яшил сувўтлар ва бактериялар нобуд бўлиб, органик модда ҳосил қилган. Сапрофитлар эса органик моддаларни парчалаб,  $\text{CO}_2$  ажратган.  $\text{CO}_2$  бошқа факторлар билан биргаликда тоғ жинсларини емирган. Айниқса, оҳактошли жинсларнинг тез емирилишида сапрофит бактерияларнинг роли ниҳоятда катта бўлган. Бу бактериялар  $\text{CO}_2$  дан ташқари, оксалат, сирка, сут, лимон ва бошқа органик кислоталар ҳосил қилади, бу кислоталар ўз навбатида  $\text{CaCO}_3$  ни тез емиради.

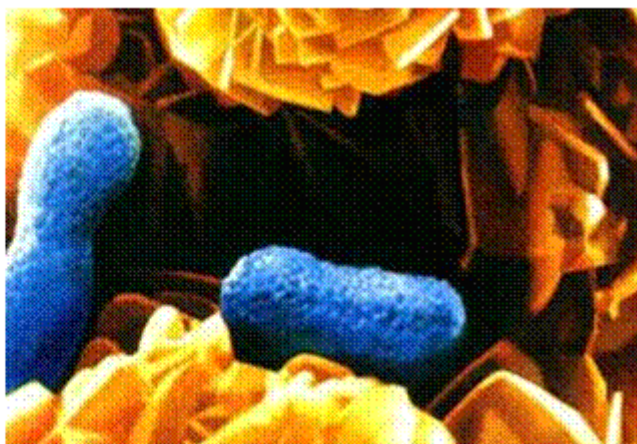
Тоғ жинсларининг емирилишида сапрофитлардан ташқари, автотрофлардан: нитрификаторлар, олтингугурт бактериялари ва бошқалар ҳам катнашади. Автотрофлар сапрофитларга қараганда, оҳактошларни 8 марта тез емиради. Олтингугурт бактериялари ҳосил қилган  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ҳам тоғ жинсларини емиради.

Сульфид рудаларидан: пирит ( $\text{FeS}_2$ ), алкопирит ( $\text{CuFeS}_2$ ), молибденит ( $\text{MoS}_2$ ) ва бошқалар ҳосил бўлишида *Thiobacillus ferrooxydans*, *Th.*

thiooxydans (36,37 расмлар) иштирок этадилар. Барча охактошларнинг 90%-ти микроорганизмлар томонидан ҳосил бўлган. Бунда айниқса бактериялар, актиномицетлар ва замбуруғларнинг аҳамияти катта.



36-расм.  
***Thiobacillus thiooxidans***

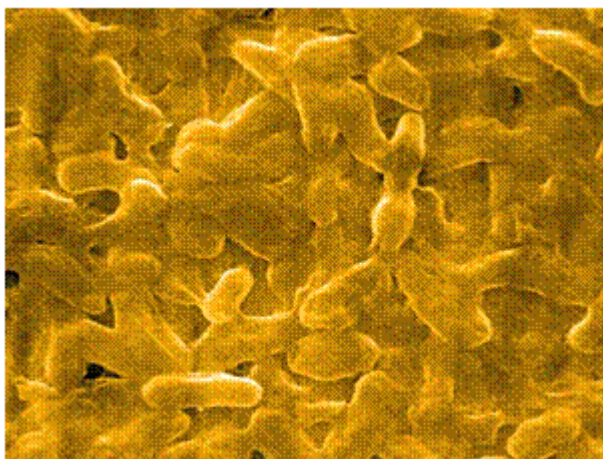


37-расм. ***Thiobacillus ferrooxidans***

Микроорганизмлар охактошлар ҳосил қилиши учун, муҳитда уларнинг тузлари бўлиши керак, денгиз сувида эса кальций тузлари доим етарли бўлади. Ўз навбатида сапрофитлар охактошларни парчалаб туради. Демак, микроорганизмлар охактошларни ҳам ҳосил қилиши, ҳам парчалаши мумкин экан. Бундай нитрификаторлар селитра конларини ҳам ҳосил қилиши мумкин.

## **6.2. Олтингугуртнинг табиатда айланиши.**

Олтингугурт тупроқда анорганик ва органик бирикмалар шаклида учрайди. Анорганик бирикмаларидан  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{FeS}_2$ ;  $\text{Na}_2\text{S}$ ;  $\text{ZnS}$  ва бошқалар кенг тарқалган. Органик бирикмалар (сульфагидриль S, дисульфид S-S группалари), аминокислоталар (цистеин, цистин, метионин), оксиллар ва баъзи бир витаминларда (тиамин, биотин) учрайди.

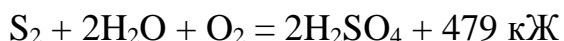
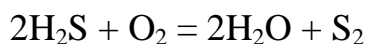


38'-расм. *Desulfovibrio desulfuricans*

Юксак ўсимликлар олтингугуртни фақат сульфат кислотанинг аниони ( $\text{SO}_4$ ) шаклида қабул килади. Чиритувчи бактериялар ўсимлик ва ҳайвонлар қолдиғини парчалаб, олтингугуртни  $\text{H}_2\text{S}$  шаклида ажратади. Тупроқда, сувда учрайдиган дисульфур бактериялар тузларни қайтаради. Буларга *Microspira desulfuricans*, *Desulfovibrio desulfuricans*-лар мисол бўлади. Бу бактериялар бир хивчинли ҳаракатчан вибрионларга ўхшаш бўлади.

Чиритувчи ва сульфат редуцирловчи организмларнинг фаолияти натижасида водород сульфид тўпланади. Шундай усул билан сув ҳавзаларида, кўлларда, денгизларда  $\text{H}_2\text{S}$  тўпланади. Масалан, Қора денгизда 200 метр чуқурликда шунча кўп миқдорда  $\text{H}_2\text{S}$  ҳосил бўладики, бу ерда фақат анаэроб бактерияларгина яшай олади, қолганлари яшай олмайди.

Тупроқда, сув ҳавзаларида тўпланган  $\text{H}_2\text{S}$  олтингугурт бактериялари томонидан оксидланади. Бу бактерияларни 1887 йилда Виноградский аниқлаган. Бактериялар аввалига  $\text{H}_2\text{S}$  ни  $\text{S}$  гача, кейин  $\text{H}_2\text{SO}_4$  гача оксидлайди:

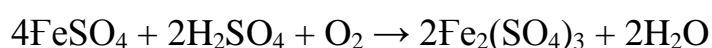


Ажралган энергия  $\text{CO}_2$  ва  $\text{H}_2\text{O}$  дан органик модда синтезланиши учун сарфланади.

### 6.3. Тион бактериялар.

Тион бактериялар алоҳида группани ташкил этади, улар  $\text{H}_2\text{S}$  дан  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6$  ёки  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ёки  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ҳосил қилади, лекин ҳужайраларида олтингугурт тўпламайди. Бу бактериялар шўр сувларда, чучук сувларда ва тупроқда учрайди. Асосий вакили таёқчасимон - *Thiobacillus thioarous* спора ҳосил қилмайди, автотроф, S ни  $\text{H}_2\text{SO}_4$  гача оксидлайди. Тупроқда бошқа вакили *Th. thioarous* ҳам учрайди. Автотрофлардан ташқари, типик гетеротроф - *Bac. subtilis* (пичан бациллеси) ҳам S ни оксидлайди.

Тупроқда сульфатларнинг тўпланиши билан бир қаторда уларнинг парчаланиши - десульфофикация ҳам содир бўлиб туради. Энг муҳим вакилларида бири 1947 йили топилган *Thiobacillus ferroarous* - таёқчасимон бактерия бўлиб, узунлиги 0,8 - 1 нм, диаметри 0,4 нм. Бу бактерия кислотали муҳитда  $\text{FeSO}_4$  ни  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  гача оксидлайди, яъни хемосинтез жараёнини амалга оширади:



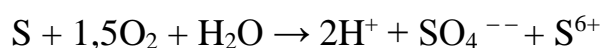
Бактериялар 120 г  $\text{Fe}_2\text{SO}_4$  оксидлаганда 16,06 мг углерод ўзлаштиради Шу билан бирга S ни  $\text{H}_2\text{SO}_4$  гача оксидлайди. Бу бактерия кислотали муҳитли кўмир ва олтингугурт конларида учрайди ва пиритнинг оксидланишида муҳим аҳамиятга эга:



Кислотали муҳитда химиявий оксидланиш жараёни бормаганлиги туфайли кейинги оксидланиш *Th. ferroarous* иштирокида боради:



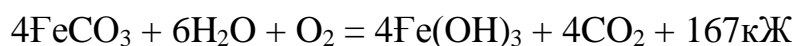
Кейинчалик  $\text{FeS}_2$  химиявий йўл билан оксидланади ва S ҳосил бўлади, уни  $\text{H}_2\text{SO}_4$  гача оксидлайди:



Бу бактерия сульфидли рудаларни оксидлаб, сульфатларга айлантиришда муҳим аҳамиятга эга. У ҳатто халькопирит ( $\text{CuFeS}_2$ ) молибденит ( $\text{MoS}_2$ ) ва бошқа сульфидли минералларни ҳам оксидлайди.

#### 6.4. Темир бактериялари.

1888 йилда Виноградский темир бактерияларида учрайдиган хемосинтез жараёнини кашф этди. Бу бактериялар чучук ва шўр сувларда кўп тарқалган бўлиб, икки валентли темир тузларини ўзлаштириб, темир гидратлар ҳосил қилади:



Темир бактериялари кўл ва ботқоқликларда темир рудалари ҳосил бўлишида иштирок этади. Узоқ вақтгача бу бактерияларни аниқлай олмаганлар. Б. В. Перфильев (1926 - 1927) кўл чўкиндисидан темир бактериясини топган ва *Sphaerothrix* деб номлаган. Кейинги йилларда (1952, 1961) у капилляр микроскопия методидан фойдаланиб, чўкинди моддалардан янги темир бактерияси – *Metallogenium* ни ажратиб олишга муваффақ бўлди. Бу бактерия табиатда жуда кенг тарқалган бўлиб, темир конлари ҳосил бўлишида муҳим аҳамиятга эга эканлиги аниқланди.



39-расм. *Caulobacter*

Табиатда *Met. galionella* микоплазмалар шаклида тарқалган. Темир бактериялари орасида кокксимон, таёқчасимон ва ипсимон формалар учрайди. Кўпчилиги факультатив автотроф бўлиб, ипсимон вакиллари кўндалангига бўлиниб ёки ҳаракатчан конидиялар ёрдамида кўпаяди. Микроорганизмларнинг атиги 0,1% агарли муҳитда ўса олади. Шунинг учун микроорганизмларни текшириш ишларида табиий шароитга яқин бўлган



шароит яратиш муҳим аҳамиятга эга. Шу мақсадда микробиологлар кўпинча шиша пластинкаларни маълум муддатга тупроққа кўмиб ёки сувга ботириб кўядилар, сўнгра уларга ёпишиб колган микроорганизмларни текширадилар.

Микроорганизмларни текширишда микроскопия методлари ҳам қўлланилади. Кўпгина бактерияларнинг биохимияси, физиологияси ана шу метод бўйича ўрганилади. Лекин капилляр микроскопия методи келгусида яна ҳам кенг имкониятларга йўл очиб беради ва ундан микробиологиянинг бошқа тармоқларида ҳам фойдаланиш имкони туғилади.

Перфильев капилляр микроскопия методидан фойдаланиб, илгари номаълум бўлган йиртқич бактериялар группасини - темир бактерияларнинг янги авлоди - *Metallogenium* ни топиб, уларнинг физиологияси ва морфологиясини ўрганди. Масалан, йиртқич бактериялардан *Dictyobacter* ҳаракатчан, овалсимон ёки юмалоқ шаклдаги колониядан иборат. Колонияси бир учи қайрилган таёқчасимон хужайралардан ташкил топган, уларнинг узунлиги 2-6 нм, эни 0,7-1,2 нм. Бу колония ўзидан йирик бўлган олтингугурт бактериялари билан озиқланади, олтингугурт бактериялари бўлмаган ҳолатларда чўкмадаги эритмалар билан ҳам озиқланаверади.

Йиртқичлардан яна бири *Cyclobacter* бўлиб, колонияси юмалоқ, хужайралари бир-бири билан плазмодесмалар орқали боғланади. Булар 3-4 тадан то 30 тагача бўлиб бирлашиши мумкин.

*Cyclobacter* қуйидагича ривожланади. Биринчи фазада ипсимон, ҳаракатчан, иккинчи фазада юмалоқ бўлади. Кейин алоҳида кичик кичик микроколониялар ҳосил қилади. Учинчи фазада тўрсимон микроколониялар ҳосил қилади. Олдинги фазаларда микроб сапрофит усулда озиқланса, кейинги фазаларда махсус тутқич ўсимталар ҳосил қилиб, йиртқичлик билан ҳаёт кечири бошлайди.

#### *Саволлар.*

1. Тупроқ ҳосил бўлишида микроорганизмлар роли ҳақида.

2. Олтингугуртнинг аорганик ва органик бирикмалари қандай ҳосил бўлади?
3. Тион бактерия ҳақида нима биласиз?
4. Темир бактериялари қайси муҳим жараёнда иштирок этади?
5. Перфильевнинг капиляр микроскопия методи ёрдамида қайси бактериялар аниқланади?

## **VII-БОБ. ТАБИАТДА АЗОТНИНГ АЙЛАНИШИ.**

### **7.1. Аммонификация жараёни ва мочевиначининг парчаланиши.**

Ер юзидаги барча тирик организмлар қачонлардир ўлик материядан ҳосил бўлган, шу билан бирга ўлик материядан кескин фарқ қилади, лекин у билан доим муносабатда бўлади. Яъни жонсиз ва жонли табиатдаги ўзгаришлар доимий ва узлуксиздир, моддалар бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиб туради, органик моддалар ҳосил бўлади, улар яна парчаланиб туради. Бу моддаларнинг кичик биологик айланиш доирасидир. Бу доирада тирик моддани ташкил этган химиявий элементлардан С, N, S, P нинг табиатда айланиши муҳим аҳамиятга эга, чунки бу элементлар оқсил таркибига кирадилар.

Ўсимликлар атмосферадаги эркин азотни ва органик моддалар таркибидаги азотни ўзлаштира олмайди. Улар фақат минерал ҳолдаги азотли бирикмалардан: аммонийли ва азотли тузлардан. фойдаланадилар, холос. Агар подзол тупроқлар ҳайдалма қатламининг 1 гектарида 6000 кг азот бўлса, шундан ўсимликлар ўзлаштира оладигани 1% ни ташкил этади. Лекин бу азот, экинлардан ҳатто бир марта яхши ҳосил олиш учун ҳам етмайди.

Демак, ер юзида ҳаёт давом этиши учун ўсимликлар ва ҳайвонлар томонидан ҳосил бўлган органик моддалар доим парчаланиб туриши керак. Органик моддаларнинг парчаланишида микроорганизмларнинг роли ниҳоятда катта. Улар ҳаёт жараёни натижасида органик моддаларни парчалайди ва  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ , S, P ва бошқа анорганик моддалар ҳосил қилади, бу моддалар яна айланиш доирасига ўтади. Табиатда моддалар доим ва узлуксиз айланиб туришини В. Л. Омелянский таъкидлаб ўтган.

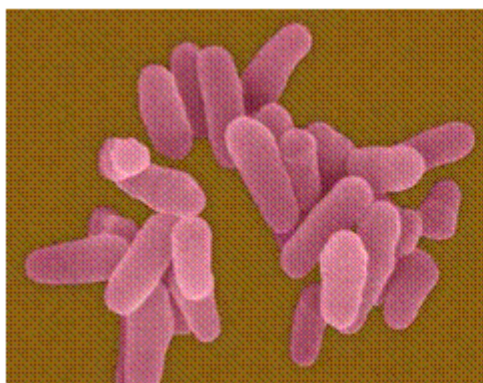
Табиатда азот запаси жуда кўп, ҳаво таркибида 4/5 қисми азот ташкил этади. 1 га ер устидаги ҳавода 80000 т азот бўлади. Ер юзида яшаб турган организмлардаги азотнинг миқдори 20- 25 миллиард тоннани ташкил этади.

Подзол тупроқлар ҳайдалма қатламининг 1 гектарида 6 т, қора тупроқларда 18 т азот бўлади. Микроорганизмларнинг айримлари органик моддаларни парчалаб, минерал моддалар ҳосил қилади. Бу минерал моддаларни ўсимликлар ўзлаштиради, иккинчи томондан азотфиксаторлар ҳаводаги азотни ўзлаштириб, ундан органик моддалар синтезлайди. Шундай қилиб, азот табиатда айланиб юради. Азотнинг табиатда айланишида: аммонификация, нитрификация, денитрификация ва азотофикация жараёнлари боради.

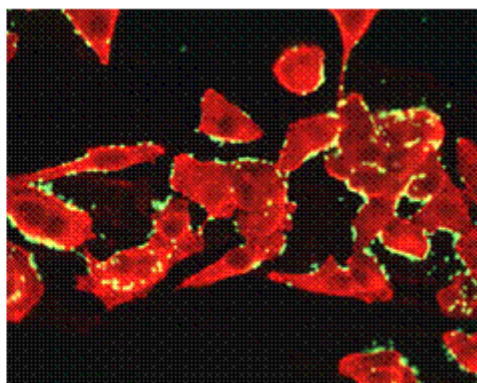
*Аммонификация жараёни.* Ўсимликлар ва ҳайвонлар қолдиғида жуда кўп миқдорда органик моддалар бўлади. Уларнинг минерал моддаларга айланиши ўсимликларнинг азот билан озиқланиши учун муҳим аҳамиятга эга. Оксилларнинг чириши жараёнида  $\text{NH}_3$  ҳосил бўлгани учун аммонификация жараёни дейилади. Чириш жараёни аэроб ва анаэроб

шароитда бораверади, лекин аэроб шароитда тезлашади. Чиритувчи микроорганизмлар группасига хилма-хил бактериялар мисол бўлади.

Анаэроблардан энг кенг тарқалгани таёқча шаклида, узунлиги 5-6 нм, диаметри 0,6-0,8 нм, перитриха типда хивчинланган, спора ҳосил қиладиган, хужайраси барабан таёқчаси шаклидан бактериялардир. Бундай бактериялар асосан оқсилларни парчалайдилар. Патоген чиритувчи бактерияларга қоқшол касаллигини келтириб чиқарувчилар мисол бўла оладилар.

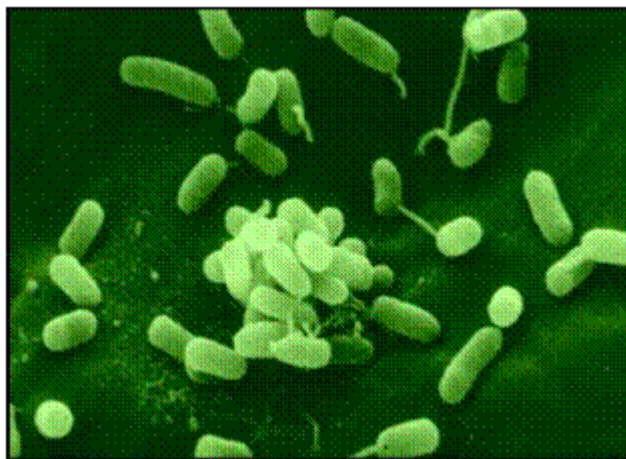


40-расм. *Escherichia coli*



41-расм. *Bac. proteus*

Факультатив анаэробларга ичак таёқчаси - *Escherichia coli* ва протей таёқчаси - *Bac. proteus* мисол бўлади (40, 41-расмлар). Перетриха типда хивчинланган ҳаракатчан, узунлиги 1-3 нм, диаметри, 0,5-1 нм га тенг. *Bac. mesentericus*, *Bac. subtilis*, *Bac. myosoides*, *Bac. megatherium* оқсилларни аэроб шароитда парчалайдиган бактериялардир. Буларнинг ҳаммаси спора ҳосил қилади. Кичик таёқчасимон *Pseudomonas fluorescens* спора ҳосил қилмайди (42-расм).



42-расм. *Pseudomonas fluorescens*

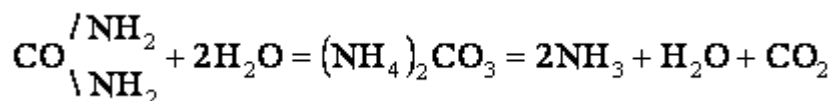
Оқсиллар парчаланганда сув, карбонат ангидрид, аммиак, водород сульфид, метилмеркаптан ( $\text{CH}_3\text{SH}$ ) ҳосил бўлади. Ёқимсиз ҳидли индол, скатаол каби моддалар ҳам ҳосил бўладилар. Бунда оқсилларга энг аввал протеолитик ферментлар таъсир этиб, пептонлар, полипептидлар ва аминокислоталар ҳосил қилади. В. Н. Шапошников кўрсатганидек, оқсилларнинг парчаланиши икки йўл билан боради:

Биринчидан, аминокислоталар бактериялар танасининг тузилиши учун сарфланади; иккинчидан, аминокислоталардан углерод манбаи сифатида фондаланилади. Бу жараёнда ҳосил бўлган ортиқча  $\text{NH}_2$  группа  $\text{NH}_3$  га айланади ёки  $\text{NH}_3$  органик кислоталар билан боғланади. Реакция охирига етмасдан баъзи кислоталар ёки спиртлар ҳосил бўлиши мумкин. Масалан, аланин аминокислотасидан пирозин кислотаси ва аммиак ҳосил бўлади.

Тупроқда органик моддаларнинг парчаланиш жарарёни иқлим шароити, тупроқ намунаси ва қўлланилган агротехника усулларига боғлиқ ҳолда турлича бориши мумкин. Масалан, Ўрта Осиёнинг бўз тупроқларида аммонификация жуда тез боради, чунки температура анча юкори ва баҳорда намлик етарли бўлади. Аксинча, Шимолий районларда температура паст бўлганлиги учун бу жараёнлар жуда секин боради. Қора ва каштан тупроқли зоналарда ҳам органик моддаларнинг парчаланиши секин боради.

Оқсилларнинг парчаланиши учун оптимум температура  $25-30^\circ$  бўлиши, шунингдек, парчаланадиган маҳсулотда етарли даражада намлик бўлиши керак.

*Мочевинанинг парчаланиши.* Мочевинани аммонификаторларнинг алоҳида группаси бўлган уробактериялар парчалайди. Бу бактерияларни 1862 йили Луи Пастер кашф этган. Уробактериялар мочевинани парчалаб,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  ва  $\text{CO}_2$  ҳосил қилади:



Уробактериялар аэроб типда нафас олувчилар бўлиб, буларда уреаза ферменти бўлганлиги учун мочевинани парчалайди. Мочевинани парчалаб, аммоний тузлари ҳосил қилиш уробактериялар учун муҳим аҳамиятга эга, чунки улар мочевинадан на углерод, на азот манбаи сифатида фойдалана олмайди. Бу бактериялар аммонийли тузларда, органик кислоталарнинг тузларида яхши ривожланадилар. Уробактерияларнинг электив культурасида, мочевина миқдори 3-10% бўлиши керак, натижада уробактериялар кўп миқдорда  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  ҳосил қилади ва муҳитнинг pH кўрсаткичи ишқорий томонга ўзгаради. Уробактериялар учун pH 7,5-8,5 бўлиши керак. Бу бактериялар юмалоқ ва узун таёқча шаклида бўлиши мумкин. Кўпчилиги спора ҳосил қилади. Масалан, *Planosarcina ureae* спора ҳосил қилади. Йирик, ҳаракатчан, перитриxa типда хивчинланган, спора ҳосил қилади. Спора ҳосил қилмайдиган таёқчасимон бактериялар ҳам табиатда кўплаб учрайди.

#### *Саволлар.*

1. Микорганизмлар томонидан азотли бирикмалар қандай ўзлаштирилади?
2. Чиритувчи бактерияларнинг фаолияти ҳақида.
3. Уробактериялар томонидан мочевина қандай парчаланadi.

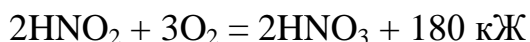
### **7.2. Нитрафикация ва денитрафикация жараёнлари**

*Нитрификация жараёни.* Аммонификация жараёнида ҳосил бўлган аммиакнинг бир қисми ўсимликлар томонидан ўзлаштирилса, қолган қисми нитрификация жараёнида азот кислотагача оксидланади. Нитрификация жараёнида иштирок этадиган бактерияларни 1889 йилда Виноградский кашф этган. Бу жараён икки фазада боради:

Биринчи фазада *Nitrosomonas* авлодига кирувчи бактериялар иштирок этади ва  $\text{NH}_3$  ни  $\text{HNO}_2$  гача оксидлайди:



Иккинчи фазада Nitrobacter авлодига кирувчи бактериялар иштирок этади. Улар  $\text{HNO}_2$  ва  $\text{HNO}_3$  гача оксидлайди:

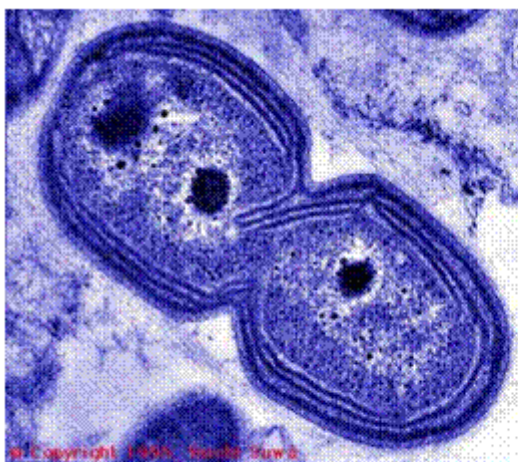


Nitrobacter тухумсимон шаклдаги куртакланувчи бактерия, ривожланиш циклида ҳаракатчан босқични ҳам ўтади.

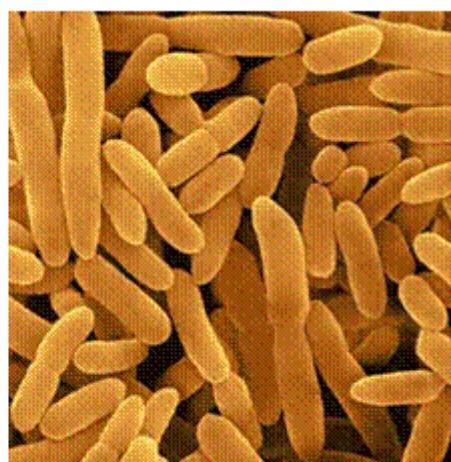
Nitrosomonas ва Nitrobacter доим бирга учрайди, бирининг ҳосил қилган маҳсулоти, иккинчиси томонидан ўзлаштирилади. Бунга *метабиоз* дейилади. Бирининг ҳосил қилган маҳсулоти иккинчиси учун озиқа манбаи ҳисобланади.

Нитрификаторлар химиявий энергия ҳисобига  $\text{CO}_2$  ва  $\text{H}_2\text{O}$  дан органик моддалар синтезлайди, энергияни эса  $\text{NH}_3$  нинг  $\text{HNO}_2$  гача ва  $\text{HNO}_2$  нинг  $\text{HNO}_3$  гача оксидланишидан оладилар, яъни хемосинтез жараёнини амалга оширадилар.

Нитрификация жараёнининг биринчи босқичи иккинчисига нисбатан жадал ўтади, чунки биринчи босқичда 658 кЖ, иккинчи босқичда атиги 180 кЖ энергия ажралади.



43-расм. Nitrosomonas sp



44-расм. Nitrobacter sp

Нитрификаторлар органик модда синтезлаш учун яшил ўсимликлар сингари,  $\text{CO}_2$  ни ёки  $\text{NaHCO}_3$  ни ўзлаштиради. Бикарбонатлар тез парчаланиб,  $\text{CO}_2$  ҳосил қилади:



Виноградский, нитрификаторлар органик моддаларга нисбатан жуда сезгир эканлигини аниқлайди, жуда сезгир, агар муҳитда бир оз кўпрок органик модда йиғилиб қолса, бактерияларнинг ўсиши секинлашади, агар янада кўпроқ тўпланса, бактериялар бутунлай ўсишдан тўхтади. Буларни қуйидаги 8-жадвал маълумотларидан кўриш мумкин.

8-жадвал

Нитрификацияловчи бактерияларнинг  
ўсишига органик моддаларнинг таъсири

Моддалар	Нитрозомонас		Нитробактер	
	ўсишни секинлаштиради (%)	ўсишни тўхтатади (%)	ўсишни секинлаштиради (%)	ўсишни тўхтатади (%)
Узум шакари	0,025	0,05	0,05	0,2
Пептон	0,025	0,2	0,08	1,25
Аспарагин	0,025	0,3	0,05	0,5

Нитрозомонас бир қисм углерод ўзлаштириши учун, 35 қисм азот, нитробактер эса 135 қисм азот оксидлаши керак, буни қуйидаги жадвал маълумотларидан кўриш мумкин.

9-жадвал

Нитрозомонас ва нитробактерияларнинг углерод ўзлаштириши  
билан азотни оксидлаши орасидаги боғланиш

Нитрозомонас бирлиги			
Оксидланган азот	722,0	506,1	928,3
Ўзлаштирилган углерод	19,7	17,2	26,4
Азотнинг углеродга нисбати	36,6	33,3	35,2



Натробактер			
Оксидланган азот	475	46	385
Ўзлаштирилган углевод	3,52	3,55	2,63
Азотнинг углеводга нисбати	135	131	146

Албатта, фотосинтезга нисбатан хемосинтез жараёнида оз миқдорда органик модда синтезланади, лекин хемосинтез жараёнининг ўзига хос хусусияти бор, чунки шу йўл билан ҳам органик моддалар синтезланишининг ўзи муҳим аҳамиятга эга ва бошқа организмларнинг яшаши учун замин тайёрлайди.

*Турли тупроқларда борадиган нитрификация жараёни.* Тупроқда борадиган нитрификация жараёни лаборатория шароитида олиб бориладиган нитрификациядан бошқача бўлади. Лаборатория шароитида органик моддаларнинг кўпайиши, яъни ортиши бактерияларга салбий таъсир этса, тупроқда бундай бўлмайди, чунки тупроқда органик моддаларнинг эрувчан формаси кам учрайди. Иккинчидан, тупроқда нитрификаторлар билан бирга бошқа бактериялар ҳам учрайдики, бу бактериялар органик моддаларни ўзлаштиради ва нитрификаторлар учун микророналар вужудга келтиради.

Нитрификаторлар муҳитнинг кислотали реакциясига сезгир ва рН 6,0 дан паст бўлса, жараён тўхтайдиган рН кўрсаткичи 6,2 дан то 9,2 гача бўлса, бактериялар яхши ривожланади. Нитрификация жараёни натижасида 1 га ерда 1 йилда 300 кг нитрат кислота тўпланади. Бутун ер юзига ҳисоблаганда, бу ниҳоятда катта кўрсаткични ташкил этади. Шунинг учун агрономияда, бу жараёнга катта аҳамият берилади. Нитрификация жараёни, аммонификация жараёни билан чамбарчас боғлиқдир, аммонификация қанча тез борса, нитрификация ҳам шунча интенсивлашади.

Нитрификаторлар ботқоқ тупроқлардан ташқари, ҳамма тупроқларда учрайди. Агар ботқоқ тупроқлар қуритилса ва уларга оҳак солинса, рН кўрсаткичи ўзгартирилса, у ерларда ҳам нитрификаторлар ривожлана бошлайди. Подзол тупроқларда нитрификация жараёни асосан тупроқнинг

хайдалма қатламида боради. Қора тупроқларнинг хайдалма қатламида ҳам бу жараён интенсив боради. Нитрификация жараёнида қатнашадиган бактериялар хатто 50 см чуқурликда ҳам учрайдилар.

Ўрта Осиёнинг бўз тупроқларида нитрификация жараёни жуда ҳам тез боради ва тупроқда кўп миқдорда нитратлар тўпланади. Лекин шўр тупроқларда бу жараён кучсиз боради ва нитрит кислота тўпланиши билан тугайди, чунки шўр тупроқларда нитробактер учрамайди. В. Л. Исаченко бу бактерияларни шўр сувларда ҳам учратмаган. Эндигина ўзлаштирилаётган шўр тупроқларда нитрификация жараёни асосан хайдалма қатламда бошланади, айниқса, сульфатли шўрланиш бактерияларга салбий таъсир этади. Шунингдек, нитрификаторлар тупроқнинг намлигига ҳам сезгир, куруқ тупроқда ёки намлик ҳаддан ташқари ортиб кетган шароитида улар яхши ривожланмайди.

*Денитрификация жараёни.* Денитрификация жараёни нитрификация жараёнининг акси бўлиб, бунда боғланган азот яна атмосферага эркин ҳолда қайтади. Бу жараён бевосита ва билвосита содир бўлади, чунки ниҳоятда хилма-хил жараёнлар натижасида нитратлардан молекуляр азот ҳосил бўлиши мумкин.

Бевосита денитрификацияда нитратлар денитрификацияловчи алоҳида бактериялар группасининг ҳаёт фаолияти туфайли қайтарилса, билвосита денитрификация жараёнида фақат аминокислоталар билан нитрит кислота ўзаро муносабатга кирадилар. Бунинг натижасида ҳам молекуляр азот ҳосил бўлади. Бевосита денитрификация жараёни табиатда, кўпроқ тупроқда, гўнгда ва сув ҳавзаларида кенг тарқалган денитрификацияловчи бактерияларнинг ҳаёт фаолияти туфайли содир бўлади:



Бу бактерияларга қуйидагилар мисол бўлади:

1. *Vac. denitroficans* таёқчасимон, перетриха типда хивчинланган, спора ҳосил қилмайди.
2. *Achromobacter* - майда таёқчалар, кўпинча занжир шаклида учрайди.

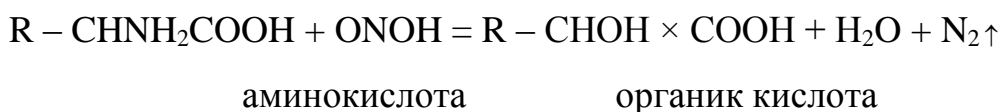
3. *Pseudomonas fluorescens* - ҳаракатчан, таёқчасимон бактерия.

4. *Pseudomonas pyocyanea*-таёқчасимон; кўк тусли пигмент ҳосил килади.

Денитрификация ҳам оксидланиш, ҳам кайтарилиш жараёнидир.

Бактериялар факультатив анаэроб бўлиб, кислород кўпайиб кетганда денитрификация жараёни тўхтайди. Анаэроб муҳитда нитратлар ва органик моддалар етарли бўлганда, дарҳол денитрификация бошланади, муҳитда кислород етишмаса, нитратларни қайтариб ўзига керакли бўлган кислород олади. Муҳитнинг pH кўрсаткичи -3,2-8,7 оралиғида бўлса, бу бактериялар яхши ривожланадилар.

Билвосита ёки бевосита денитрификация нитратлар билан аминларнинг ўзаро химиявий йўл билан реакцияга кириши туфайли боради, бунда бевосита денитрификацияга қараганда икки марта кўп азот ҳосил бўлади:



*Молекуляр ҳолатдаги азотни ўзлаштирувчи микроорганизмлар.* Ҳаво таркибида 78-80% азот бўлади, лекин уни яшил ўсимликлар ва ҳайвонлар ўзлаштира олмайдилар. Азот, моддаларнинг биологик ўзгаришида икки йўл билан иштирок этади.

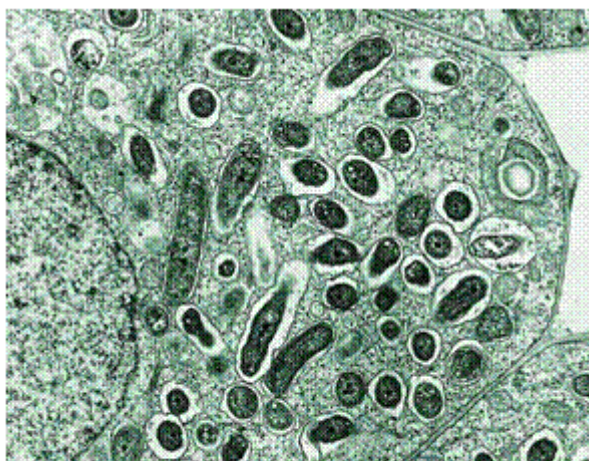
Биринчи йўлда электр зарядсизланиш вақтида (кучли чақмоқ бўлганда), фотохимиявий оксидланиш рўй беради, бунда  $\text{N}_2 \rightarrow \text{NO}_2$  га айланади. Ҳосил бўлган  $\text{NO}_2$  сувда ва тупроқда яна оксидланиб,  $\text{HNO}_3$  га айланади. Бир йилда яна шу йўл билан 1 м<sup>2</sup> майдонда 30 мг  $\text{NO}_3$  тўпланади.

Иккинчи йўлда молекуляр азотни, азот тўпловчи микроорганизмлар ўзлаштирадилар. Булар икки гурпуага бўлинади:

1. Туганак бактериялар, дуккакдош ўсимликлар билан симбиоз ҳолда ҳаёт кечириб, молекуляр ҳолдаги азотни ўзлаштирадилар.

2. Эркин ҳолда яшовчи азотфиксаторлар, молекуляр азотни ўзлаштирадилар.

*Туганак бактериялар.* М. С. Воронин (1886) дуккакдош ўсимликлар илдизида микроорганизмлар борлигини аниқлаган. Немис олимлари Г. Гельрнфель ва Г. Вильфарт (1886), қиздирилган (яъни барча бактериялари нобуд қилинган) қумга дуккакдош ўсимлик экиб, унинг илдизида тугунаклар ҳосил бўлмаганлигини кузатганлар. Ўз тажрибаларидан улар шундай хулоса чиқарадилар:



45-расм. *Rhizobium*

1. Азот билан озиқланиш жиҳатидан дуккакдош ўсимликлар бошқа ўсимликлардан кескин фарқ қиладилар.
2. Дуккакдош ўсимликларнинг ўзлари, атмосфера азотини ўзлаштира олмасдан, шу мақсадда уларнинг илдизида симбиоз ҳолда яшайдиган бактерияларни фаолиятдан фойдаланадилар.

Кейинчалик бу бактерияларни голландиялик олим М. Бейеринк соф ҳолда ажратиб олади ва *Bact. radicola* деб номлайди. Ҳозир бу бактериялар *Rhizobium* авлодига киритилган. Бу бактериялар сунъий муҳитда яхши ўсади. Лекин эркин азотни ўзлаштирамайди, фақат дуккакдош ўсимликлар билан симбиоз ҳолда яшаганда, азотни ўзлаштиради. Туганак бактерияларнинг ривожланиш цикли ўзига хосдир. Ёш даврида ҳаракатчан, хивчинланган бўлади, кейинчалик ҳаракатдан тўхтайтиди ва хужайраларида вакуола ҳосил бўлади. Вакуоалар гўё белбоғ ҳосил қилгандай бўлади, шунинг учун бактериялар бу даврда “белбоғли” бўлади. Таёкчалар шу вақтда тармоқланади ва бактериод деб номланади. Бактериодлар шарсимон коккларга ажралади, булардан яна ҳаракатчан таёкчалар ўсиб чиқади.

Тупрокда учрайдиган тугунак бактериялар дуккакдош ўсимлик илдиз тукчалари атрофида тўпланади ва уларнинг пўстини эритиб, илдиз хужайрасига ўтади ва кўпая бошлайди, хужайраларни тўлдириб юборади. Ўсимлик ўз навбатида илдиз хужайраларининг бўлиниш жараёнини тезлаштиради ва бактерияларни тугунак ичига ўраб олади. Бактериялар ишлаб чиқарадиган физиологик фаол моддалар илдиз хужайраларининг бўлинишини янада тезлаштиради ва илдизга кўп миқдорда шакар оқиб келишини таъминлайди. Бактериялар шакарлар билан озиқланади ва ўсимликни азот билан таъминлайди.

Агар дуккакдош ўсимликка бор (B) микроэлементи берилса, симбиоз иккала организм учун фойдали бўлади, агар бор етишмаса, Н. Торнтон кўрсатганидек, флоэма найлари яхши ривожланмайди, натижада шакарлар илдизга кам келади ва тугунак бактерия паразит ҳолда озиқланишга ўтади. Шундай қилиб, тугунак бактерия ўсимликка, ўсимлик бактерияга мослашиб боради.

Тугунак бактериялар ўзига хос хусусиятга эга. Ҳозир буларнинг 20 дан ортиқ ирқи маълум. Ҳар бир ирқ маълум ўсимликда яшайди. Масалан, себарга илдизида ризобиум трифолия, соя илдизида - ризобиум японикум, ловия илдизида - ризобиум фассоли, беда ва қашқарбеда илдизида - ризобиум мелилоти, нўхат, хушбўй нўхат, бурчоқ ва нутда - ризобиум легиминозарум, люпин илдизида - ризобиум лупини бактериялари тугунаклар ҳосил қиладилар. Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, тугунак бактерияларда ҳар хил дуккакдош ўсимликларга нисбатан мосланиш хусусияти бор, лекин, ҳар бир ўсимликни ўзига мос бўлган бактерия турлари мавжуд. Шу хусусиятига кўра, уларни қуйидаги группаларга бўлиш мумкин:

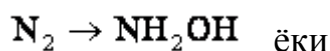
- 1) нўхат, нут ёввойи нўхат, хина ва бурчоқ бактериялари;
- 2) люпин ва сераделла бактериялари;
- 3) беда ва қашқарбеда бактериялари;
- 4) ловия бактериялари;
- 5) соя бактериялари;

б) себарга бактериялари.

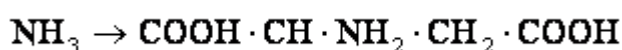
Булар, тугунаклар ҳосил қилиш ва азот тўплаш фаолликлари жихатидан ҳам бир группа ичида бир-биридан кескин фарқ қиладилар.

Кейинги йилларда, нишонланган азот билан олиб борилган тажрибалар шуни кўрсатдики, тугунак бактериялар ўзи азотни ўзлаштира олмасдан, фақат дуккакдош ўсимлик билан бирга бўлгандагина ўзлаштирар экан.

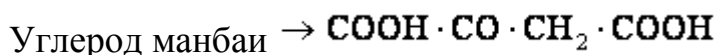
Тупроқдаги тугунак бактерияларни ажратиб олиш учун Красильников ва Кореняно (1940) методи қўлланилади. Бунинг учун дуккакдош ўсимликлар уруғи сулема ( $\text{HgCl}_2$ ) эритмаси ёрдамида стерилланади, кейин стерилланган сув билан ювилади. Кейин уруғ минерал ҳолдаги агар солинган катта пробиркаларга солинади. Бактерия юктириш учун тупроқ эритмасидан 1 мл қўшилади. Агар, тупроқда тугунак бактериялар бўлса, улар ўсимликда тугунаклар ҳосил қилади. Улар 2-3 ҳафтадан сўнг аниқ кўринади. Дуккакдош ўсимлик илдизидан қирқиб олинган тугунакдан  $\text{NH}_3$  ажралади. Фин олими Виртаненнинг фикрича, тугунак бактериялар азот ўзлаштирганда, энг аввал аспарагин кислота ҳосил бўлар экан:



гидроксиламин



аспарагин кислота



сирка кислота оксалат

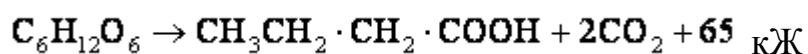
Виртанен фикрича, бактериялар кўп миқдорда азот ўзлаштирар экан, унинг бир қисми илдизлардан гидроксиламин ва оксалат-сирка кислота шаклида ажралиб чиқар экан.

*Молекуляр азотни симбиоз йўли билан тўплашда иштирок этадиган бошқа микроорганизмлар. Дуккакдош ўсимликлардан ташқари, илдизи*

молекуляр азотни тўпловчи микроорганизмлар билан симбиоз ҳолда яшайдиган дарахт ва буталарнинг 200 га яқин тури маълум. Булардан кайрағоч (*Alnus*) яхши ўрганилган. Бу дарахтнинг илдизларидаги тугунакларда актиномицетлар кўпроқ бўлиб, улар атмосфера азотини ўзлаштиради. *Rubiaceae* оиласига мансуб *Pavefta indica* баргларида ғуддалар ҳосил бўлади, ғуддаларда тугунак бактерияларга яқин бўлган ва атмосфера азотини тўплай оладиган *Mycobacterium* бактерияси топилган. Маҳаллий аҳоли бу ўсимликдан яшил ўғит сифатида фойдаланади.

*Тупроқда эркин ҳолда яшайдиган бактериялар томонидан молекуляр азот тўпланиши.* Тупроқда тугунак бактериялардан ташқари, атмосфера азотини тўплайдиган бошқа бактериялар ҳам учрайди. Виноградский (1893) махсус электив культура тайёрлаб, бу бактерияларни ажратиб олган. Электив культура тайёрлаш учун у озиқа муҳитига глюкоза ва бошқа тузлар қўшади, лекин азотли тузлар қўшмайди. Шунинг учун бундай муҳитда фақат азотни ўзлаштира оладиган бактериялар яшаши мумкин бўлади. Тажрибани анаэроб шароитда олиб боради ва азот тўпловчи *Clostridium pasterianum* бактериясини кашф этади. Бу бактерия дуксимон шаклда, 3 - 4 нм узунликда, эни 0,7 - 1,3 нм бўлиб, спора ҳосил қилади, танаси перитриха типда хивчинланган, ёш вақтида тез ҳаракатлана олади.

Клостридиум озиқа сифатида асосан глюкозадан фойдаланади, лекин сахароза ва фруктозани ҳам ўзлаштира олади, крахмал ва целлюлозани мутлақо ўзлаштира олмайди. Ҳаёт учун зарур бўлган эиергияни ёғ кислотали бижғиш жараёнидан олади:



мой кислота

Лаборатория шароитида клостридиум, 1 г бижғиган шакар ҳисобига 1-5, баъзан 5-10 мг азот тўплайди.

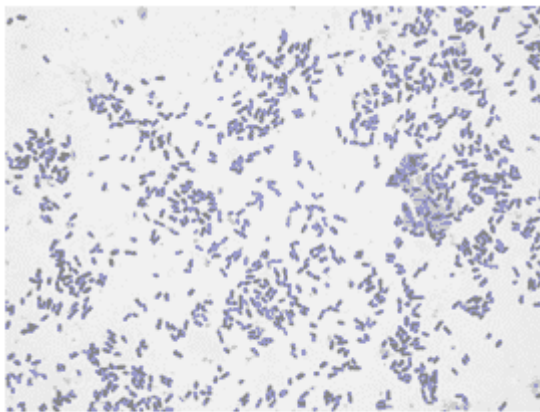
Олимларнинг фикрларича, бижғиш, жараёнида водород молекула ҳолида эмас, балки атомар (2H) ҳолда ажралиб, атмосфера азотининг аммиак ҳолида тўпланишида иштирок этар экан.

Вильсон Clostridium нинг Clost. butyrisum, Clost. beijerinckia, Clost. pectinovorum, Clost. acetobutylicum каби 15 га яқин тури ҳам азот тўплаш хусусиятига эга эканлигини аниқлаган. Лекин, булардан кўра, Clost. pasterianum атмосфера азотини энг кўп тўплайди. Тупрокда Clost. pasterianum доим аэроб усулда нафас олувчи Bac. closteriodes билан бирга учрайди, бу бактерия Clost. Pasterinaum учун анаэроб шароит яратиб берса, унинг ҳисобига Bac. closteriodes витаминлар билан таъминланади ва Clost. pasterianum дан азот олиб туради.

Клостридиум табиатда жуда кенг тарқалган, чунки у рН кўрсаткичи 4,5-9,0 гача тенг бўлган тупроқларда фаол бўлса ривожлана олади, шунинг учун ҳам кислотали, ишқорий, шўр ва қора тупроқларда ҳам учрайди. Тупроқнинг намлиги 60-80% (тўла нам сиғимига нисбатан) бўлса, яхши ривожланади. Клостридиумдан ташқари, тупрокда эркин ҳолда яшайдиган яна бир бактерия - азотобактерни голландиялик микробиолог Бейеринк 1901 йилда соф культура ҳолида ажратиб олган. Бу бактериянинг бир қанча тури маълум:

1. Azotobacter chroococcum - йирик шар шаклида (1 -10 нм), бир оз овалсимон, ҳужайралари кўпинча жуфт-жуфт бўлиб жойлашади. Кўпинча шилимшиқ капсула билан ўралган бўлади. Аэроб, кўп миқдорда кислород бўлган шароит талаб қилади. Бу бактериянинг ҳужайралари ёшлик даврида таёқча шаклида бўлса, ривожланган сайин эллипссимонлашиб, кейинроқ эса юмалоқ бўлиб боради. Ҳужайраларида жигар ранг пигмент ҳосил қилади, қари ҳужайралари йириклашиб, қалин пўст билан ўралади ва киста ҳосил қилади. Азотобактер ҳар 1 г бижғиган шакар ҳисобига 10- 15 мг, баъзан 20 мг гача азот тўплайди.





46-расм. *Azotobacter chroococcum*

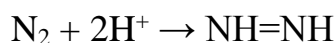
Муҳитнинг рН кўрсаткичига жуда сезгир, рН нинг оптимум нуқтаси .7,0-7,2, максимуми 9,0. Агар рН<5,6 бўлса, бу бактерия учрамайди, лекин бундай тупроққа оҳак солинса, дарҳол азотобактер пайдо бўлади. Намликка жуда талабчан. 25- 30° да яхши ривожланади. Азотобактер бўз, қора ва подзол тупроқларда, эрта баҳорда кўп учрайди.

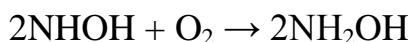
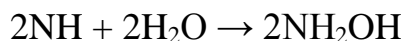
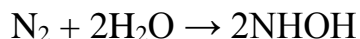
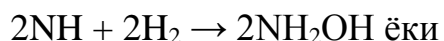
2. *Az agile* – хужайралари бирмунча йирик, серҳаракат бўлиб, қўнғир пигмент ҳосил қилмайди, лекин муҳитнинг бир оз товланишига сабаб бўлади.

3. Н. Сушкина шўр тупроқларда *Az. galophilum* борлигини аниқлаган.

Азотобактер учун энг яхши озиқа маннит -  $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CH}_2\text{OH}$ , лекин декстрин, глицерин, глюкозада ҳам яхши ривожланади. Азотобактер азотни ўзлаштирганидан сўнг биринчи галда  $\text{NH}_3$  ҳосил қилиши аниқланган.

Аммо, М. В. Фёдоров азотобактер томонидан азот тўпланиши бошқа йўл билан боришини кўрсатди. У жараёнда, хужайра протоплазмаси билан боғлиқ бўлган катализатор иштирок этишини кўрсатиб беради. Бундай фикрга келиш учун у катализатор таркибига кирувчи группаларни блокировка килади ва бунинг натижасида, азот тўпланиш жараёнида карбоксил ва аминогруппалар иштирок этмаслигини ва бу жараёнда асосан карбонил группа қатнашишини аниқлашга эришди. Карбонил группанинг кислороди, гидразин ҳосил қилар ва ҳосил бўлган гидразин актив водород ёрдамида, қайтарилиш реакциясига киришиб, аминокислоталар ҳосил қилишини аниқлади. Реакция қуйидагича боради:





гидроксиламин

Ҳосил бўлган гидроксиламин органик кислоталар билан реакцияга киришиб, бир қатор аминокислоталар ҳосил қилади.

Азотобактерни ўрганиш устида жуда кўп ишлар қилинган ва бундай тадқиқотлар ҳозиргача давом эттирилиб келинмоқда.

*Азот тўпловчи бошқа микроорганизмлар.* Америкалик олимлар Жест ва Камен азот тўплаш хусусиятига эга бўлган яна 19 турга мансуб бактерияларни топганлар. Кўпчилик ёғ кислотали бижғитувчи ва *Clostridium* авлодига мансуб бактериялар азот тўплаш хусусиятига эга эканлиги, бу хусусият ҳатто актиномицетлар, моғор замбуруғлари, ачитқи замбуруғлар ва кўк-яшил сувўтларида ҳам бор эканлиги аниқланган. Шундай хусусиятга эга тупроқда 30 га яқин азот ўзлаштирувчи кўк-яшил сувўтлари топилган.

Р. Старки ва П. Де (1939) Ҳиндистондаги шолিপоялардан *Az. indicum* ни топганлар, бу бактерия ҳатто кислотали тупроқларда ҳам учрайди.

Голландиялик микробиолог Бейеринк номи билан аталган *Az. Beijerinckiae* ҳам топилган. Бу бактерия овалсимон, 2-3 нм узунликда, (шилимшиқ капсулалар) бўлиб, бурмали колониялар ҳосил қилади. Қариганда қизғиш ёки тўқ жигар рангга киради, ёш вақтида ҳаракатчан. Азотобактерга ўхшаш 16 - 20 мг азот тўплайди (1 г шакар ҳисобига). Бу бактерия тропик зона ва Грузия тупроқларида кўпроқ учрайди.

Голландиялик олим Деркса номи билан аталган яна бир бактерия - *Deria* - таёқчасимон, бир хивчинли бўлиб, колонияси шилимшиқ, қариганда сариқ-кўнғир рангга бўялади.

*Азот тўпловчи микобактериялар.* Кейинги йилларда атмосфера азотини ўзлаштирувчи микобактерияларнинг янги турлари топилган. М. В. Фёдоров ва Т. А. Калининская (1960) *Myc. flavum*, *Pseud. radiobacter* ни кашф

этганлар. Калининская (1963) азот тўпловчи микобактерияларни турли моддаларга бўлган талабига қараб 3 гурпуага бўлади.

Бу гурпуага: 1) витамин талаб қилувчилар, 2) аминокислота талаб қилувчилар, 3) ўз озиқа муҳитида оз миқдорда боғланган азот бўлишини талаб қилувчилар қиради.

Н. П. Львов (1964) подзол тупроқлардан янги тур *Azotobasortum* ни топади, бу бактерия муҳитда оз миқдорда боғланган азот бўлсагина атмосфера азотини ўзлаштира олади. 1 г шакар ҳисобига 9-11 мг азот тўплайди. Озиқа сифатида органик кислоталар ва спиртлардан фойдаланади. Бу бактерия яна иккита йўлдош бактериялар билан бирга учрайди. Булар глюкозани ўзлаштириб, органик кислоталар ҳосил қилади. Молибден микроэлементи берилса, азотобактерларнинг иш фаолияти ортади, чунки молибден гидрогенеза ферментининг таркибига қиради.

Баъзи бир бактерияларни вакиллариға, масалан, *Azot. agile*, *Mycobacterium flovum* га ванадий микроэлементи ҳам яхши таъсир этади.

Мис (Си) микроэлементи 1 л сувда 5 мг ( $\text{CuSO}_4$ ) миқдорда, *Az. Beijjrinckae* ва *Myc. flavum* нинг фаоллигини оширса, *Azot. chroococcum* га салбий таъсир этади.

*Лишайниклар томонидан атмосфера азотининг ўзлаштирилиши.* Лишайниклар сув ўти билан замбуруғлардан ташкил топган симбиоз организмлардир. 1936 йили лишайник танасидан учинчи вакил азот тўпловчи бактерия ажратиб олинган. Лекин, Красильников бу фикрга қарши чиқади. У лишайник танасидан *Pseudomonas* ва *Bacterium* ни ажратиб олади. 1973 йилда П. А. Генкель ва Т. Т. Плотникова баъзи лишайниклардан *Azotobacter Beijjrinck* ни ажратиб оладилар, бу бактерия ҳам 1 г маннит ҳисобига 4,6-6-7 мг азотни ўзлаштирилишини аниқладилар. Бу фикрни қўпчилик олимлар тан олишган.

*Қишлоқ хўжалиги учун азот фиксациянинг аҳамияти.* Микроорганизмлар томонидан атмосфера азотининг ўзлаштирилиши ер юзида биологик йўл билан тўпланадиган ҳосилнинг умумий миқдорига катта

таъсир кўрсатади. Шунинг учун атмосфера азотининг биологик йўл билан ўзлаштирилишини ўрганиш кишлоқ хўжалиги ва биология фани учун муҳим аҳамиятга эга бўлган муаммолардан биридир.

Ер қобиғидаги азотнинг умумий миқдори (массаси) 0,04%, ҳаво таркибида 78% молекуляр азот учрайди ёки  $4 \times 10^{15}$  т га тенг. Лекин на одамлар, на ҳайвонлар ва на ўсимликлар молекуляр ҳолатдаги азотни ўзлаштира ололмайдилар.

Тахминий ҳисобларга кўра, бир йилда ер юзи бўйича ўсимликлар 100-110 млн тонна азот талаб қилар экан. Минерал ўғитлар билан эса атиги 30 % азот тупроққа тушар экан.

Мишустиннинг ҳисобига кўра, собиқ иттифоқ мамлакатларида барча дуккакдош ўсимликлар бир йилда 2,3 миллион тонна, азот тўпловчи бактериялар 3,4 миллион тонна азот тўплар экан. Шундай қилиб, биологик йўл билан тўпланадиган азот миқдори 5,7 миллион тоннани ташкил этар экан.

Демак, табиатда азот доим айланиб турар экан. Яшил ўсимликлар боғланган азотдан ва углеводлардан ўзининг ривожланиши учун зарур бўлган оксил моддаларни синтезлайди. Ўсимликларни ҳайвонлар истеъмол қилади. Нобуд бўлган ўсимлик ва ҳайвонлар қолдиғи бактериялар томонидан чириш жараёнига учрайди ва  $\text{NH}_3$  ҳосил бўлади.  $\text{NH}_3$  нинг бир қисми ўсимликлар томонидан ўзлаштирилса, бир қисми нитрификацияга учрайди.

Азот тўпловчилар атмосфера азотини ўзлаштириб, яна оксиллар синтезини таъминлайди, бу оксиллар чиритувчи бактериялар томонидан парчаланади. Денитрификаторлар нитратларни парчалаб, атмосферага азот қайтаради. Шундай қилиб, азот табиатда айланиб юради.

### **7.3. Бактериал ўғитлар.**

Тупроқдаги микробиологик жараёнларга ва микробларга бактериологик ўғитлар кучли таъсир кўрсатадиган факторлардан бири

ҳисобланади. Бактериал ўғитлар хилма-хил бўлади: нитрагин, азотобактерин, фосфобактерин, АМБ ва бошқалар. Турли дуккакдош ўсимликларнинг уруғига экишдан олдин нитрагин билан ишлов берилса (1 га ерга экиладиган уруғ учун 5-10 г нитрагин керак), уларнинг ҳосили ўрта ҳисобда 10-15% юқори бўлади.

Нитрагин таркибида актив туганак бактериялари бўлади, улар кўплаб атмосфера азоти тўплайди ва ҳосилни оширади. Шунингдек, ҳосилнинг сифати ҳам яхшиланади, яъни кўп микдорда оксил, аминокислоталар ва В группага мансуб витаминлар синтезланади

Нитрагин турли шаклда: торфли аралашма, тупроқли аралашма, агарли аралашма ва суяқ ҳолда ишлаб чиқарилади. Шулардан энг кўп ишлатиладигани торфли аралашма бўлиб, бу аралашмадан АҚШ, Австралия, Янги Зеландия, Канадада, Ҳиндистонда ва бошқа Европа мамлакатларида кенг равишда фойдаланилади.

#### **7.4. Азотобактерин ва АМБ препарати.**

Азотобактерин таркибида азотобактер бўлади, уни тайёрлаш учун азотобактер агарли муҳитда ўстирилади. 1 грамида 40 млн азотобактер хужайраси бўлади, 1 га ерга экиладиган уруғлар учун 10-15 г азотобактерин етарли.

Бу препарат таркибида ҳар хил бактериялар: аммонификаторлар, азотфиксаторлар, целлюлозани парчаловчилар ҳам учрайди. Бу бактериялар табиий унумдор тупроқларнинг асосий микрофлорасини ташкил этади. Шунинг учун автохтон микрофлора деб аталади. Одатда, кеч кузда ва қиш ойларида нордон тупроқларда нам кўп бўлиши ва тупроқ температурасининг пасайиб кетиши натижасида микроорганизмларнинг фаоллиги пасайиб кетади. Шунинг учун ҳар гектар ерга 250 кг дан АМБ препарати солинса, яхши натижа беради. Қуйидаги жадвалда АМБ препаратини қўлланиши натижасида ҳосилдорликнинг ортиши кўрсатилган.

## АМБ препаратининг ҳосилднинг ортишига таъсири.

Ўсимликлар	Ҳосил (га/ц)		Ҳосилнинг ортиши	
	назорат	АМБ	га/ц	%
Кузги буғдой				
Беда-62	26,2	30,4	4,2	16,0
Хашаки лавлаги	136,0	229,0	93,9	68,4
Картошка	80,0	110,9	30,9	38,6

Ҳозирги вақтда АМБ препарати кўпроқ иссиқхоналарда етиштириладиган ўсимликлар учун кўпроқ ишлатилади. Бунинг учун иссиқхоналардаги и гўнг устига 30-40 см қалинликда АМБ препарати сочилади ва уч ҳафта шу ҳолда сақланади. Кейин бу ерда кўчат етиштирилади. Кўчатлар олингандан кейин гўнг сабзавотларни ўғитлаш учун ишлатилади.

### 7.5. Фосфобактерин.

1935 йили А. А. Менкина тупроқдан органик бирикмалардаги фосфорни парчалайдиган бактерияларни ажратиб олади. Бу бактериялар органик моддалардаги фосфорни ўзлаштиради ва фосфат кислота ҳосил қилади. Фосфат кислотани ўсимликлар ўзлаштира олади. Кўпчилик тупроқларда органик ҳолатдаги фосфор 28-35% гача бўлади, лекин ундан юксак ўсимликлар фойдалана олмайди.

Органик ҳолатдаги фосфорни парчаловчи бактериялар 2 хил: спора ҳосил қилувчи ва спора ҳосил қилмайдиган бўлади.

*Bac megaterium* var *phosphaticum* бактерияси йирик, 5-6 нм узунликдаги, эни 1,8-2 нм, спорасининг узунлиги 1,2 нм, эни 0,7 нм бўлган бактериядир.

*B. seracina* 1,8-2 нм узунликдаги таёқчасимон, эни 0,5 нм бўлган факультатив анаэроб бактерия.

*Саволлар.*

1. Бактериал ўғитлардан фойдаланиш тарихи ҳақида маълумот беринг.
2. Туганак бактерияларнинг хоссалари нималардан иборат?
3. Нитрагин препарати ишлаб чиқаришнинг технологик чизмасини изоҳлаб беринг.
4. Азотобактеринни ишлаб чиқаришда қандай продуцентлардан фойдаланилади?
5. Фосфобактерин ишлаб чиқаришда қандай микроорганизмлардан фойдаланилади?

## VIII-БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАР БИОКИМЁСИ

### 8.1. Микроорганизмларда аминокислоталар, оксиллар, витаминлар ва бошқа бирикмаларнинг синтеzlаниши

Ҳозирги вақтда ҳар хил бирикмалар олиш учун саноатнинг турли соҳаларида микроорганизмлардан кенг фойдаланилади. Инсоният жуда қадим замонлардан бери ўзининг кундалик ҳаётида микроорганизмлардан фойдаланиб келган (масалан, қатиқ ивитиш, қимиз, пишлоқ тайёрлаш, новвойчилик, сирка ва вино олиш ишларида). Кейинги йилларда микроорганизмларнинг ривожланиш қонуниятлари яхши ўрганилган сари, улар турли моддаларни синтезлай олиши маълум бўлди. Чунки микроорганизмларнинг биохимиявий хусусиятлари ниҳоятда кўп ва улардан кенг миқёсда фойдаланиш мумкин. Масалан, микроорганизмлардан олинган оксил, чорвачилик ва паррандачиликда бемалол ўсимлик оксили ўрнини боса олади.

Озиқ-овқат саноатида, дон таркибидаги амилаза ферменти ўрнини моғор замбуруғлари ва бактерияларнинг амилаolitik ферментлари босади деган фикрлар бор. Ҳозирги вақтда микроорганизмлар оксидан озиқ-овқат саноатида ва техник мақсадлар учун фойдаланиш масаласи ҳал қилиниши лозим бўлган масалалардан биридир. Яқин орада микроорганизмлардан олинадиган мойлар ўсимлик мойлари ўрнини босадиган бўлади ёки микроорганизмлар ҳужайрасида учрайдиган целлюлаза ферментидан халқ хўжалигининг турли соҳаларида ёки протеаза ферментларидан озиқ-овқат, гидролиз микробиология саноатларида ва тиббиёт амалиётида кенг миқёсда фойдаланиш мумкин бўлади.

Новвойчиликда амилаolitik ферментлардан кенг фойдаланилади. Амилаза ферменти ноннинг сифатли бўлишида муҳим аҳамиятга эга, чунки ун таркибида кўп миқдорда  $\beta$ -амилаза бор, лекин,  $\alpha$ -амилазанинг миқдори камроқ.  $\beta$ -амилаза крахмални парчалаб, кўпроқ мальтоза (моносахаридлар)



ҳосил қилади,  $\alpha$ -амилаза эса, шакарлар ҳосил қилади. Шунинг учун бир тонна унга 0,002% амилаза кўшилса, нон ниҳоятда сифатли бўлади. Моғор замбуруғларидан олинадиган амилаза шундай хусусиятга эга, шунинг учун ундан кенг миқёсда фойдаланиб келинмоқда.

Ачитқи замбуруғларини кўпайтириш учун озиқ муҳитига 8-10 соат мобайнида ҳаво юборилади, кейин ҳосил бўлган биомасса центрифугалаб, ювилади ва қуритилади, сўнгра қадокланади. Қанд заводларида шакар олинганидан кейин қолган маҳсулот - меласса ачитқи замбуруғларини кўпайтириш учун асосий озиқа муҳити ҳисобланади. Бунинг учун меласса суюлтирилади ва азотли, фосфорли минерал тузлар билан бойитилади.

Чорвачиликда озиқа сифатида ишлатиладиган *Torula utilis* замбуруғи қоғоз саноати чиқиндиларида кўпайтирилади. Бу қолдиқлар кальций бисульфит эритмасида 6-18 соат давомида қайнатилади ва кейин совутилиб, эритманинг рН кўрсаткичини 5 га етказилади ва  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  ҳамда  $\text{NH}_4\text{OH}$  тузлари билан бойитилади. Жараён анаэроб шароитда олиб борилади. Сўнгра, ҳосил бўлган биомасса қуритилади ва прессланади. Улардан кўп миқдорда озиқ олинади, таркибида оксиллар, ёғлар ва витаминлар бўлади.

Қуритилган ачитқи замбуруғининг таркиби (%):

Оқсил моддалари	47,28
Гликоген	8,07
Ёғлар	7,05
Кул	13,87
Ҳужайра пўсти ва сув	8,86.

Ачитқи замбуруғидан новвойчиликда, спирт ва вино ишлаб чиқариш саноатида кенг фойдаланилади.

*Микроорганизмларда синтезланадиган аминокислоталар.*

Микроорганизмларда турли-туман аминокислоталар, жумладан, лизин, триптофан, аргинин, треонин ва бошқалар синтезланади. Микробиология саноатида арзон хомашё - толуолдан диаминопимелин кислота, ундан эса, 70% га яқин лизин аминокислотасини олиш технологияси йўлга қўйилган.

Кейинги йилларда кўп мамлакатларда лизин аминокислотаси микробиологик йўл билан олинмоқда. Углерод манбаи сифатида меласса, гидролизатлар, глюкоза, фруктоза, сахароза, манноза, мальтоза, ксилоза ва органик кислоталардан (кахрабо, сут, фумар, пирозин кислоталар) 2% дан 15% гача концентрацияда ишлатилади.

Азот манбаи сифатида органик бирикмалардан (пептон, казеин гидролизати, балик уни) ёки анорганик тузлардан (аммоний тузлари, мочевино, аминлар ва бошқалардан) фойдаланилади.

1 т кристалл ҳолатдаги лизин олиш учун 10-11 т меласса керак бўлади. Ҳозирги вақтда лизинни умумий миқдоридан 85% микробиологик йўл билан 10%, гидролиз йўли билан ва 5%-химиявий йўл билан олинмоқда.

L-аргинин *Corynebacterium* ёки *Mycobacterium* бактериясини мутантларидан олинади. Булар углерод ва азот етарли бўлган озиқа муҳитида ўстирилади, сўнгра аминокислота ажратиб олинади. Аргининдан медицина ва озиқ-овқат саноатида фойдаланилади.

Треонин аминокислотаси *Brevibacterium* ёки *Corynebacterium* дан олинади.

*Mycrococcus glutaminus* ва *Brevibacterium divricum* катта миқдорда глютамин кислотаси ва аланин аминокислоталарини синтез қиладилар.

Микроорганизмлар асосида ўсимликларни ўстирувчи модда - гиббереллин тайёрлаш ҳам йўлга қўйилган. Ҳозирги вақтда 30 га яқин гиббереллинсимон моддалар маълум, булардан энг муҳими гиббереллин A<sub>1</sub> - гиббереллин кислотадир. Бундай моддалар бактериялар, актиномицетлар ва бошқа микроорганизмлардан синтез бўладилар.

Кўпчилик микроорганизмлар турли-туман ферментлар синтезлайди. Бу ферментлар ҳужайра ичида бўлса - эндофермент, ташқи муҳитга ажратилса, экзофермент деб аталади. Ферментлар турли соҳаларда, жумладан, озиқ-овқат, вино, спирт, пиво пишириш саноатларида, органик кислоталар, аминокислоталар, витаминлар, антибиотиклар ва бошқа моддалар олишда муҳим аҳамиятга эга. Бундан ташқари, медицинада ва қишлоқ хўжалигида,

илмий текшириш институтларида ҳам ферментлардан кенг миқёсда фойдаланилади. Масалан, *Bac. subtilis* дан амилаза, *As1. griseus* дан протеаза, *As1. fradial* дан кератиназа ва протеиназалар олинади. Булардан ташқари целлюлоза, нуклеаза ва бошқа ферментларни ҳам микроорганизмлар синтезлайди.

Микроорганизмлар бир катор витаминлар ҳам синтезлаш хусусиятига эга. Баъзи турлари  $B_1$ ,  $B_2$  витамин, биотин, пантотен кислота, пиридоксин, никотин кислота ва бошқа физиологик фаол моддалар синтезлайдилар. Бошқалари провитаминлар - каротиноидлар ва каротин синтезлайдилар. Микробактериялар, актиномицетлар, метанобактериялар  $B_1$  витамин синтезлайди.

#### *Саволлар.*

1. Нитрификация жараёни химизмини тушунтиринг.
2. Денитрификацияда қайси микроорганизмлар иштирок этади?
3. Молекуляр азотни ўзлаштирувчи микроорганизмлар ҳақида нималарни биласиз?
4. Азот тўпловчи микобактериялар фаолиятини ёритиб беринг.
5. Лишайниклар нима ва улар томонидан азот қандай ўзлаштирилади?
6. Азотфиксация нима?

## IX-БОБ. ПАТОГЕН МИКРООРГАНИЗМЛАР

Патоген бактериялар одамларда, ҳайвонларда турли-туман касалликлар вужудга келтиради. Буларга стафилококклар, стрептококклар, пневмококклар, менингококклар, гонококклар ва бошқалар киради. Булар одамларда турли-туман яллиғланишни вужудга келтиради. Масалан, стафилококклар одамда чипқон (фурункул)ни вужудга келтиради. Патоген стафилококкларга қорамоллар, қўй ва эчкилар, отлар, оқ қуён ва оқ сичқонлар жуда чидамсиздир. Патоген стрептококклар одамда ва ҳайвонларда турли-туман яллиғланишларни, пневмококклар пневмонияни, менингококклар менингитни, гонококклар гонорея касалликларининг сабабчиларидир. Вабо касаллигининг сабабчиси пастерела, бруцеллёз касаллигини сабабчиси бруцелло кока бактериясидир.

Патоген анаэроб бактериялар коқшол (столбняк), ботулизм газли гангрена (қорасон), тўқималарнинг емирилиши ва бошқа касалликларнинг сабабчиларидир. Патоген корине бактериялар дифтерия касаллигини, патоген микобактериялар сил касаллигини, патоген риккетсиялар қизилчали тиф (сипной тиф) касаллигини чакирувчилари ҳисобланади.

Ўсимликларда ҳар хил касалликларни вужудга келтирувчи бактерияларни фитопатология фани ўрганади. Фитопатология фани XIX асрнинг 30 йилларида ташкил топа бошлаган. Касал ўсимликларни биринчи бўлиб Д. Кандол тасвирлаган эди.

Берриля (1882-1883) биринчи бўлиб бактериоз касалликларини ўрганади. Ҳозирги вақтда 300 дан ортиқ турга мансуб бўлган ўсимликларда турли касалликларни қўзғатувчи спора ҳосил қилувчи ва спора ҳосил қилмайдиган бактериялар, микобактериялар, псевдомонадалар ва бошқа микроорганизмлар маълум. Касал туғдирувчилар орасида монофаглар (фақат бир турдаги ўсимликларни касаллантирувчилар) ва полифаглар (кўп турдаги ўсимликларни касаллантирувчилар) маълум. Бактериоз касалликлари маълум ареаллар бўйича ёки кенг майдонларда учраши мумкин. Техник

Ўсимликларнинг касалланиши натижасида саноатга катта зарар келтиради. Масалан, данакли резавор меваларда учрайдиган куйиш - ожог, маккажўхорида сўлиш касалликлари кенг тарқалган.

Вўзада учрайдиган гоммоз натижасида-60%, ғаллаларда учрайдиган қорақуя натижасида 15-60% га яқин, помидорида учрайдиган рақ натижасида 70-96% га яқин ҳосил нобуд бўлади. Ёғочи қурилишда ишлатиладиган қайин, арча, бук қабн дарахтлар ҳам кенг миқёсда зарарланади.

*Фитопатоген псевдомонадалар.* Буларнинг тури жуда кўп бўлиб, ҳар хил ўсимликларда турли касалликлар кўзғатади. Буғдойда қорақуя касаллигини вужудга келтиради. Бу касаллик зарарланган дон орқали тарқалади. У Канада, АҚШ, Мексика, Австралияда ва Россиянинг Европа қисмида кенг тарқалган. Буғдой ўсимлигининг ҳамма органларини зарарлайди, ҳатто арпа, жавдар ва сулини ҳам зарарлайди.

*Ps. malvascelarium* ғўзада гоммоз касаллигини кўзғатади. Касалланган ўсимликнинг баргида тўқ яшил, юмалоқ ёки учбурчак шаклдаги ёғли доғлар пайдо қилади, ўсимликни пояси ҳам зарарланади. Кейин кўсакларда олдиниға тўқ яшил, кейинчалик қора рангли доғлар ҳосил қилади. Пояси тез синадиган бўлиб қолади.

Касаллик ҳосилни камайитириши билан бирға, толанинг сифатиға ҳам салбий таъсир этади. Бу касаллик зарарланган чигит орқали тарқалади, барча пахтакор районларда учрайди.

*Ps.beticola*, лавлаги ўсимлигида, сил касаллигини кўзғатади. Асосан қанд лавлаги ва хашаки лавлагини зарарлайди. Бундай касалланган лавлагининг илдиз тугунақларида турли ўсмалар ҳосил бўлади. У асосан зарарланган уруғ, тупроқ ва ўсимликларнинг қолдиғи орқали тарқалади.

*Ps.fobacia*, тамаки ўсимлигини касаллантиради, унинг барглари зарарланиши натижасида ҳосил 40-50% га камаяди, касаллик зарарланган уруғ орқали тарқалади.

*Ps.angulata*, ҳам тамаки баргида сариқ-яшил рангли доғлар ҳосил қилади, шу доғлар ичидаги тўқималар емирилади.

*Ps.gorloncevinum*, чой ўсимлигида рак касаллигини қўзғатади. Пўстлоғи остида бўртмалар ҳосил бўлади. Касаллик Грузияда кўпроқ тарқалган.

*Ps.phaseoli*, дуккакдош ўсимликларни зарарлайди. Баргларда қўнғир рангли доғлар ҳосил қилади, ҳосил 20-40% га камайиб кетади:

Булардан ташқари, беда, картошка, сабзи, помидор, бодринг; ковун, ковок, карам; гулкарам, данакли резавор мевалардан нок, тут илғоқ; цитрус ўсимликлардан лимон, апельсин, мандарин; хона гулларида олеандра, гиацинтларда ҳам турли-туман бактериоз касалликлари учратди.

*Фитопатоген бациллалар.* Булар ҳам турли-туман бўлиб, ўсимликларда касаллик қўзғатади. *Bac. mesentericus*, маккажўхори сўтасида бактериоз касаллигини қўзғатади. Ҳатто ўрик ва шафтоли меваларини ҳам зарарлайди, барглари зарарланса, емирилиб кетади. Бу касаллик биринчи марта Арманистонда аниқланган.

Фитопатоген бактериялардан *Bac. phytophthorum* картошкада қорасон касаллигини қўзғатади. Фитофтора поясининг пастки томонидаги паренхима тўқималаридан ўтказувчи найлар орқали бошқа жойларга ўтади, поя мўрт бўлиб қолади.

Касаллик зарарланган тугунаклар ёки тупроқ орқали тарқалади, бунда 5% дан 50% гача ҳосил нобуд бўлади.

*Bac. corotovorum* сабзаётларда чириш касаллигини келтириб чиқаради.

*Bac. tracheipilum*, бодринг, помидор ва шу оилага мансуб бошқа ўсимликларда сўлиш касаллигини вужудга келтиради. Бу касаллик дунё бўйича кенг тарқалган.

*Bac. amylovorum* мевали дарахтларда куйиш касаллигини вужудга келтиради, атиргулдошлар оиласининг 36 тага яқин турини зарарлайди, айниқса нок ва олма кўп зарарланади. Касалланган гул новдалар ва пишмаган мевалар қорайиб қолади. Касаллик жуда катта зарар келтиради. У кўп мамлакатларда тарқалган.

*Chromobacterium crevanense* ғўза ўсимлигида илдиз чириш касаллигини вужудга келтиради. *Chromobacterium vitivorum*- ток поясини касаллантиради.

*Фитопатоген замбуруғлар*. Турли мамлакатларда 150 йил мобайнида 187 турга мансуб *Verticillium* замбуруғи топилганлиги тўғрисида маълумотлар тўпланган. Шулардан Ўрта Осиёда 23 та тури, Ўзбекистонда 14 та турга мансуб бўлган вакиллари учрайди. Булардан *Verticillium dahliae* ғўза ўсимлигида вилт касаллигини қўзғатади.

Ўрта Осиёда бу касалликни биринчи бўлиб 1928 йилда Запрометов аниқлаган. 1929 йили эса Ячевский бу касалликни вужудга келтирадиган замбуруғ - *Verticillium dahliae* ни топади. Бу касаллик Арманистон, Озарбайжон, Тожикистон, Туркменистон ва Ўзбекистоннинг барча вилоятларида учрашини кўпгина олимлар аниқлаганлар.

Касаллик кенг тарқалишининг асосий сабаби бир ерга узоқ муддат бир хил ўсимлик экилишидир. Касаллик асосан, касалланган ўсимликлар қолдиғи, бегона ўтлар, тўпроқ, сув, зарарланган уруғ, ҳатто ҳаво орқали тарқалади.

*Vert. dahliae* сунъий озиқа муҳитида, айниқса, Чапек муҳитида яхши ўсади. Бошқа замбуруғлар сингари аввалига юмалоқ, бир оз бўртиб кўтарилган, оқ рангли мицелла ҳосил қилади, 10 кундан кейин кул ранг ва жигар рангга киради.

Колонияси ғовак, эни 1,5-3,5 нм, 3-7 кун ўтгач, мицелийдан ҳар томонга турли катталиқдаги пуфакчалар тарқалади. Бу пуфакчалардан ҳар томонга қараб 2-3 тадан гифлар чиқади. Колонияси бир хужайрали, овалсимон, рангсиз, 1,5-2,7 нм катталиқда гифлар учида конидиялар ҳосил бўлади. Улардан ташқари, оидиялар, хламидоспоралар ва микросклероцийлар ҳам ҳосил бўлади.

Бу паразит ғўза ўсимлигининг ўтказувчи найчалар системасини зарарлайди, у ерда мицелий ҳосил қилади. Мицелийда гифларнинг учида кўплаб конидиялар ҳосил бўлади, конидиялар ўсимликнинг бутун танаси бўйлаб тарқалади. Ўсимликнинг баргида сариқ доғлар ҳосил бўлади, кейин

ўсимлик сўлинқираб қолади. У айниқса ғўзага ривожланиш даврининг бошида кучли таъсир этади, бунда уруғпалла барглари 1-2 кун ичидаёқ сўлиб қолади.

*Фитопатоген бактерияларнинг тарқалиши ва уларга қарши кураш чоралари.* Турли-туман бактериоз касалликларининг тарқалишида асосий восита уруғдир, чунки уруғнинг ичига кириб олган ёки юзасига ёпишган фитопатоген бактериялар қиш совуғидан ҳимояланган бўлади. Уруғ унганда бактериялар ёш ниҳолларни зарарлайди, сўнгра ўтказувчи система орқали кўтарилиб, бутун ўсимликни зарарлайди. Бундан ташқари зарарланган уруғ орқали касаллик бошқа ҳудудларга ҳам тарқалиши мумкин. Уруғдан ташқари, бактериоз касалликлари зарарланган қаламчалар, тугунаклар орқали ҳам бошқа жойларга тарқалиши мумкин.

Асосан бактериоз касалликлари касал ўсимликлар қолдиғи (органлари) орқали тарқалади. Баъзан ёмғир томчилари орқали ҳам касаллик тарқалиши мумкин. Сув ҳам касаллик тарқатишда асосий воситалардан бири ҳисобланади. Бактериоз касалликларининг тарқалишида нематодалар, шилимшиклар, қушлар ҳам воситачи бўлиши мумкин.

Бактериоз касалликларига қарши кураш олиб бориш учун бактериялар биологиясини, улар учрайдиган жойларни яхши билиш зарур. Бактериозларга қарши асосан, химиявий, агротехникавий ва биологик усулларда кураш олиб борилади.

1. Химиявий усулда курашишда уруғни экишдан олдин дорилаш, қаламча ва туганакларни дезинфекциялаш зарур.

2. Агротехникавий усулда тупроқни дезинфекциялаш, ерга яхши ишлов бериш, зарарланган ўсимликларни дарҳол даладан олиб чиқиб кетиб, куйдириш зарур.

3. Биологик усулда тупроқда антогонист бактерияларнинг ривожланиши учун қулай шароит яратиш зарур.

Ниҳоят бактериоз касалликларига чидамли ўсимликлар навини яратиш ҳам муҳим аҳамиятга эга бўлган чоралардан биридир.



## 9.1. Иммуниетет тўғрисидаги таълимот

Юқумли касалликларнинг баъзи хили билан касалланиб, тузалган одам шу касалликларга берилмайдиган бўлиб қолиши аллақачон маълум бўлган эди. Масалан, бир марта қизамиқ билан оғриган бола иккинчи марта бу касаллик билан касалланмайди. Одам организмининг касаллик туғдирувчи микробларга берилмаслиги *иммуниетет* дейилади. Иммуниетет физиологик химоя реакцияларининг мураккаб комплексида иборат.

Иммунология фанни ривожлантиришда Луи Пастер, И. И. Мечников, Ру, Беринг, Л. С. Ценковский, Г. Н. Габричевский, Борде, Эрлих ва бошқалар ўз хиссаларини қўшганлар. Иммуниетет турлари ва шакллариининг турли классификацияси маълум. Шулардан энг оддий классификацияга мувофиқ: табиий имунитет (бунинг туғма турга алоқадор тури ва ҳаёт давомида орттирилган тури маълум) ва сунъий иммуниетет (буни вакцинациядан кейин пайдо бўладиган актив иммуниетет ва организмга шифобахш зардоблар ёки гамма глобулинлар юборилганидан кейин ҳосил бўладиган пассив иммуниетет) дир.

*Табиий иммуниетет.* Бу иммуниететнинг туғма тури, касалликка берилмасликни вужудга келтиради. У организмнинг биологик хусуятларидан келиб чиқади. Масалан, одамлар қорамол ўлати, товук вабоси ва бошқа касалликлар билан касалланмайди. Туғма иммуниететда ҳужайраларда рўй берадиган биохимиявий жараёнлар катта аҳамиятга эга. Одам юқумли касаллик билан касалланиб бўлганидан сўнг унинг организмда иммуниетет пайдо бўлади, бу ҳаётда орттирилган туридир.

Иммуниететнинг бу тури наслдан наслга ўтмайди. Масалан, одам бир марта кўк-йўтал, қизамиқ, туляремия билан касалланганидан кейин ҳосил бўлган иммуниетет умр бўйи сақланади. Лекин баъзи бир касалликлардан кейин ҳосил бўлган иммуниетет узоқ муддатли бўлмайди ва организм бир неча марта оғриши мумкин. Масалан, А типдаги вирусдан пайдо бўлган гриппдан сўнг иммуниетет 1-2 йил, В типдаги вирусдан пайдо бўлган

гриппдан сўнг 3-6 йил давом этади. Грипп вирусининг штамmlарининг кўплиги, уларни доимо ўзгариб туриши бир штамга ҳосил бўлган иммунитет бошқа штамдан сақлай олмайди. Грипп вирусигаги нейраминидазани ва гемагглютинини 10 дан ортиқ варинатлари бўлиб, бирига  $H_1N_1$  варианты  $H_2N_2$  вариантыдан сақлай олмайди.

Чақалоқларнинг пасcив иммунитети, она организмидаги йўлдош орқали қориндаги болага ёки она сути орқали чақалоққа антителалар ўтади. Бундай иммунитет қисқа муддатли бўлади, лекин унинг аҳамияти ниҳоятда катта, чунки, у 6 ой мобайнида организмни микроб юқишидан ҳимоя қилиб туради.

*Сунъий иммунитет.* Юқумли касаллик пайдо бўлмаслиги учун бу иммунитет организмда сунъий йўл билан яратилади. Сунъий иммунитетнинг актив ва пасcив формалари бор. Актив формаси одам организмига нобуд қилинган ёки заифлаштирилган вакцина юбориш билан ҳосил қилинади.

Заифлаштирилган тирик микроблардан иборат вакциналар ишлатилганда иммунитет 3-5 йил, нобуд қилинган микроблар вакцинаси ишлатилганда, бир йилгача давом этади.

Сунъий иммунитетнинг пасcив формаси одам организмига иммуноантителалар юборилганда ҳосил бўлади. Антителалар касалланган ҳайвонларнинг қон зардобидан олинади. Пасcив сунъий иммунитет бир ой атрофида сақланади, сўнгра антителалар емирилади ва организмдан чиқариб ташланади.

Маҳаллий иммунитет ҳам бўлиб, уни А. М. Безредка аниқлаган. Бу, турли орган ва тўқималарда қўзғатувчига берилмасликнинг маҳаллий хили. Масалан, вакцина ичирилса, касаллик бошланмайди, чунки ингичка ичакнинг шиллиқ пардаси вабо вибрионига берилмайдиган бўлиб қолади. Ичак деворида плазматик ҳужайралар бўлиб, улар микробларга қарши антителалар ишлаб чиқаради ва микробларга салбий таъсир этади.

*Иммунитет факторлари ва механизмлари.* Одамни касалликларга берилмайдиган қилиб қўядиган ҳимоя факторлари специфик, яъни маълум

бир кўзғатувчига қаратилган ва носпецифик, яъни одам ва кўпгина ҳайвонларга хос бўлиши мумкин. Носпецифик факторлар хилма-хил микроорганизмларга қарши ҳимояни амалга оширади.

Одам ва ҳайвон организмида патоген микроблар киришига тўсқинлик қиладиган ёки уларни нобуд қиладиган табиий ҳимоя воситалари бор. Буларга тери, шиллиқ пардалар, лимфа, ичак ва ошқозон шираси, лизоцим ферменти, ўт, сафро ва бошқалар мисол бўлади. Тери организмга кўпгина микробларнинг киришига йўл қўймайдиган тўсиқ бўлиб хизмат қилади. Ундан ажралиб турадиган тер ва ёғ безлар таркибида бўлган сут ва ёғ кислоталарнинг салбий таъсиридир, терига тушган микроблар 30 минутдан сўнг нобуд бўлади. Агар тери ифлос бўлса, унинг бактерицидлик хоссалари сусайиб кетади, шунинг учун терини доим тоза ҳолда сақлаш муҳим аҳамиятга эга.

Бурун, ҳалқум, нафас йўллари, ичак, сийдик-таносил йўллари ва кўз конъюнктивларининг шиллиқ пардаси янада кучли ҳимоя хоссаларига эга. Бу шилимшиқ, кўз ёши, сўлак, ҳазм безлари ишлаб чиқарадиган секретлар таркибида кўпгина микробларга салбий таъсир этувчи алоҳида моддалар бўлади. Ана шундай моддалардан бири лизоцимдир, у кўпгина сапрофит микробларга, патоген микробларга таъсир этади ва уларни эритиб юбориш хусусиятига эга.

Нафас йўллари шиллиқ пардасининг эпителийси организмга кирган патоген бактерияларни ушлаб қолади ва ташқарига чиқаради. Энг майда заррачалар ўпка альвеолаларига етиб боради ва бу ерда фагоцитлар томонидан тутиб қолинади, ундан лимфа тугунларига ўтказилади ва зарарсизлантирилади.

И. И. Мечников фагоцитоз назариясининг асосчиси ҳисобланади. Бу назариянинг маъноси, қуйидагилардан иборат: организмга ташқи муҳитдан кирган микроорганизмларни мёзодерма ҳужайралари ҳазм қилиб юборади. Донадор лейкоцитлар, лимфоцитлар, моноцитлар ва плазматик ҳужайралар фагоцитларга мисол бўлади.

Қўпгина юкумли касалликлар вақтида, беморнинг қон зардобиди специфик антителалар ҳосил бўлади, уларни маълум антиген орқали билиш мумкин. Иммуниет реакциялари специфик ва ниҳоятда сезгир бўлиб, диагностикада кенг қўлланилади.

Иммуниет реакциялари агглютинация, преципитация, комплементни боғлаш реакцияларидир. Иммуниет реакциялари антиген билан антителанинг специфик равишда ўзаро таъсир этишига асосланган.

Маълум антигенлар ёрдамида бемор ёки текширилаётган одамнинг қон зардобиди антителалар бор-йўқлигини аниқлаш мумкин.

*Агглютинация реакцияси.* Агглютинация реакцияси антителалар (агглютининлар)нинг яхлит микроб хужайралари ёки бошқа хужайралар билан специфик равишда ўзаро таъсир этишига асосланган. Шундай ўзаро таъсир натижасида чўкмага тушадиган агломерат зарралар ҳосил бўлади (агглютинат). Бу реакция икки фазада ўтади: биринчи фазаси - антиген билан антителанинг специфик тарзда бирикиши, иккинчиси - носпецифик фаза, яъни кўзга кўринадиган агглютинат ҳосил бўлишидир.

Агглютинат натрий хлорид иштирокида чўкмага тушади. Агглютинатдаги микроорганизмлар узок вақтгача тирик қолади, лекин ҳаракатчанлигини йўқотади. Агглютинация реакцияси юкумли касалликларнинг серологик диагностикасини ҳамда ажратиб олинган микробларнинг антиген структурасини аниқлаш учун кенг қўлланилади.

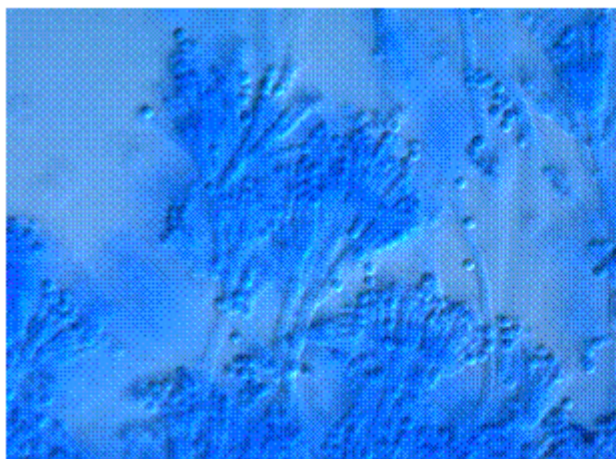
*Преципитация реакцияси.* Бу реакцияларда иштирок этадиган антителалар преципитатлардир. Организмда ҳосил бўладиган майда дисперсли антиген - антитела комплекси оддий методларда қўйилган преципитация реакциясида маълум бўлади. Масалан, куйдирги, тоун, туляремия, менингит касалликларни диагностикасида ҳалқасимон преципитация реакциясидан фойдаланилади. Бунинг учун ингичка пробиркаларга махсус иммун зардоб қуйилади ва унга жуда эҳтиётлик билан қоплам қилиб антиген туширилади. Икки суюқлик чегарасида ҳалқа, яъни преципитат пайдо бўлиши тегишли антиген борлигини кўрсатади.

*Комплементни бириктириш реакцияси.* Бактерил, вирус, протозой инфекцияларида, беморлар қон зардобидаги антигенни топиш учун, шунингдек, касал кишилардан ажратиб олинган вирусларни аниқлаш ва типини белгилаш учун шу реакциядан фойдаланилади. Бу реакцияда антиген, антитела ва комплементдан ташқари, реакция натижасини ифодаладиган гемолитик система ҳам иштирок этади. Комплементни бириктириш реакцияси икки фазада ўтади. Биринчи фазада - комплемент иштирокида антиген билан антителанинг ўзаро таъсирини, иккинчисида комплементнинг бириктириш даражасини гемолитик система ёрдамида билиб олиш мумкин.

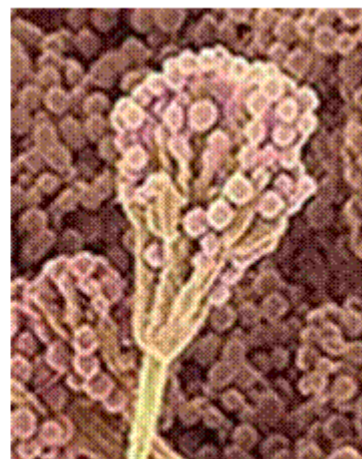
Комплементни бириктириш реакцияси захм (Вассерман реакцияси), сўзак (Боржангу реакцияси), токсоплазмоз, риккетсиоз ва вирус касалликлари диагностикасида қўлланилади.

## **9.2. Антибиотиклар ва фитонцидлар.**

Микроорганизмлар орасида антагонизм кенг тарқалган. Эволюцион таракқиёт натижасида бир тур, иккинчи турнинг ривожланишига тўсқинлик қилувчи усулларни яратишга интилган. Шундай факторлардан бири антибиотиклардир. Антибиотиклар одам ва ҳайвон организмида касаллик туғдирувчи айрим микроорганизмларни нобуд қилади. Масалан, стрептомицин турли микробларга қарши, пенициллин эса, стафилококк, газли гангрена, қоқшол, ботулизм касалликларини кўзғатувчиларга қарши ишлатилади.



47-расм. *Penicillium chrysogenum*



48-расм.  
*Penicillium notatum*

Пенициллин микроб хужайрасида оксил ва нуклеопротеидлар алмашилиши жараёнини бузилишига таъсир этади. Пенициллин ( $C_{16}H_{18}O_4N_2S$ ) *Penicillium chrysogenum* ва *Pen. notatum* дан олинади. У грам мусбат бактерияларга таъсир этади. Пенициллиннинг чала синтетик турлари: метициллин, оксациллин, клоксацилин, диклоксациллин, ампициллин, нафциллин, карбонциллин ва бошқалар стафилококкларга қарши ишлатилади.

Тупроқда яшовчи нурли замбуруғлар - актиномицетлардан кўпгина қимматли антибиотиклар олинади. Бу замбуруғлар Н. А. Красильников, А. Н. Коряненко ва С. А. Асқаровалар томонидан атрофлича ўрганилган.

1951 йилда Г. Ф. Гаузе ва М. Г. Бражниковлар нурли замбуруғлардан альбомицин ажратиб олганлар, бу препарат стафилококк, пневмококк ва дизентерия таёқчасига қарши ишлатилган. 1952 йилда эритромицин олинади, бу препарат микробларга, риккетсияларга ва баъзи вирусларга қарши таъсирга эгадир.

**Фитонцидлар.** Б. П. Токин юксак ўсимликлардан ажратиб олинган ва микробларга қарши ишлатиладиган моддаларга фитонцид номини берган. Фитонцидлар жуда кўп ўсимликларда ҳосил бўлади, жумладан, алоэда, дуккакдошлар дуккагида, турли ғалладошларда, горчица, помидор, хрен, эвкалипт, черёмуха, қайин ширасида учрайди. Айниқса, пиёз ва чеснокда фитонцидлар кўп бўлади. Улар бактериялар, актиномицетлар, замбуруғлар,

содда ҳайвонлар, ҳашаротлар ва бактериофагларга салбий таъсир этади. Осётр балиғидан экмолин деб номланган модда ажратиб олинган ва гриппга қарши ишлатилган. Тухум оқида, сўлакда, кўз ёшида, балғамда лизоцим бўлиб, сапрофит бактерияларни эритиш хусусиятига эга.

## **Х-БОБ. БИОТЕХНОЛОГИЯ АСОСЛАРИ**

### **10.1. Биотехнологиянинг ҳозирги биология фанидаги ўрни ва аҳамияти**

Маълумки, биологияга бошқа табиий фанлар - физика, химия, математика каби фанларнинг ютуқларини татбиқ қилиниши, замонавий биология фанининг ривожланишига олиб келди. XX асрнинг иккинчи ярмида биохимия, молекуляр генетика ва молекуляр биология соҳаларида эришилган фундаментал ютуқлар, ҳужайра фаолиятини бошқаришни турли механизмларини очилишига сабаб бўлди. Биология соҳасида яратилган оламшумул янгиликлар ва ишланмалар замонавий биотехнологияни ривожланишига тurtки бўлди ва улар қуйидагилардир:

- Биологик системалардаги ирсий ахборотни сақланиши ва авлоддан-авлодга узатилишида нуклеин кислоталар ролини исботланиши;
- Барча тирик организмлар учун универсал ҳисобланган генетик код тузилишини аниқланиши;
- Организмларнинг бир авлодини ҳаёти жараёнида генлар фаолиятини бошқариш механизмларини очиб берилиши;
- Микроорганизмлар, ўсимлик ва ҳайвон ҳужайралари культурасини олишнинг маълум бўлган технологияларини мукаммаллаштирилиши ва янги технологияларни яратилиши;

Генетик ва ҳужайра инженерияси методларини ривожланиши ва улар ёрдамида саноат миқёсида ишлатиладиган организмларнинг юқори маҳсулдор шакллари яратилиши.

“Биотехнология” атамасини 1917 йилда венгер инженери Карл Эреки киритган. У, бу атамани озуқа сифатида шакар лавлагидан фойдаланиб, чўчқаларни боқиш ва улардан қўшимча маҳсулот олиш жараёнига нисбатан ишлатган.



Карл Эркининг фикрича, биотехнология - бу, “тирик организмлар ёрдамида хом ашё маҳсулотларидан у ёки бу маҳсулот тайёрлашда бажариладиган барча турдаги ишлардир”.

Аммо, бу фикр қанчалик аниқ бўлишига қарамасдан, кенг тарқалмади.

Узоқ вақт давомида “биотехнология” атамаси, бир-биридан анчагина узоқда турадиган икки йўналишга нисбатан ишлатиб келинди. Бу йўналишларни бири-ишлаб-чиқариш даражасидаги ферментация жараёни бўлса, иккинчиси, ҳозирги вақтда эргономика (инсон билан фаолият кўрсатиб турган тизимнинг бошқа элементлари орасидаги ўзаро муносабатларни ўрганадиган фан тармоғи) деб юритиладиган соҳа бўлган.

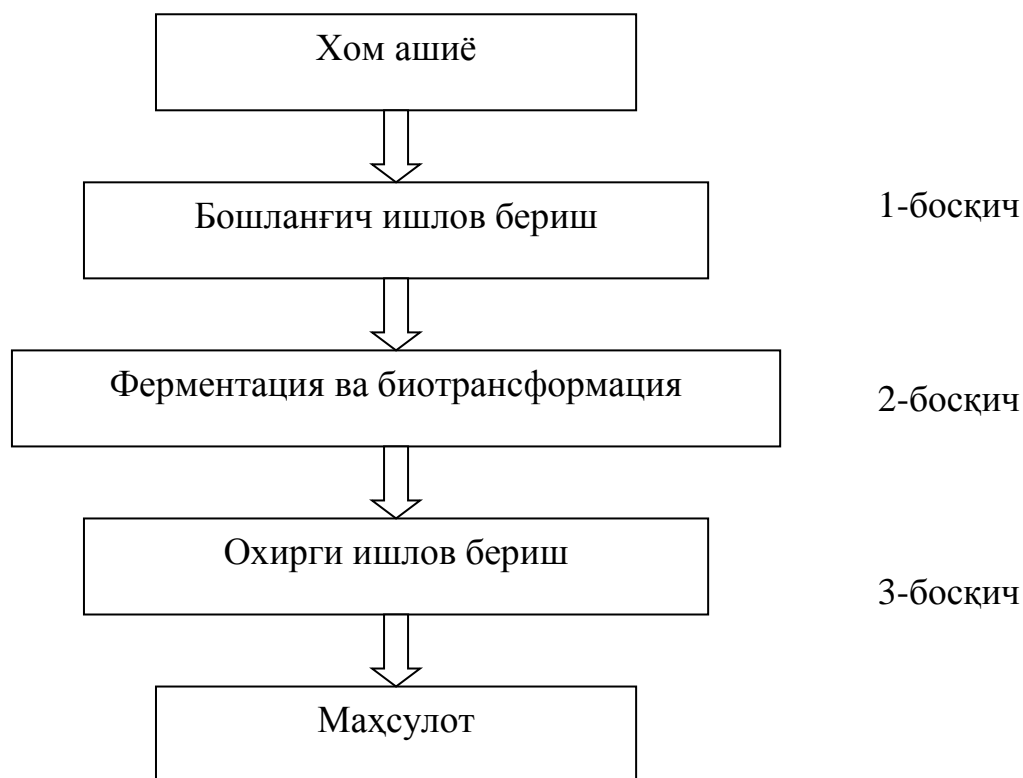
1961 йил Шведциялик микробиолог Карл Гёрен Хеден (“Journal of Microbiological and Biochemical Engineering and Technology”)

“Микробиологик ва кимёвий муҳандислик ва технологиялар” деб аталган журнали “Биотехнология ва биоинженерия” (“Biotechnology and Bioengineering”) деб аташ кераклигини асослаб бергандан кейин, ҳамма тортишувлар ўз ўрнини топгандек бўлди. Чунки, бу журнал амалий микробиология ва саноат ферментацияси соҳаларида бажарилган тадқиқотларни натижаларини чоп қилишга мўлжалланган эди.

Шу даврдан бошлаб, биотехнология атамаси – “тирик организмлар, биологик тизимлар ва жараёнлар иштирокида (ёрдамида), маҳсулотларни саноат миқёсида ишлаб чиқариш” жараёнларига нисбатан ишлатиладиган бўлди.

“Биотехнология” - микробиология, биохимия, молекуляр биология ва кимёвий инженерлик фанларининг ютуқларига таянади.

Саноат миқёсидаги биотехнологик жараёнлар, одатда 3 асосий босқичдан иборат:



1 - Бошланғич (дастлабки) ишлов бериш босқичида, хом ашёдан озуқа модда сифатида фойдаланиш мақсадида, уларда микроорганизмларни ўстириш ва кўпайтириш мумкин бўлган ҳолатгача ишлов берилади.

Ферментация ва биотрансформация босқичи энг мураккаб босқич бўлиб, у катта биореакторларда (ферментёрларда), танланган продуцент микроорганизмни экиб кўпайтириш ва улардан керакли метаболит, масалан антибиотик, аминокислота, фермент, органик кислота, гормон ва ҳ.к. ажратишни ўз ичига олади.

Охирги, ишлов бериш босқичида танланган маҳсулотни, у синтез бўлган ва тўпланган (локализация бўлган) жойига қараб, ёки хужайра ичидан ёки хужайра ташқарисидан (культурал суюқлигидан) ажратиб олинади.

Биотехнологик тадқиқотларни мақсади, юқорида келтирилган ҳар бир босқични самарадорлигини ошириш ва инсон фаолияти учун керакли бўлган маҳсулотларни синтез қилаоладиган (антибиотиклар, витаминлар, аминокислоталар, ферментлар ва ҳ.к.) микроорганизмларни танлаб топиш (скрининг) ёки яратиш (ген ёки хужайра инженерлиги, мутагенез, селекция

усуллари ёрдамида), танланган микроорганизм (продуцент)ни ўсиши, ривожланиши ва керакли маҳсулот синтез қилиши учун зарур бўлган шароитларни танлаш ва синтез бўлган моддани ажратиб олишни иқтисодий асосланган усуллари яратишдан иборат.

Ўтган асрни 60-70 йилларигача бундай тадқиқотлар, кўпроқ дастлабки ишлов бериш босқичи доирасида олиб борилган.

Кейинроқ, ферментация ва биотрансформация жараёнларида ишлатиладиган биореакторларни (уларни ферментёрлар деб ҳам юритилади) тузулишини мукаммаллаштириш, уларни ҳажмини катталаштириш устида илмий ва амалий тадқиқотлар олиб борилган. Шу йўл билан биотехнологик жараёнларни самарадорлигини ошишига эришилган.

Дарҳақиқат, биотехнологик жараёнларни оптималлаштирини жараёни энг мураккаб жараён ҳисобланади.

Оптималлаштириш орқали микроорганизмни маҳсулдорлигини ошишига эришилган. Самарадорликни оширишни яна бир йўли, табиий продуцентларни генетик конструкциясини ўзгартириш усулидир. Бу мақсадда, ультрабинофшо нурлари ва турли хил кимёвий мутаген препаратларни таъсиридан фойдаланилади. Бундай шароитда маҳсулотни миқдорини ошириш даражаси, биологик омиллар билан чегаралаб қўйилган бўлади. Масалан, агарда мутант штамм у ёки бу моддани жуда кўп миқдорда синтез қиладиган бўлса, у бошқа метаболик жараёнга салбий таъсир кўрсатиши мумкин, оқибатда бундай микроорганизмларни катта ҳажмли биореакторларда кўпайиши секинлашади ва вақт бирлигида биомасса тўпланиши камаяди.

Шунинг билан бир каторда, “индуцирланган мутагенез ва селекция” деб номланган, ўз даврида кенг ишлатилиб, ананага айланган стратегия, юқори фаолликга эга бўлган продуцентлар яратишда катта ёрдам берган. Масалан, мана шу йўл билан антибиотиклар синтез қиладиган штаммлар яратилган.

Микроорганизмларни генетик мукаммалаштириш қуйидаги босқичлардан иборат: скрининг (танлаш) → баҳолаш. Бу жараёнлар серхаражат бўлиб, узок вақт талаб қилади.

Бундан ташқари ушбу усул фақатгина (продуцент-микроорганизмида бор бўлган белгиларни (хосса ва хусусиятларни) мукаммалаштириш имконини беради холос. Микроорганизмга янги хусусият бераолмайди. Шунга қарамасдан ўтган асрнинг 70-йилларида шу усул билан кўплаб физиологик фаол маоддаларни ишлаб чиқариш самарадорлиги оширилган.

Биотехнологиянинг янги ривожланиш даври - ДНК технологияси яратилгандан кейин бошланди. Шундан кейин биотрансформация босқичини тўғрироқ йўлдан олиб боришга ва юқори даражада махсулдор бўлган штаммларни скрининг (танлаш) орқали эмас, балки тўғридан-тўғри яратиш имконияти пайдо бўлди. Микроорганизмлардан ва эукариот организмларнинг хужайраларидан инсулин, интерферон, ўстириш гормонлари, вирусли антигенлар ва бошқа кўплаб оқсил табиатли моддаларни ишлаб-чиқарда оладиган “фабрикалар” сифатида фойдаланадиган бўлди. Айнан биотехнологиянинг энг замонавий ютуқлари туфайли ўсимлик хужайралари ва ҳайвон тўқималари табиий биореакторларга айландилар. Эндиликда табиий ўсимлик ва ҳайвонларда кам учрайдиган ёки бутунлай бўлмаган генларни махсулотлари синтез бўладиган даражага кўтарилди. Булардан ташқари янги биотехнология турли хил касалликларни диагностикаси ва даволаниш шароитларини ҳам тубдан ўзгартириб юборди.

Биотехнология ва рекомбинант ДНК технологияси фанларининг чегарасида, илму-фаннинг рақобатбардош, динамик ўзгарувчан соҳаси - молекуляр биотехнология пайдо бўлди.

ТТ Тун дай қилиб, биотехнология сўзи грекча сўзлар йиғиндиси бўлиб, “БИОС” - ҳаёт, “техне” - саноат, техника ва “логос” - тушунча, таълимот маъноларини билдиради.

Биотехнологиянинг вазифалари:

- Инсон фаолияти учун керакли бўлган маҳсулотларни ишлаб чиқариш учун биологик объектлар, система ва жараёнлардан фойдаланиш;
- Ишлаб чиқаришда табиий ва гени ўзгартирилган микроорганизмлардан, хужайра культураларидан ва уларнинг алоҳида компонентларидан фойдаланишда биокимёвий, микробиологик ва инженерлик билимларининг ютуқларидан комплекс фойдаланиш;
- Рақобатбардош, иқтисодий ва функционал самарадор, рақобатбардош технологиялар яратиш.

Бу вазифаларни тўлақонли амалга ошириш учун нималар қилиш керак?

Биринчидан - хужайрада модда алмашинув жараёнини бошқариш орқали, керакли маҳсулотни тўпланишига эришиш.

Иккинчидан - хужайра ичида мўраккаб, самарали, ҳар хил ташки омилларга чидамли макромолекулалар синтез бўлишини бошқариш.

Учинчидан - янги натижаларга эришиш учун ДНК-биотехнологияси ва хужайра инженерияси услубларини янада чуқурлаштириш ва мукамаллаштириш.

Тўртинчидан - чиқиндисиз тоза биотехнологик жараёнлар яратиш.

Бешинчидан - биотехнология жараёнларида ишлатиладиган жихозларни замонавийлаштириш ва бу жараёнларни техник-иқтисодий кўрсатишларини яхшилаш.

Биотехнологиянинг йўналишлари:

- Соғлиқни сақлаш соҳасида, турли касалликларни даволаш, уларни диагностикаси ва профилактикаси учун янги биологик фаол моддалар ва доривор препаратлар яратиш;
- Қишлоқ хўжалиги соҳасида, ўсимликларни ҳар хил касал кўзгатувчилар ва зараркундалардан ҳимоялаш учун биологик воситалар, бактериал ўғитлар, ўсимлик ва ҳайвонларнинг ўсишини бошқарувчи биопрепаратлар, ноқулай атроф-муҳит омилларига чидамли бўлган ўсимликларни серхосил навларини ҳамда фойдали хусусиятга эга бўлган

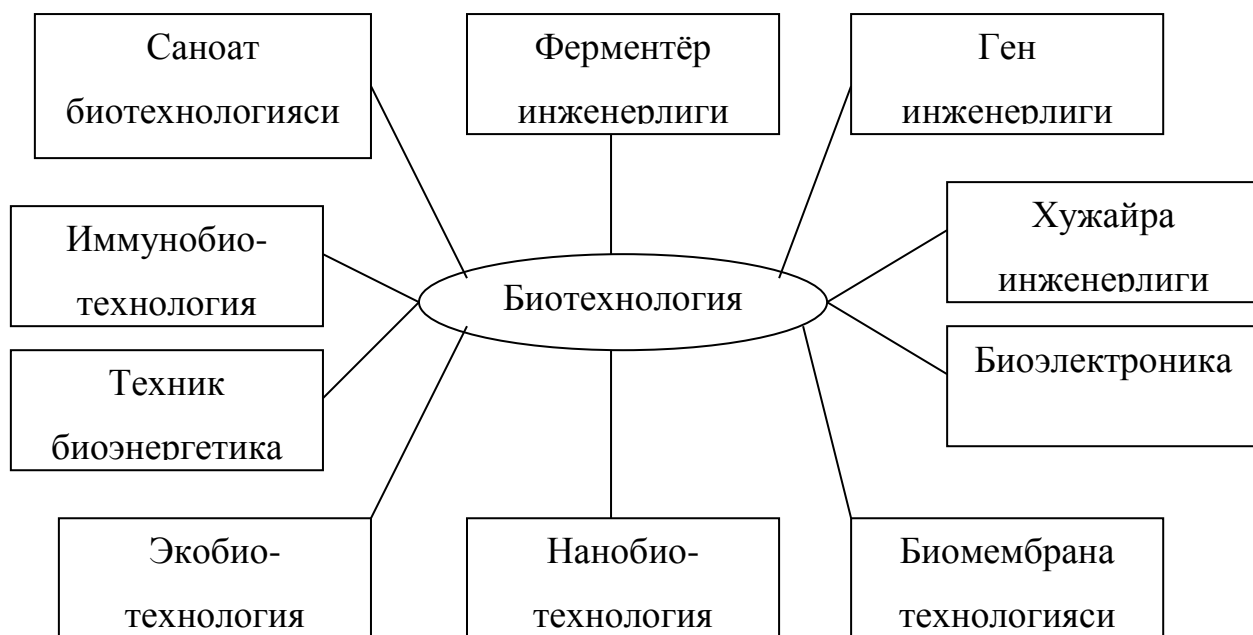
хайвонларни махсулдор зотларини (трансген хайвонлар). Улар учун қимматли бўлган ветеринария препаратлари, диагностикалар ва озуқа қўшилмаларини (озуқавий оксил, аминокислоталар, витаминлар, озуқаларни хазм қилишга ёрдам берувчи ферментлар ва б.) ва бошқа биопрепаратлар тайёрлаш технологияларини яратиш.

- Озиқ-овқат, кимё ва микробиология саноатлари учун қимматли бўлган маҳсулотлар ва уларни ишлаб-чиқариш учун янги, рақобатбардош—технологиялар яратиш;

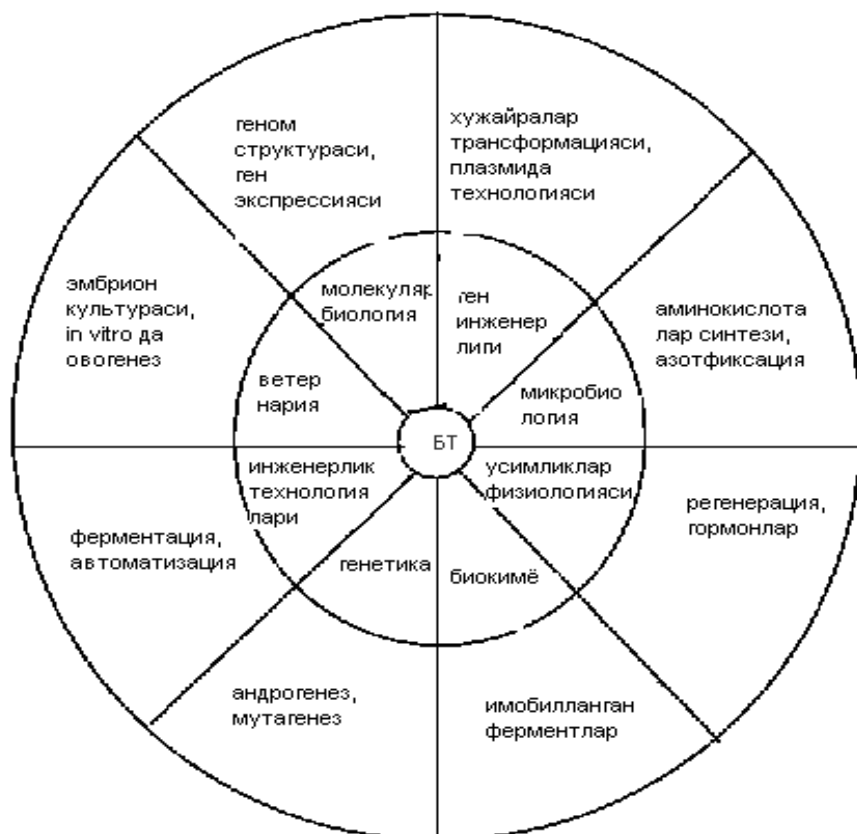
- Экология соҳасида, турли хил чиқиндилардан самарали фойдаланиш орқали экологик тоза, чиқиндиларсиз, рақобатбардош, энергия тежамкор технологиялар яратиш ва уларни ҳаётга тадбиқ этиш; ноанъанавий энергия манбаълари: биогаз, биоэтанол, биодизел ва б. яратиш технологияларини ишлаб-чиқиш ва х.к.

Демак, биотехнология - илмий - техникавий прогресснинг предметлараро соҳаси бўлиб, у биология, кимёвий ва техник билимлар тўқнашувида вужудга келган ва у янги биотехнологик жараёнларни яратишга қаратилгандир. Бу жараёнлар аксарият ҳолларда паст температурада амалга ошади, кам миқдорда энергия сарфлайди ва бошлангич хомашё сифатида арзон субстратлардан, ҳатто турли хил чиқиндилардан ҳам фойдаланди.

Ҳозирги замон биотехнологиясининг асосий йўналишларини қуйидагича изоҳлаш мумкин:



Шуни ҳам таъкидлаш лозимки, бу чизма биотехнологиянинг ҳозирги ҳолатини ифодалайди ҳолос, келажакда эса, қатор янги тармоқлар, йўналишлар шаклланиши муқаррар. Чунки, биотехнология ҳар хил фан соҳаларининг ютуқларидан фойдаланади ва улар асосида хилма-хил тижорат маҳсулотлари яратади. (2-чизма).



2-чизма: Биотехнология ва замонавий фанларни ўзаро алоқалари.

Биотехнология азалдан маълум бўлган инсонлар ишлатиб келаётган анъанавий жараёнлар, яъни пиво тайёрлаш, пишлоқ ишлаб чиқариш, шарк ширинликларини тайёрлаш, ҳамда чиқиндиларни қайта ишлаш каби жараёнларни ўз ичига олади ва бу жараёнларнинг барчасида биологик объектлар қатнашади.

Бугунги биотехнологияда янги ишланмаларни яратиш, ривожлантириш ва жараёнлардан оптимал фойдаланиш мақсадида кимё, микробиология, биокимё, молекуляр биология, кимёвий технология ва компьютер техникаси методларидан кенг фойдаланилади. (2-чизма).

Юқорида келтириб ўтилганидек, ўтган асрнинг 70-йилларидан бошлаб энг янги биотехнология, яъни молекуляр биотехнология шакллана бошлади. Бу фаннинг бир қими саноат микробиологияси ва кимё инженерлик соҳаларининг ютуқларига асосланган бўлса, унинг молекуляр қисми – микроорганизмларни молекуляр генетикаси, молекуляр биологияси ва нуклеин кислоталарни энзимологияси каби фан тармоқларининг ютуқларига асосланган.

Биотехнологиянинг ривожланиш тарихи қуйидаги жадвалда келтирилган.

11-жадвал

Молекуляр биотехнологиянинг ривожланиш тарихи

Сана	Воқеалар
1917	Карл Эреки “биотехнология” атамасини киритган
1943	Саноат миқёсида пенициллин ишлаб чиқарилган
1944	Эвери, Мак Леод ва Мак Картилар генетик материал ДНКдан тузилганлигини кўрсатиб беришган
1953	Уотсон ва Крик ДНК молекуласининг тузилишини аниқлашган
1961	“Биотехнология ва биоинженерия” журнали таъсис этилган



1961- 1966	Генетик код ўқиб чиқилган.
1970	Биринчи рестрикциял эндоуклеаза ажратиб олинган
1972	Тўлиқ ҳажмли тРНК гени синтез қилинган
1973	Рекомбинант ДНК технологиясига асос солинган
1975	Моноклонал антитела олинган
1976	Рекомбинант ДНКни олиш бўйича йўриқнома ишланган
1976	ДНКнинг нуклеотид кетма-кетлигини аниқлаш методи ишлаб чиқилган
1978	<i>E.coli</i> ёрдамида инсон инсулини ишлаб чиқилган
1982	Рекомбинант ДНК технологияси бўйича олинган 1 вакцинани ҳайвонларда қўллашга рухсат берилган
1983	Гибрид Тi–плазмидадан фойдаланиб, ўсимликлар трансформацияланган
1988	Полимеразанинг занжир реакцияси методи яратилган
1990	Инсоннинг соматик ҳужайрасидан фойдаланиб, ген терапиясини синаш режаси тасдиқланган.
1990	“Инсон геноми” лойиҳаси бўйича ишлар бошланган.
1994- 1995	Инсон хромосомасининг генетик ва физик харитаси чоп этилган.
1996	1-Рекомбинант оксил (эритропоэтин) катта миқдорда ишлаб чиқарган ва сотилган.
1996	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ни барча хромосомаларни нуклеотид кетма-кетлиги аниқлаган.
1997	Соматик ҳужайрадан сут эмизувчи ҳайвон клонлаштирилган
2003	Инсон геноми тўлиқ ўқиб чиқилган

2003 йил апрелда халқаро консорциум (геномни секвенлаш маркази; Вашингтон Университети ва Кембриждаги Сенгер маркази) АҚШ, Буюк

Британия, Германия, Франция, Япония ва Хитойлик олимлар, ўзларини 10 йил давом этган тадқиқотлари натижасини – Инсон геномини тўлиқ ўқиб чиққанликларини чоп этишган. Бу тадқиқотни баҳоси 3 млрд долларга тенг бўлиб, унинг натижасида инсон геноми 30 минг гendan ва 3 млрд нуклеотид асослардан тузилган эканлиги исботланди. Бундан ташқари бир қатор самарали технологиялар ва геномни харитасини тузувчи ускуна ва жихозлар яратилди.

Ўзбекистонда биотехнологияни фан сифатида икки йўналишини кўриш мумкин:

*Ҳозирги замон биотехнологияси.*

*Классик биотехнология.*

*Ўзбекистонда биотехнологиянинг ривожланиши.*

Биотехнология фани мамлакатимиздаги энг кенжа фанлардан биридир. Бу соҳа асосан Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида, Тошкент Фармацевтика институтида, Тошкент Давлат Аграр университетида, Самарқанд Давлат университетида ва бошқа Олий ўқув юртларида ўқитилади. Биотехнология соҳасида илмий ва амалий тадқиқотлар Ўзбекистон Фанлар Академиясининг қатор институтларида олиб борилади.

*Ҳозирги замон биотехнологияси* ген ва ҳужайра инженерлиги усуллари асосида генетик трансформация қилинган объектларни яратиш технологиялари, жумладан ўсимликларни янги “ГМ” - навларини яратиш бўйича тадқиқотлар давом эттирилмокда, бу соҳада анчагина ютуқларга ҳам эришилган. Бу соҳада б.ф.д., академик А.Абдукаримов ва у яратган мактабни эришган ютуқлари ҳурматга сазовордир.

Ўзбекистонда биотехнологияни шаклланишига уни ривожланишида, б.ф.д., профессор М.М.Рахимов ва у яратган мактабни роли беқиёсдир.

*Классик биотехнология* - эса табиий биологик объектлардан фойдаланган ҳолда турли маҳсулотларни ишлаб чиқариш усуллари ва технологияларидир (нон пишириш, пиво, вино, сирка, қатиқ тайёрлаш).

Ўзбекистонда биотехнологиянинг ривожланиши ва шаклланишини ЎзРФА акад.О.С.Содиқов номидаги Биоорганик Кимё институтининг ташкил этилганидан билишимиз мумкин. Ушбу институт 1977 йилда Ўзбекистон Республикаси ФА таркибидаги биоорганик кимё бўлими (1973 й) негизида ташкил этилган. Институтнинг асосий илмий йўналиши, ҳайвон ва ўсимликлар организмда содир бўладиган жараёнларни юқори ва қуйи молекуляр табиатга эга бўлган биологик фаол моддаларнинг тузилишини, функциясини ўрганиш ҳамда, уларни синтетик усулда олиш йўллариини ишлаб чиқиш ва уларни амалиётга тадбиқ этишга қаратилган. Айти шу институтда биринчилардан бўлиб, табиий биологик фаол модда - госсиполнинг полиморф комплекс ҳосил қилиши исботланган ва унинг асосида йигирмадан ортиқ янги доривор моддалар ва бошқа препаратлар ишлаб чиқилган. Булардан вирусларга қарши ишлатиладиган 3% ли госсипол линименти, иммуномодулятор - тимоптин, қон тўхтатувчи “Лагоден”, хламидияга қарши қўлланиладиган доривор восита “Полиниль” ва бошқалар.

Жаҳон андозаларига мос келадиган пахта мойини ва кам госсиполли пахта кунжарасини олиш технологияси ишлаб чиқилиб, Ўзбекистон Республикасининг кўпчилик ёғ-мой экстракция заводларида лицензия асосида қўлланилмоқда.

Биотехнология соҳасида асосан Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг микробиология институтида, генетика ва ўсимликлар экспериментал биологияси институтида ҳамда Республика Кимё бирлашмасига қарашли бир қатор заводларда қатор тадқиқотлар олиб борилмоқда. Биотехнология ихтисослиги бўйича биринчи ўзбек академики А.Г.Холмуродов (1939-1996) фузариум авлодига мансуб замбуруғлардан Д витамин РР- никотин амид ажратиш технологиясини яратган. Бу олимни НАДни-структура ва функционал боғлиқлигини ўрганиш, уни ҳайвон ва ўсимликлар органларидан ажратиб олиш ҳамда иккиламчи маҳсулотларни қайта ишлашнинг жаҳон стандартларига мос келадиган янги технологияларини ва ўсимликларни ҳимоя қилувчи экологик тоза

воситаларни яратиш бўйича олиб борилган тадқиқотлари диққатга сазовордир.

ЎзФА Биокимё Институтида олиб борилган юқори ва қуйи молекуляр биорегуляторларни комплекс тадқиқ этиш натижасида, захарли жониворлар захаридан 50 дан ортиқ биологик фаол оксил ва пептидлар ажратиб олинган. Улардан 15 дан ортиғининг кимёвий тузилиши ва таъсир механизми тўлиқ ўрганиб чиқилган.

Олимларимиз томонидан ғўзадан фитогормонларнинг рецепторлари ажратиб олинган ва уларни физик-кимёвий хоссалари ўрганилган, уларнинг пахта баргини тўкишдаги регуляторлик роли исботланган. Натижада ғўза дефолиациясида рўй берадиган жараённинг молекуляр механизми ёритиб берилган ва дефолиацияловчи ҳамда ўсишни тезлаштирувчи фаолликка эга бўлган бирикмаларни танлаш кўрсаткичлари ишлаб чиқилган. Ғўзанинг ўсиши жараёнида организм фермент системаларининг пахта толасини ҳосил бўлишидаги роли ўрганиб чиқилган ва целлюлоза биосинтези жараёнининг молекуляр механизми исботланган.

Профессор К.Д.Давронов томонидан ёғ парчаловчи фермент-липаза тайёрлаш технологияси яратилган. Бундан ташқари қишлоқ-хўжалик амалиётлари учун “Ер малҳами”, “Бист”, “Субтин”, “Фитобиосил” каби қатор биопрепаратлар яратилган. Бу препаратлар азот ютувчи ва ризосферада яшовчи микроорганизмлар асосида тайёрланган бўлиб, мамлакатимиз қишлоқ хўжалигида кенг қўлланилмоқда. Бундан ташқари К.Д.Давронов раҳбарлигида б.ф.н., профессор З.Р.Ахмедова целлюлоза-лигнин биокаркасини (ғўзапоя, сомон, каноп пояси, қиринди ва б.) махсус тайёрланган базидиомицетлар синтез қиладиган ферментлар ёрдамида парчалаш технологиясини яратди ва амалиётда кўрсатиб беришга эришди.

Академик М.И.Мавлоний Ўзбекистонда учрайдиган ачитқи замбуруғларни таҳлил қилиб, уларни новвойчилик, виночилик ва чорвачиликка қўл келадиган турларини ажратиб олди ва улар асосида махсус

хамиртурушлар ва виночилик учун ачиткилар тайёрлаш технологияларини яратди.

Микробиология институти олими Ж.Тошпўлатов сомон ва ғўзапояни парчалашда «Триходерма харзианум» замбуруғи ферментларидан фойдаланиш мумкинлигини илмий асослаб берди. Бу технология кўлланилганда, сомонда 6-7% шакар турли витаминлар, аминокислоталар пайдо бўлиб, сомонни озуқа бирлиги бир неча баробар ошганлигини исботлаб берди.

Мамлакатимиз равнақи, унинг иқтисодий кўрсаткичларини янада кўтариш мақсадида, энг аввало қуйидаги биопрепаратларни ишлаб-чиқаришни йўлга қўйиш катта аҳамиятга эга:

- озиқ-овқат ва чорвачлик учун оксил-витамин комплексларидан иборат бўлган биопрепаратлар;

- алмашмайдиган аминокислоталар;

- органик кислоталар (лимон кислотаси ва бошқалар);

- ўсимликларни ўсишини бошқарувчи ва уларни ҳимоя қилувчи моддалар;

- ўсимлик, ҳайвон ва одам касалликларига ўз вақтида ташхис қўядиган, сезгир биотехнологик усуллар яратиш ва ҳ.к.

### *Саволлар.*

1. Биотехнология нимани ўрганади?
2. Биотехнологиянинг қандай қисмларини биласиз?
3. Биотехнологиянинг ривожланишига хисса қўшган ўзбек олимларидан кимларни биласиз?
4. Биотехнология ривожланишига қайси фан ютуқлари туртки бўлган?
5. Биотехнология ҳақида олимлар фикри қандай?
6. Биотехнологиянинг биологиядаги аҳамияти нимадан иборат?

## 10.2. Биотехнологиянинг объектлари. Микроорганизмлар ва улар ёрдамида фойдали моддаларни олиниши.

*Биотехнологиянинг объектлари* – микроорганизмлар, ҳайвон ва ўсимлик хужайралари, трансген ҳайвон ва ўсимликлар, ҳамда хужайралардаги кўп компонентли фермент системалари ва алоҳида ферментлардир.

Кўпгина замонавий биотехнологик ишлаб чиқаришнинг асоси микробли синтез, яъни турли биологик фаолмоддаларни микроорганизмлар ёрдамида синтезлаш ҳисобланади.

Объектнинг табиатидан қатъий назар, исталган биотехнологик жараённинг 1-босқичи организмлар (микроблар бўлса), хужайра ёки тўқималарнинг (ўсимлик ёки ҳайвонлар бўлса) тоза культурасини олиш ҳисобланади. Ўсимлик ва ҳайвон тўқималари культураларидан биотехнологиянинг объектлари сифатида фойдаланиш методик нуқтаи назардан микроорганизм культураларидан фарқ қилмайди.

Ҳозирда микроорганизмларнинг 100 000 ортиқ турига тавсиф берилган. Булар прокариотлар (бактериялар, актиномицетлар, риккетсиялар, цианобактериялар) ва эукариотларнинг бир қисми (ачитқилар, ипсимон замбуруғлар, айрим сувўтлари)дир. Микроорганизмлар турли-туман бўлишига қарамай, қайси маҳсулот олиниши кераклигига қараб уларни тўғри танлай билиш керак. Энг кўп ва чуқур ўрганилган микроорганизмлар - ичак таёқчаси (*E. coli*), пичан таёқчаси (*Bac. subtilis*) ва ачитқи замбуруғлари (*S.cerevisiae*)дир.

Биотехнологик объектни танлашда (масалан, микроорганизм-продуцент) яхлит маҳсулотни синтезлаш хусусияти асосий мезон саналади. Бунда микроорганизмлар қуйидаги хусусиятларга эга бўлиши керак:

Тез ўсиш суръатига эга;

Ўзининг ҳаёт фаолияти учун арзон субстратларни сарфлаши;

Ташқи микрофлорага ва фагларга нисбатан чидамли, яъни рақобатбардош бўлиши.

Буларнинг барчаси яхлит маҳсулот олишга кетадиган сарф-харажатларни камайтиради. Табиатда барча талабларга жавоб берадиган организмлар учрамайди. Масалан:

Бир хужайрали организмлар юқори организмларга нисбатан тез ўсади ва уларда синтетик жараёнлар тез кетади. Лекин бу барча микроорганизмларга тегишли эмас. Масалан, олиготроф микроорганизмлар жуда секин ўсишсада, улардан кўплаб қимматли маҳсулотлар олиш мумкин ва қулай.

Ҳаёти фаолияти давомида қуёш нури энергиясидан фойдаланувчи микроорганизмлар фотосинтезловчи микроорганизмлар деб аталади. Уларнинг бир қисми (цианобактериялар ва фотосинтезловчи эукариотлар) углерод манбаи сифатида  $\text{CO}_2$ дан фойдаланади, цианобактерияларнинг айримлари эса атмосфера азотини ютиш хусусиятига ҳам эгалар. Фотосинтезловчи микроорганизмлар аммиак, водород, оксил ва бир қанча органик бирикмалар олиш учун продуцент ҳисобланадилар. Лекин уларнинг генетик тузилиши ва ҳаёт фаолиятининг молекуляр-биологик механизмлари яхши ўрганилмаган.

Юқори хароратда ўсадиган термофил микроорганизмларнинг хусусияти ташқи (бегона) микрофлорани ўсишига тўсқинлик қилади. Булар спиртлар, аминокислоталар, ферментлар, молекуляр водород олиш учун продуценти ҳисобланадилар.

Термофиллар синтезлайдиган ферментлар иссиқлик, айрим оксидловчилар, детергентлар, органик эритувчилар ва бошқа ноқулай омилларга нисбатан ҳам анча чидамли ҳисобланадилар. Улар оддий температурада ҳам фаоллик кўрсата оладилар. Масалан, айрим термофил микроорганизмлардан олинадиган протеазалар  $75^{\circ}\text{C}$  да  $20^{\circ}\text{C}$  га нисбатан 100 марта камроқ фаоллик кўрсатадилар. Уларнинг бу хусусияти айрим ишлаб чиқариш саноатида муҳим аҳамиятга эга. Масалан, *Thermus aquaticus* -

термофил бактериясининг Таq-полимераза ферменти ген инженериясида кенг ишлатилади.

*Бирламчи метаболитларнинг олиниши.*

Бирламчи метаболитлар – микробларнинг ўсиши учун зарур бўлган, молекуляр массаси 1500 дальтондан кам бўлмаган, паст молекулали бирикмалардир. Уларнинг баъзилари макромолекулаларнинг қурилиш блоки, бошқалари эса коферментлар синтезида қатнашадилар. Саноатдаги энг муҳим метаболитлар – аминокислоталар, органик кислоталар, пурин ва пиримидин нуклеотидлари, эритувчилар ва витаминлар ҳисобланадилар. Микроб ҳужайралари, бошқа тирик организмлар сингари кўп миқдорда бирламчи метаболитларни ишлаб чиқармайди. Бирламчи метаболитлар ишлаб чиқаришда кўпроқ аутотроф микроорганизмлардан фойдаланилади.

Аутотроф микроорганизмлар синтез қиладиган кўплаб аминокислоталар ва нуклеотидлар, ферментация жараёнида ишлаб чиқарилади. *Brevibacterium flavum* ва *Corynebacterium glutamicum* штаммлари озуқа муҳити таркибидаги қандларни 1/3 қисмини лизинга айлантира оладилар. Шу йўл билан 1 л муҳитда 74 грамгача лизин олинади. Лизин – метаболитик йўлнинг охириги маҳсулоти бўлиб, бу йўл метионин ва треонинни ҳосил бўлишига ҳам олиб келади. Лизин ва треонин ушбу йўлнинг биринчи ферменти аспартаткиназа билан ўзаро боғланиб, уни фаоллигини бошқаради. Иккала аминокислотанинг йиғилиши аспартаткиназа ферментининг фаоллигини ингибирлайди. Гендаги биринчи тип мутация ушбу ферментнинг фаоллигини бузади ҳамда треонин ва метионин синтезини боғлаб қўяди. Натижада ушбу ферментлар ингибиторларидан бири (треонин) йўқолади. Сўнгра бундай ауксотроф мутант таркибида треонин ва метионин бўлган муҳитга экилади. Лекин мавжуд бўлган треонин, лизин биосинтезини тўхтатиш учун етарли бўлмайди ва у тўплана бошлайди. 2-тип мутациялар аспартаткиназа ферментининг фаоллигини ўзгартиради. Натижада у лизин билан ўзаро таъсирга кириша олмайди ва ушбу аминокислотанинг синтези ингибирланмайди.



Оқсил молекуласини ташкил қиладиган 21 та аминокислотадан ташкил топган оқсилларнинг 8 таси (ёш болалар учун эса 10 таси) алмашмайдиган аминокислоталар бўлиб, улар организмга озиқа билан бирга тушиши керак. Булардан энг муҳимлари метионин ва лизиндир. Метионин синтетик йўл билан, 80% лизин эса ферментация йўли билан биосинтетик усулда олинади. Аминокислоталарни микробиологик синтезлашнинг аҳамиятли томони шундаки, бу жараён натижасида биологик фаол изомерлар ҳам олинади.

Натрий тузи кўринишида зиравор сифатида ишлатиладиган глютамин кислотаси *Brevibacterium flavum* ва *Corynebacterium glutaminicum* культураларидан олинади.

Саноатда кенг ишлатиладиган органик кислоталардан бири сирка кислотаси ҳисобланади. У, резина, пластмасса, ацетат толалари, фармацевтик препаратлар, инсектицидлар ишлаб чиқаришда ишлатилади. Японияда сирка кислота, аминокислота ишлаб чиқариш жараёнида олиб бориладиган ферментацияда субстрат сифатида ҳам ишлатилади.

Сут кислотаси, бижғиш йўли билан олинган биринчи органик кислотадир. У озиқ овқат саноатида оксидловчи сифатида, шунингдек, гальваностегияда ва тез парчаланувчи пластмасса ишлаб чиқаришда кенг ишлатилади.

*Иккиламчи метаболитларнинг олиниши.*

Иккиламчи метаболитлар (идиолитлар ҳам дейилади) – тоза культурада ўсиш учун зарур бўлмаган паст молекулали бирикмалардир. Уларни чегараланган таксономик гуруҳлар ишлаб чиқарадилар. Иккиламчи метаболитларга антибиотиклар, алкалоидлар, фитогормонлар ва токсинлар кирадилар.

Иккиламчи метаболитларни ишлаб чиқарадиган микроорганизмлар биринчи босқичда тез ўсади, сўнг тропофаза босқичини ўтайдилар. Бу босқичда кам миқдорда иккиламчи моддалар синтезланади. Микроорганизмлар ўстирилаётган озуқа муҳитида битта ёки бир нечта озуқа моддаларини камайиши ҳисобига идиофазага ўтилади. Айнан шундай

шароитда идиолитлар синтези кучаяди. Антибиотиклар олинаётганда, микроорганизмлар кўпинча тропофаза вақтида ўзининг шахсий антибиотикларига сезгир бўлиб қолади. Идиофазада эса уларга нисбатан чидамли бўлади. Антибиотик ишлаб чиқарувчи микроорганизмларни ўз-ўзини йўқ қилишини олдини олиш мақсадида, тезлик билан идиофазага ўтказиб олишга ҳаракат қилинади. Сўнгра микроорганизмни ушбу фазада ўстириш давом эттирилади.

Антибиотиклар – микроблар синтезлайдиган фармацевтик бирикмаларнинг энг катта синфидир. Бу синфга замбуруғларга қарши дорилар, ўсмага (шишга) қарши дорилар ва алкалоидлар киради.

Филаментоз замбуруғларнинг 6 тури (хусусан, цефалоспоринлар --- *Cephalosporium* ва пенициллинлар – *Penicillium*) 1000 га яқин турли антибиотикларни, нофиламентоз бактерияларнинг 2 тури 500 га яқин антибиотикларни, актиномицетларнинг 3 та тури 3000 га яқин антибиотикларни синтез қилишлари аниқланган.

Ўсма касалликларига қарши моддаларнинг сони чекланган. Токио институтида *Streptomyces verticillus* культурасидан ажратиб олинган блеомицин деб аталадиган модда – гликопептид табиатига эга бўлиб, у ўсма хужайраларнинг ДНКсини парчалаш ва ДНК, РНК репликациясини бузиш хусусиятига эга. Иккинчи гуруҳ ўсмага қарши реагентлар аминогликозид бирлик ва антрациклин молекуласининг ўзаро комбинациясига асосланиб яратилган. Бу препаратларнинг камчилиги, уларни юрак фаолиятига салбий таъсир кўрсатиши билан боғлиқ.

Қимматли ва фаол продуцентларни яратиш жараёнининг ажралмас қисми бўлиб селекция ҳисобланади. Селекциянинг асосий йўли керакли продуцентни танлаб олишнинг ҳар бир босқичида уларни геномларига ташқи омил билан таъсир кўрсатиш ва конструкция қилишдир. Микробли технология жараёнида асосан босқичли селекция усулида фойдаланилади, яъни жараённинг ҳар бир босқичида микроорганизмлар популяцияси орасидан кўпроқ фаолликка эга бўлган вариантлари танлаб олинади (спонтан

мутантлар), кейинги босқичларнинг ҳар бирида янги, олдингисига нисбатан самаралироқ бўлган штаммлар танлаб олинади ва шу тариқа давом эттирилаворади.

Самарали продуцентларнинг селекцияси жараёнини индуцирланган мутагенез методини қўллаш билан тезлаштира бўлади.

Мутаген таъсирлар сифатида УФ, рентген ва гамма-нурланишлар, маълум бир кимёвий моддалардан фойдаланилади ва бу таъсирлар натижасида ДНКнинг бирламчи тузилишида ўзгаришлар пайдо бўлади.

Бу усул билан селекция қилинганда ҳам микроорганизм клонлари (хужайра ёки микроорганизмлар тўплами) босқичма-босқич, биокимёвий текширувдан ўтказилади ва энг фаоллари ажратиб олиниб, мутагенлар билан қайта таъсир этилади. Бу жараён кўзда тутилган мақсадга эришгунга қадар давом эттирилади.

Микробиология саноати учун микроорганизмлар селекцияси ва янги штаммларни яратиш, уларнинг маҳсулдорлик хусусиятига, яъни у ёки бу маҳсулотни ҳосил қилишига қаратилгандир. Бу масалалар хужайрадаги бошқарув жараёнларни ўзгартириш билан амалга оширилади. Шунинг учун бактериялар хужайраларда содир бўладиган биокимёвий жараёнларни бошқаришни яхши тушуниш керак бўлади.

Маълумки, бактериялардаги биокимёвий реакцияларни 2 йўл билан амалга ошириш мумкин. Биринчиси жуда тез (секунд ёки минут ичида) бўлиб, ферментнинг индивидуал молекуласининг каталитик фаоллигини ўзгартиришга асосланган. Иккинчиси, нисбатан секинроқ кечади (бир неча минут давомида) ва бунда ферментлар синтезининг тезлиги ўзгартирилади. Ҳар иккала механизмда ҳам системаларни бошқаришнинг ягона принципи – қайта боғланиш принципи ишлатилади.

Ҳар қандай метаболитик йўлни бошқаришнинг энг оддий усули, субстрат осон олинadиган ёки ферментнинг бор-йўқлигини аниқлашга асосланади. Дарҳақиқат, субстрат миқдорининг камайиши (муҳитда паст концентрацияда бўлиши) мазкур метаболитик йўл орқали аниқ бир

модданинг синтезланиш тезлигини камайтиради. Бошқа томондан, субстрат концентрациясининг ошиши, метаболитик йўлнинг барқарорлашишига олиб келади.

Худди шундай самара, фермент концентрациясини ошириш натижасида ҳам рўй беради. Масалан, тегишли фермент синтезини назорат қилувчи генларни амплификациялаш билан амалга оширилади. Хужайрада метаболитик реакциялар фаоллигини бошқаришнинг энг кенг тарқалган усули ретроингибирлаш типи бўйича бошқариш ҳисобланади.

Ўсаётган хужайралар синтезлайдиган минглаб ферментларнинг баъзилари доимо ва озука муҳитига боғлиқ бўлмаган ҳолда ҳосил бўлади, бошқалари эса уларга таъсир қилувчи субстрат мавжуд бўлгандагина ҳосил бўлади. Биринчиларига конститутив ферментлар (гидролиз ферментлари ва б.) иккинчиларига эса адаптив ёки индуцибел ферментлар киради. Масалан, глюкозали муҳитда ўсаётган *E.coli* хужайралари оз миқдордаги лактозанинг метаболизмида иштирок этувчи ферментларнинг, ҳамда ушбу микроорганизм хужайралари ўзлаштира оладиган углероднинг бошқа манбаларини метоболизмда иштирок қилувчи ферментлар сақлайди. Бу микроорганизм лактозали муҳитга ўтказилса, 1-2 минутдан сўнг лактоза утилизациясининг асосий ферменти  $\beta$ -галактозидазанинг фаоллиги ошади. Бу фермент лактозани глюкоза ва галактозагача гидролизлайди. Кейинги қисқа вақт ичида  $\beta$ -галактозидазанинг фаоллиги бошланғич даражага нисбатан 1000 марта ортади. Бошқача айтганда, бу ерда фермент синтезининг индукцияси содир бўлади.

*Фермент индукцияси* — культурал муҳитда маълум бир кимёвий бирикманинг (индуктор)нинг пайдо бўлишига, фермент синтезининг жавобидир. Кўп ҳолларда субстратларнинг сарфланмаган аналоглари индуктор бўлиб ҳисобланади. Масалан,  $\beta$ -галактозидаза учун лактозанинг метаболизмида қатнашмайдиган аналог-изопропил  $\beta$ -D-тиогалактопиранозид (ИПТГ) индуктор саналади. Бошқа томондан, субстрат ҳар доим ҳам ўзига тегишли фермент синтезининг индуктори

ҳисобланавермайди. Лактоза, индуктор бўлиши учун аввал ўзининг изомери аллолактозага айланиши керак.

1961 йили F.Jacob ва J.Monod, *E.coli* бактериялари томонидан лактозанинг утилизация жараёнини генетик ва биокимёвий ўрганишлари натижасида “оперон модели” номли концепцияни ишлаб чиққанлар. Бу моделга кўра, бошқаришнинг ушбу системаси 4 та компонентдан иборатдир: структурали генлар, ген-регулятор, оператор ва промотор. Ген-регулятор оператор билан боғлана оладиган оксил-репрессорни структурасини аниқлайди. Бу ўз навбатида унинг ёнидаги структурали генлар фаолиятини назорат қилади. Промотор транскрипция ферменти - РНК-полимераза билан боғланадиган қисмни ташкил қилади. Агар, оксил-репрессор оператор билан боғланган бўлса, у ҳолда РНК-полимераза промоторга жойлаша олмайди ва информатсион РНК синтезланмайди. Бунинг натижаси эса, тегишли ферментлар синтезининг рўй бермаслигидир. Биринчи марта қамровли ўрганилган оперон, ичак таёқчасининг лактозали оперонидир. Муаллифларнинг фикрича, репрессор 2 та ўзига хос марказга эга бўлган аллостерик оксилдан ташкил топган. Улардан бири операторнинг нуклеотид кетма-кетлигига, иккинчиси эса индуктор молекуласига ўхшашдир. Индуктор билан репрессорнинг ўзаро таъсири репрессорни операторга ўхшашлигини камайтиради, натижада оператор ажралади. Лас-оперони репрессори тоза ҳолда ажратиб олинган ва уни 4 та бир хил суббирликдан тузилганлиги аниқланган (умумий мол. массаси 150 000 Д). Ҳар бир суббирлик индукторнинг 1 та молекуласи билан ўзаро муносабатга киришади, яъни репрессорни тўлиқ инактивацияга учратиш учун индукторнинг 4 та молекуласи керак бўлади. Тоза ҳолдаги репрессор операторга жуда ўхшайди ва *in vitro* шароитида Лас-операторнинг нуклеотид кетма-кетлиги билан боғлана олади. Индуктор эса, бу боғланишни бузади. Ушбу натижалар F.Jacob ва J.Monod гипотезасини тўлиқ исботлайди.

Исталган опероннинг бошқарувчи элементи бўлиб, ДНК нинг промотор деб номланувчи қисми ҳисобланади. Опероннинг ушбу қисми

транскрипция жараёнини бошлаш учун РНК-полимераза билан бирлашади. Транскрипциянинг бориши промоторнинг хусусиятига боғлиқдир. Промотор қисмидаги мутация унинг фаоллигини ўзгартириб оперон экспрессиясини ошириши ёки камайтириши мумкин. Промоторнинг ушбу хусусиятидан нисбатан фаол продуцентларни яратишда фойдаланилади.

*Саволлар.*

1. Биотехнологиянинг объектлари нималар?
2. Микроорганизмлардан биотехнологияда қандай мақсадларда фойдаланилади?
3. Фермент индукцияси нима?
4. Бирламчи метаболитларга нималар киради?
5. Иккиламчи метаболитлар ҳақида нималарни биласиз?
6. Структурали генлар, ген-регулятор, оператор ва промотор ҳақида нималар биласиз?

## **XI-БОБ. ГЕН ИНЖЕНЕРЛИГИ**

### **11.1. Ген инженерлигининг моддий асослари**

Ген инженерлигининг мақсади лаборатория усуллари ёрдамида ирсий хусусиятлари ўзгартирилган янги организмларни яратишдир.

Америкалик олимлар Уотсон ва Крик ўзларининг 1953 йилда яратган оламшумул янгиликлари, яъни ДНКнинг иккиламчи структурасини аниқлаганликлари ва матрица синтезини тушунтириб берганликлари билан ген инженерлигини алоҳида фан сифатида ривожланишига асос солдилар.

ДНКнинг қўш спирали, репликация давомида ДНК иплари бўйлаб иккига ажралади, полимеразалар деб аталган махсус фермент она ДНКнинг аниқ нусхасини кўчирадилар. Натижада ҳужайра бўлиниши олдидан 2 та бир хил ДНК молекулалари ҳосил бўлади ва улардан бири ҳужайра бўлингандан сўнг қиз ҳужайрага ўтади. Қиз ҳужайрада она ҳужайрада бўлган барча ахборотлар бўлади ва у, она ҳужайра бажарган барча функцияларни бажаради. Шундай қилиб, тирик организм ҳужайраларида ўзига хос реакция – матрица синтези рўй беради. Молекулаларнинг бири – матрица, иккинчиси эса шу матрица асосида тузилади. ДНК репликацияси, барча турдаги РНК ва иРНК структурасига мос равишда оқсил молекулаларининг синтез бўлиши ва тўпланиши, буларнинг барчаси матрица синтезининг вариантлари бўлиб, доимо бу жараёнлар нуклеин кислоталар иштирокида амалга ошади.

Худди шу механизм асосида РНКнинг йиғилиши амалга ошади, фақатгина 2 та спирал эмас, балки битта спираллик молекула (РНК) ҳосил бўлади. Бу жараён транскрипция дейилади. Демак, ҳужайрадаги ахборот оқими, матрица синтезининг барча реакцияларини амалга оширади, яъни, ДНК репликацияси (ирсий ахборотни қиз ҳужайраларга узатиш учун керак), транскрипция (ҳужайра ядросида и-РНКни синтези) ва трансляция (рибосомалар ёрдамида и-РНКда оқсил занжирларини йиғилиши) жараёнлари амалга ошадилар.

Организмнинг ирсий хусусиятларини ўзгартиришни ўрганилгандан кейин билан трансген ўсимлик ва ҳайвонлар яратиш ва уларни клонлаш имкони туғилган.

Эукариотларнинг ҳужайраларидаги генларни тузилишини ўрганиш клонлаш ва ДНКни бирлаштириш методларига асос солган. Олимлар томонидан овальбуминнинг 386 та аминокислотадан тузилган молекуласини синтезида қатнашувчи информатсион РНКси ажратиб олинган ва ушбу РНКнинг 1872та нуклеотиддан, 1158 тасигина оксилнинг 386та аминокислотасини кодлаши, шу билан бирга 5'-учдаги 64 та нуклеотид ва 3'-учдаги 650 та нуклеотид трансляцияланмаслигини аниқланган. и-РНКдан овальбумин генига мос келувчи ДНК нусхасини олиб, уни плазмидага жойлаштирганлар ва уни *E.coli* ҳужайрасида клонлаштирганлар. Франциялик олимлар эса, ДНК нусхасини рестриктазалар ёрдамида парчаланмаслигини аниқлаганлар, чунки ушбу ДНК, рестриктаза ферментлари танийдиган 6 та нуклеотидли кетма-кетликни ўзида тутмаганлар. 1977 йили франциялик олимлар “овальбуминнинг информатсион РНКси билан транскрибцияланмайдиган ДНК геномида, и-РНКда учрамайдиган қисмлар бор”, деб фараз қилганлар. Геннинг узлукли тузилиши кейинчалик бошқа генларда ҳам кузатилган.

Кейинчалик, Шамбон ва Курильскининг кўрсатишларича, овальбумин генининг ДНКси и-РНК билан қисман бирлашади: ДНКнинг 7 та участкаси РНК билан гибридланмасдан қолади. Геннинг мРНКда учрамайдиган ушбу участкаларига интронлар деб ном берилган. Интронлар овальбуминни кодлайдиган ДНК кетма-кетлигини 8 та фрагментдан иборат бўлган экзонларга ажратиб турадилар.

Интронлар геннинг маълум бир қисмида учрайдилар, уларни ҳажми катта бўлиб, 100 дан-бир неча мингтагача бўлган нуклеотидлар жуфтлигидан иборатдир. Ўртача ҳисоблаганда интронлар экзонлардан узунроқдир.

Ҳозиргача ўрганилган сут эмизувчилар, қушлар ва амфибияларнинг генларининг тузилиши яхлит кўринишда эмаслиги аниқланган, яъни улар



экзонлар ва интронлардан тузилганлар. Фақатгина гистон ва интерферонларнинг генлари бундан мустаснодир. Яхлит бўлмаган генлар булардан ташқари яхлит бўлмаган генлар ҳашоротларда ва ачиткиларда, ҳамда ДНК сақлаган эукариот ҳужайралар ядросида кўпаядиган вирусларда ҳам топилган.

## **11.2. Ген инженерлигининг ферментлари.**

Ген инженерлигида рекомбинант ДНКларни конструкциялашда ишлатиладиган ферментлар қуйидаги гуруҳларга бўлинадилар:

- ДНК фрагментини олиш учун ишлатиладиган ферментлар (рестриктазалар);
- ДНК матрицасида ДНКни (полимеразалар) ва РНКни (қайтар транскриптазалар) синтезловчи ферментлар;
- ДНК фрагментларини бирлаштирувчи ферментлар (лигазалар);
- ДНК фрагменти учлари структурасини ўзгартирувчи ферментлар.

*Рестриктазалар* (рестрикцияловчи эндонуклеазалар) – ДНК молекуласида маълум бир нуклеотидлар кетма-кетлиги (рестрикция сайтлари)ни таниб, уларга «ҳужум қилувчи» ферментлардир.

Рестрикция ва модификация системалари бактерияларда кенг тарқалган: улар резидент ДНКни бегона нуклеотидларни киришидан ҳимоя қиладилар. 1968 йили Мезельсон ва Юанлар метилланмаган ДНКни парчаловчи рестриктазани ажратиб олишган. 1970 йили эса Смит ва Вилькокс *Haemophilus influenzae* дан ДНКнинг аниқ бир кетма-кетлигини парчаловчи биринчи рестриктаза (Hind III)ни ажратиб олишган. Ҳозиргача 3500 дан кўпроқ рестриктазаларни субстрат спецификлиги аниқланган бўлиб, улардан 238 таси нуклетид кетма-кетлигини уникал структурасини танийдилар (прототиплар).

ДНКни бир хил участкасини танийдиган рестриктазалар изошизомерлар гуруҳини ташкил қилиб, бир-бирларидан баъзи-бир хоссалари билан фарқ қиладилар. Жумладан, 2 занжирли ДНКни ҳар хил парчалайдилар. Ҳозиргача аниқланган рестриктазаларни ярмидан кўпроғи, 4-, 6-, 8- нуклеотид кетма-кетликни танийдилар.

Бактерияларнинг барча рестрикцияланиш эндоноуклеазалари ўзига хос, қисқа ДНК кетма-кетлигини танийди ва улар билан боғланади. Бу жараёнда ДНК молекуласи таниш сайтида кесилади. Бактерия штамми рестрикцияланиш фаоллигига эга бўлиши билан бирга ДНКни метиллаш хусусиятига ҳам эга бўлиши мумкин.

Барча рестриктазалар ДНКнинг қўш спиралида маълум бир кетма-кетликни танийди, лекин 1-синф рестриктазалари, ДНК молекуласининг ихтиёрий нуқтасини кесади, 2- ва 3-синф рестриктазалари эса, таниш сайтининг ичидаги қатъий бир нуқталарни парчалайди.

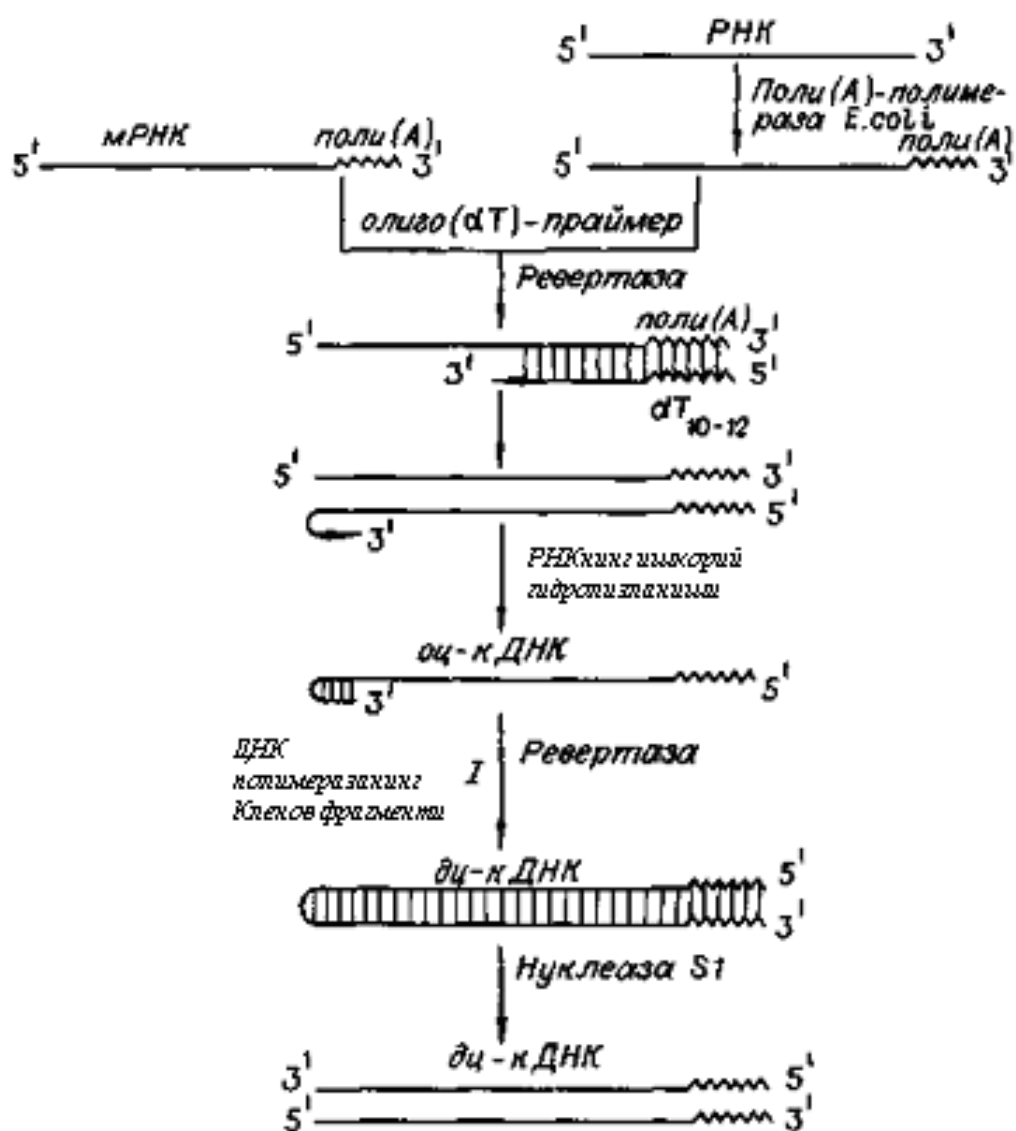
1 ва 3 типдаги ферментлар мураккаб субъбирликдаги тузилишга эга бўлиб, 2 типдаги, яъни метилловчи ва АТФга боғлиқ эндоноуклеазали фаоллигига эгадир.

2-синф ферментлари 2 та алоҳида оқсиллардан: рестрикцияловчи эндоноуклеаза ва модификацияловчи метилазалардан ташкил топган. Шунинг учун ген инженериясида асосан 2- синф ферментлари ишлатилади. Булар учун кофактор сифатида магний ионлари зарурдир.

Қайтар транскриптаза м-РНКни ДНКнинг комплементар занжирига транскрипциялаш учун ишлатилади. Геноми бир занжирли РНК молекулаларидан иборат бўлган ретровируслар ўрганилганда, ретровирусларнинг хужайранинг ичида содир бўладиган ривожланиш жараёнида, хўжайин хужайра хромосомасига 2 занжирли ДНК кўринишида ўз геномининг интеграция босқичини босиб ўтиши аниқланган. 1964 йили Темин РНК-матрицада комплементар ДНКни синтезловчи фермент борлигини аниқлаган. Ушбу РНКга боғлиқ ДНК-полимераза қайтар транскриптаза ёки ревертаза деб номланган.

Қайтар транскриптаза реакциясини РНК фаолликка эга бўлган кучли ингибиторлардан фойдаланган ҳолда махсус шароитларда олиб борилади. Бунда РНК молекулаларининг тўлиқ ҳажмли ДНК-нусхалари олинади. Праймер сифатида поли (А)-тутовчи мРНК нинг қайтар транскрипциясида олиго (dT), 3'-поли (А) учига эга бўлмаган РНК молекулалари учун эса, кимёвий синтезланган олигонуклеотидлар ишлатилади. мРНКда ДНКнинг комплементар занжири синтезлангандан ва РНК бузилгандан кейингина ДНКнинг 2 занжири синтезланади.

Матрица сифатида кДНКнинг биринчи занжири бўлиши мумкин. Бу реакция ревертаза сингари *E.Coli*нинг ДНК-полимеразаси ёрдамида катализланиши мумкин. Синтез тугагандан сўнг кДНКнинг 1- ва 2-занжирлари шпилька тугуни билан ковалент боғланган ҳолда қолади. Бу тугун эндонуклеаза S1 билан парчаланади. Ҳосил бўлган икки занжирли ДНКни клонланаётган векторларга киритиш, ДНКнинг гибрид молекулалари таркибида кўпайтириш ва кейинги тадқиқотларда ишлатиш мумкин бўлади. Қуйидаги чизмада 2 занжирли ДНК-нусхасини синтез бўлиши кўрсатилган.



РНК молекуласининг икки занжирли ДНК- нусхасини синтезлаш чизмаси.

*Лигазалар.* 1961 йили Мезельсон ва Вейгл фаг 1 мисолида рекомбинациянинг моҳияти ДНК молекулаларининг кесилиши ва кейинчалик бирлашишидан иборатлигини кўрсатганлар. Бу ДНК фрагментларини тикилишида қатнашадиган ферментларни топишга сабаб бўлган. 1967 йили бундай фермент топилган ва улар ДНК-лигазалар деб номланган. Бу фермент нуклеин кислотанинг 2 занжирли молекуласидаги фосфодиэфир боғни катализлайди. Бошқача айтганда, ДНК-лигазалар ёнма-ён жойлашган нуклеотидларни қанд қолдиқлари аро боғ ҳосил қилиб

бирлаштиради. ДНК-лигазалар ДНК репарацияси жараёнларида, репликацияда жуда керакдир.

ДНК-лигазалар кофакторга бўлган зарурияти ва таъсир қилиш хусусиятига қараб 2 типга ажратилади. *E.coli* нинг ДНК-лигазаси кофактор сифатида дифосфопиридиннуклеотид, T4- фагининг лигазаси эса  $Mg^{2+}$  иштирокида АТФ ни ишлатади.

### **11.3. Рекомбинант ДНК ҳосил қилиш методлари.**

*Генетик рекомбинация* – икки хромосомалараро генларнинг алмашинувидир. Понтекорвонинг 1958 йилда берган таърифига кўра, рекомбинация – 2 ёки ундан ортиқ детерминант ирсий белгиларга эга бўлган хужайра ёки организмларнинг ҳосил бўлишга олиб келадиган жараёндир. Бундай рекомбинация сут эмизувчиларда жинсий хужайраларнинг ҳосил бўлишида албатта рўй беради. Мейоз вақтида гомологик хромосомалар генлар билан алмашинади (кроссинговер); айнан ана шу алмашинув орқали ирсий белгиларни авлоддан-авлодга ўтишини тушунтириш мумкин. Вирус ва бактерияларда генетик рекомбинация ҳайвонларга нисбатан камроқ бўлади. Генетик материалнинг алмашинуви, ундан кейин содир бўладиган рекомбинация бир ёки бир-бирига яқин турларда рўй беради.

Барча тирик организмларда рестрикцион эндонуклеазалар мавжуд бўлиб, улар организмга кирган ёт ДНКни танийди ва уни парчалайди.

Генлар алмашинуви ёки генни хужайрага киритиш *In vitro* шароитидаги генетик рекомбинация орқали амалга оширилиши мумкин. Бу усул бактерияларда, хусусан, ичак таёқчаси хужайраларига ҳайвон ва одам генлари киритилиб, улар репликацияланишига эришиш натижасида ишлаб чиқилган.

*In vitro* шароитида генетик рекомбинацияни амалга оширишнинг моҳияти турли турлардан ДНКни ажратиш, ДНКнинг гибрид молекулаларини олиш ва ҳосил бўлган рекомбинант молекулаларни янги

белги, масалан, ўзига хос оксилни синтезини ҳосил қилиш мақсадида тирик ҳужайраларга киритишдан иборатдир.

Генни ажаратиб олиш учун биокимёвий методлардан фойдаланилади. Ҳайвон ҳужайраларида мРНК транскрипцияси ҳужайра ядросида содир бўлади: мРНК молекулалари информацияни ядродан цитоплазмага ташийдди, (бунда улар оксиллар трансляцияси учун ишлатилади). Бактерия ҳужайраларида эса транскрипция ва трансляция бир вақтда ва уйғунлашган ҳолда рўй беради: мРНК рибосомалар билан боғланган. Рибосомалар трансляция жараёнида ва ҳайвон ҳужайраларида муҳим рол ўйнайди.

ДНК молекуласи оксил структураси ҳақидаги ахборотдан ташқари бир қатор бошқарувчи сигналларга ҳам эга. Бу сигналлар транскрипция ва трансляция учун бошланғич нуқта ҳисобланади. Ҳайвон ҳужайраларида оксил структураси тўғрисидаги ахборот ДНКнинг бир нечта сегментида, яъни ДНК қисмлари билан ажралган сегментларида (интронлар деб номланади) кодланиши мумкин.

Бактерия ҳужайраларига ДНКни киритиш бир неча усулларда амалга оширилади. Шулардан кўпроқ ишлатиладиганлари қуйидагилар:

- Вектор сифатида плазмидадан фойдаланиш
- Вектор сифатида бактериофагдан фойдаланиш.

Булардан ташқари ДНК ҳужайрага эндоцитоз, липосомалар, махсус пистолетлар ёрдамида отиш – буни биолистика ҳам деб юритилади, микроинъекция орқали киритиш йўллари ҳам мавжуд.

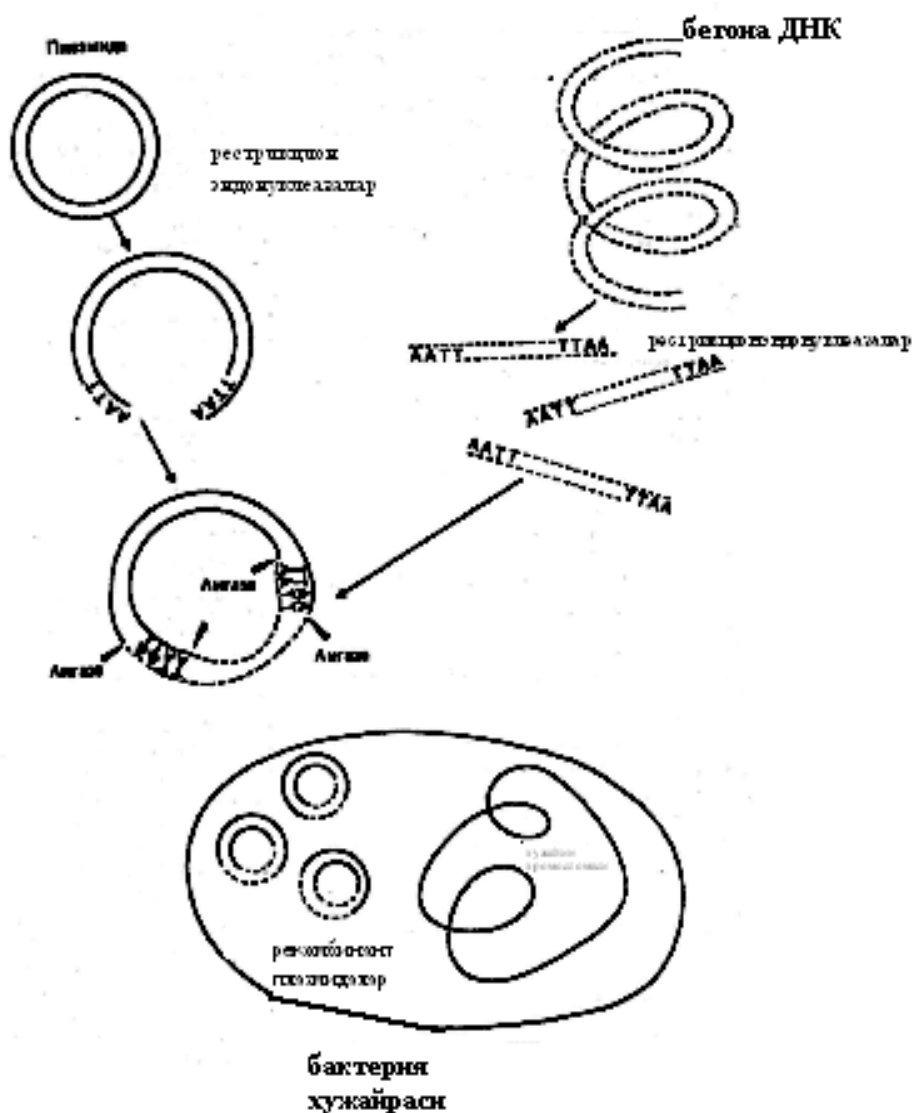
1950 йилнинг бошларида Ледерберг *E.coli* да конъюгация жараёни рўй беришини кўрсатиб бергандан сўнг бактерия ҳужайраларининг “қўшилиши” генетик белгиланган ва бу генетик информация ота типидagi ҳужайрадан она типидagi ҳужайрага ёки реципиент ҳужайрага ўтиши аниқланган. Конъюгация пайтида ҳужайраларнинг донорлик қилиши (ёки F - ҳосилдорлик омили) бошқа исталган генетик белгига нисбатан кам учрайди. F-омил донор ҳужайранинг исталган маълум генидан мустақил равишда узатила олади. Ледерберг ушбу F-омил юқори организмлар цитоплазмасида

учрайдиган хромосомадан ташқари генетик элементга ўхшашлигини таъкидлайди. 1952 йилда хромосомадан алоҳида жойлашган генетик системаларни умумий ном – плазмидалар деб аташ қабул қилинган.

Плазмидалар бактерияларнинг деярли барча турларида учрайди. Плазмидали штамм плазмидасиз вариантларни тиклайди. Бундай ҳолатларда плазмида бутунлай йўқолади ва ҳужайра уни регенерация қила олмайди. Буни фақатгина бошқа бактериянинг ҳужайрасидан олиш мумкин.

Плазмидалар ДНКнинг ҳалқасимон молекулалари бўлиб, бактерия ҳужайралари геномини 1-3 %ини ташкил қилади. Ирсий аппаратнинг шу кам қисмининг ўзи, одатда бактериал хромосома кодламайдиган муҳим генетик белгиларни кодлайди. Масалан, улар бактерия ҳужайраларини конъюгациялаш учун керакли информацияни сақлайди. Улар ҳужайранинг озуқа манбаи сифатида кўплаб мураккаб бирикмаларни сарфлаши учун ёрдам беради, ҳамда турли токсик агентларга нисбатан, айниқса антибиотикларга, чидамлилигини таъминлайди. Масалан, стафилококк бактериясининг плазмидалари пенициллинга, симобни бактерияни ўлдириш учун етарли бўлган миқдорига ва бир қатор оғир металлларга чидамли генларни ташийдди. *E.coli*нинг R-плазмидалари таркибида ҳам оғир металлларга чидамли генлар топилганлар. *Bacillus thuringiensis* ҳужайраларида, колорадо қўнғизи ва бошқа хашоратларга нисбатан захарли бўлган инсектицид синтезини бошқаради. Плазмидалар ёрдамида бактерия ҳужайраларига бегона генларни киритиш, 1975 йилдан бошлаб уларнинг структураси ва репликация характерини аниқлаш учун туртки бўлди.

Ҳужайрада плазмидалар сони 1 ва 100 ортиқ бўлиши мумкин, плазмида қанчалик катта бўлса, унинг ҳужайрадаги нусхаси шунчалик кам бўлади.



Одатда плазмиданинг репликацияси хромосома репликациясига боғлиқ бўлмайди.

Бактерия хужайраларининг конъюгацияланиши вақтида хромосомадаги генлари билан алмашина олмайдиган икки бактериялараро плазмидалар алмашиниши мумкин. Бундай алмашинув ўсиш ва конкуренция давомида плазмидадаги генларнинг ўзаро алмашинувига олиб келади. Натижада реципиент хужайралар донор хужайралар ҳисобига тирик қолади.

Вектор сифатида бактериофагдан фойдаланиб генни киритиш методида ген вирус геномига жойлаштирилади ва у бактерия хужайрасида вирус геномини кўпайиши давомида, ген вируси билан бирга репликацияланади.



*Бактерия ҳужайрасига рекомбинант ДНКни экспрессия қилиниши.*

Бактерия хромосомасининг узунлиги 1 мм атрофида бўлиб, у тахминан 3 млн нуклеотидлардан иборат бўлган ДНК молекуласидан тузилгандир; у ҳужайрада бир неча минг марта зич жойлашган ва 1 мкм майдонни эгаллайди холос. Инсон ҳужайраси ДНКси 46 та хромосомадан тузилган, уларнинг ҳар бирининг узунлиги тахминан 4 см, нуклеотидлар сони эса 3 млрдга яқиндир. Рестрикцион эндонуклеазалар, ДНК молекуласини маълум бир нукталарда парчалайди, натижада бир неча юздан, бир неча минггача нуклеотидли фрагментлар ҳосил бўлади. Ҳар бир рестриктазалар ДНКни ўзига хос равишда парчалайдилар.

Бактерия ҳужайрасига генларни экспрессия қилиш учун ҳайвонларнинг ўзига хос оқсил (масалан, инсулин) ишлаб чиқарадиган махсус ҳужайрасидан ушбу оқсилни кодлайдиган мРНК ажратиб олинади. Сўнг қайтар транскриптаза ёрдамида мРНКга комплементар ДНК занжири синтезланади. ДНК нусхасига комплементар бўлган иккинчи занжир ДНК-полимеразалар ёрдамида ажратилади. Кейинги босқичда қўш занжирли ДНК нусхаси трансфераза ферменти иштирокида плазмидага киритилади. Трансфераза ДНК учларида нуклеотидларнинг қисқа кетма-кетлигини тиклайди. Сўнг плазмиданинг махсус жойи, рестрикцион эндонуклеаза билан парчаланаяди. Плазмида парчалангандан кейин унинг учлари, трансфераза ёрдамида гуанин қолдиғи бўлган 4 та нуклеотидга жойлаштирилади. Шундан сўнг ҳосил бўлган 2 та ДНК молекулаларининг учлари нуклеотидлар кетма-кетлиги ўзаро таъсирлашиши ҳисобига бирикади; бактериал фермент – ДНК-лигаза ёрдамида киритилаётган ДНК ва плазмида ДНКси тикилади. Ҳосил бўлган янги ҳалқасимон плазмида рекомбинант ДНКга эга бўлади.

Маълумки, ҳозирги пайтда инсонлар орасида диабет касаллиги кўп учрайди ва унинг бир неча кўринишлари мавжуддир. Инсулин ёрдамида даволанадиган формаси ушбу гормонни синтезлайдиган ҳужайраларнинг танлаб нобуд бўлиши билан боғлиқдир. Диабетнинг инсулин талаб қилмайдиган кўриниши эса, тегишли пахрез ёрдамида даволаниши мумкин.

1921 йили Торонтода (Канада) Бантинг ва Бест итнинг ошқозон ости безидан гормон ажратиб олишган ва унинг антидиабетик хусусияти борлигини айтиб ўтишган. 1922 йили ҳайвондан ажратиб олинган инсулин, касалланган ёш болага юборилган ва кутилган натижага эришилган. Шундан сўнг инсулин кўп миқдорда ишлаб чиқарила бошланган.

Инсулиннинг биринчи кристаллари 1952 йилда олинган, кейинчалик уни тозалаш методлари такомиллаштирилиб, бошқа гормонал моддалар (масалан, глюкагон – инсулин ва соматотропин антагонисти) ҳам олина бошланган. Гилберт ва унинг шогирдлари инсулин мРНКсини каламуш ошқозон ости безидаги  $\beta$ -хужайрасининг ўсмаларидан ажратиб олишган. Бунинг учун мРНКнинг ДНКнусахасини pBR322 *E.coli* плазмидасига геннинг ўрта қисмига пенициллиназа жойлаштирилади. Ҳосил бўлган ДНКнинг кетма-кетлиги аниқланганда, унинг рекомбинант плазмидаси проинсулин структура ҳақидаги ахборотга эгаллиги маълум бўлган. Ичак таёқчаси хужайраларида мРНК трансляцияси жараёнида пенициллаза ва проинсулин кетма-кетлигини тутган гибрид оқсил синтезланган. Оқсил таркибидан трипсин ёрдамида гормон ажратиб олинган. Ушбу йўл билан олинган молекулалар ҳам ошқозон ости безидан ажралиб олинган гормон сингари қанд алмашинувида таъсир қилган.

Инсоннинг ўсиш гормони ёки соматотропин, гипофизнинг олд бўлмасидан ажратиб чиқади. Бу гормоннинг етишмаслиги натижасида инсонда гипофизар пакуналик келиб чиқади. 4-5 ёшли болаларга гормонни инъекциялаш билан касалликни тузатиш мумкин. Илк марта соматотропин мурдадан ажратиб олинган ва уни етарлича олиш имкони бўлмаган.

Махсус конструкцияланган бактерия хужайраларида синтезланадиган ўстириш гормони бир неча афзалликларга эгадир. Биринчидан, бу йўл билан гормонни кўп миқдорда олиш мумкин, иккинчидан унинг препаратлари биохимик тоза ва вируслардан ҳолидир.

Соматотропинни (191 та аминокислота қолдиғидан иборат) олиш учун биринчи босқичда мРНК нинг ДНК нусахаси клонланади ва рестрикция

эндонуклеазалар ёрдамида парчаланиб, гормоннинг биринчи 23 та аминокислотасидан ташқари барча аминокислоталарни кодлайдиган кетма-кетлик ҳосил қилинади. Сўнг 1 дан 23 гача аминокислотага мос келадиган синтетик полинуклеотид клонланади. 2 та фрагмент бир-бири билан бирлаштирилади ва рибосомаларни бирлашадиган участкасига жойлаштирилади. Олинadиган гормон миқдори 1 мл культурага 2,4 мкг тўғри келади. Бактерияларда синтезланган гормон керакли молекуляр массага эга бўлади ва бошқа бегона бўлган бактериал оқсиллардан холи бўлади.

*Қон ҳужайралари ва фибриобластларда интерфероннинг ҳосил бўлиши.* Культураларда ўстирилувчи ва интерферон ҳосил қилувчи ҳужайраларнинг барча типи учун интерферон олиш жараёни деярли бир хил. Ҳужайралар Сендай вируси билан зарарлантирилади ва 24 соатдан сўнг центрифугаланади: чўкма усти суюқлигидан интерфероннинг “дағал” препарати олинади ва тозаланади. 2 л қон қайта ишланганда 4 млн бирликка тенг бўлган интерферон олинади. Деярли ўтган 10 йил давомида интерферон ишлаб чиқаришнинг катта қисми Хельсинкидаги соғломлаштириш маркази лабораториясига тўғри келиб, бу ерда Канделл соғлом донорлар қони лейкоцитларидан интерферон олиш методи такомиллаштирилган. Бу лаборатория, лейкоцитар интерферон ишлаб чиқариш бўйича жаҳонда етакчи бўлиб, йилига 400 млрд бирликка яқин интерферон ишлаб чиқаради.

1960 йилнинг бошларидан бошлаб, Шани соғломлаштириш ва медицина илмий текшириш миллий институти, INSERM, Париждаги Сент-Винсент-де-Поль клиникаси), Пастер Институти билан ҳамкорликда интерферон олишнинг ярим масштабда ишлаб чиқаришни йўлга қўйди. 1980 йилнинг мартида ушбу муаммо илмий текшириш институтларининг миллий марказлари, INSERM, Пастер институти ва университетларининг олимлари томонидан конференцияда муҳокама қилинди. ИП фирмаси ва қон қуйиш маркази (лейкоцитлар билан таъминлайди) интерфероннинг ишлаб чиқариш методини такомиллаштирди ва интерферонни кўп миқдорда ҳосил бўлиш йўллари аниқлади. Ярим йил ичида ИП 26000 донордан олинган қондан

48 млрд бирлик интерферон ажратиб олишга эришган ва шу туфайли Франция, интерферон ишлаб чиқариш бўйича Европада 2-ўринга чиқиб олган. 1980 йил охирига келиб, ИР ва соғлиқни сақлаш вазирлиги ўртасида интерферонни синаш бўйича шартнома тузилиб, унга кўра интерфероннинг вирусларга ва ўсмаларга қаршилиқ хусусияти текширилиб кўрилди ва уни кўп миқдорда ишлаб чиқариш йўлга қўйилиши белгиланди. Интерфероннинг ишлаб чиқарилиши йилига 100 млрд бирликгача орттирилиб (200 касални даволашга етарли), унинг 80 млрд бирлиги клиникаларнинг марказий дорихоналари томонидан сотиб олинган, қолган қисми эса илмий-текшириш институтларига юборилган.

1982 йилнинг июлида интерфероннинг захираси 70 млрдгача борган бўлиб, ундан фақат 20 млрд ишлатилган. ИР ва қон қуйиш маркази институти ишлаб чиқаришни тўхтатишга мажбур бўлди, чунки маҳсулот сарфланмай қолди ва уни экспорт қилиш зарурати туғилди. Ойига 2 млрд лейкоцитар интерферон ишлатилади. Бироқ соғлиқни сақлаш вазирлигининг 1982 йил июл ойидаги қарори, препарат ишлаб чиқаришни тўхтатилиши вақтинчалик эканлиги аниқлади ва ҳозирги кунда бу препарат катта миқдорда ишлаб чиқилмоқда.

#### **11.4. Ўсимликлар ва ҳайвонларда ген инженерлиги**

Ўсимлик ҳужайраларига генлар турли усул билан киритилади:

Икки паллали ўсимликлар учун табиий вектор, яъни агробактериялар плазмидасидан фойдаланилади. Бир паллали ўсимликлар учун ҳам ушбу усулдан фойдаланилади, лекин бу усул бир-оз қийинчиликлар туғдиради.

Агробактерияларга нисбатан чидамли бўлган ўсимликларда эса, генлар бевосита физик йўл билан киритилади. Булар: микрозаррачалар билан «хужум» қилиш ёки балластик метод; электропорация, полиэтиленгликол билан ишлов бериш; ДНКни липосома таркибига ўтказиш ва бошқалар.

Энг қулай метод микрoзаррачалар билан «хужум» қилиш методи ҳисобланади. Юқори тезликда заррачалар ядрога бевосита кириб, трансформация самарадорлигини оширади. Шу усул билан ДНКга эга бўлган хужайранинг бошқа органеллалари – хлоропластлар ва митохондрияларни ҳам трансформациялаш мумкин.

Охирги вақтларда комбинацияланган трансформация методи – агролистик методи ҳам яратилиб, амалда қўлланилмоқда. Бунда бегона ДНК тўқимага бирор-бир физик йўл, масалан баллистик йўл билан киритилади. Киритилаётган ДНК да Т-ДНК вектор ва маркер гени, ҳамда вирулентликнинг агробактериал гени бўлиши керак. Ўсимлик хужайрасида вирулентлик генини вақтинчалик экспрессияси оқсиллар синтезига олиб келади. Бу оқсиллар плазмидадан Т-ДНКни тўғри кесиб, уни агробактериал трансформациядаги сингари хўжайин геномига жойлаштиради. Сўнг *in vitro* да таркибида хужайраларнинг кўпайиши учун зарур бўлган фитогормонли озуқа муҳитига экилади. Озуқа муҳитида одатда трансген ўсимликлар чидамлилиқка эришиши учун селектив маркер бўлиши керак.

Регенерация кўпроқ каллус босқичидан сўнг рўй беради. Сўнгра муҳит тўғри танлай олинса органогенез бошланади. Униб чиққан куртаклар илдиз бериши учун бошқа муҳитга ўтказилади.

### **11.5. Трансген ўсимликларга генетик материалларни экспрессияси.**

Олимлар ўсимлик хужайрасига бегона генларни киритиш бўйича олиб борган тадқиқотларида янги ҳодисаларга гувоҳ бўлганлар. Аниқланишича, бир тажрибанинг ўзида бир хил ДНК конструкцияси билан трансформацияланган трансген клонлар, киритилаётган ген экспрессияси бўйича бир-биридан фарқланар эканлар. Экспрессия даражаси кўпгина омилларга боғлиқ бўлиб, у айниқса киритилаётган геннинг ядро хроматинини қайси қисмига тушишига боғлиқ экан. Бундан ташқари, ядро

геномига ДНК конструкцияланганда бир канча ўзгаришларга учрайди (дупликация, инверсия ва б.) ва бу экспрессиянинг пасайишига олиб келади. Яна аниқланишича, қўлланилаётган трансформация процедуралари хўжайин геноми учун ҳам бефарқ эмасдир.

Биринчидан, трансгенни жойлашиши қайсидир хўжайин генини бирламчи структурасини бузиши билан биргаликда уни инактивациялайди.

Иккинчидан, ўсимлик геномига генлар агробактериал ёки физик ўтказилганда, турли кўринишдаги қайта тузилишлар, ҳатто хромосома фрагментларининг транслокациясигача кузатилади. Буларнинг барчаси ўсимлик геномини нормал фаолият кўрсатишини ўзгартиради.

Ўсимликка керакли генни тутувчи *Ti*-плазмида кетма-кетлигини киритишнинг 2 хил методи яратилган:

1-метод - «оралиқ векторлар» методи (коинтегратив векторлар) - pBR 322 ичак таёқчасидан фойдаланишга асосланган.

*Ti*-плазмидадан Т-ДНК рестриктазалар ёрдамида кесилади ва *E. coli* да клонлаш учун pBR 322 плазмидасига жойлаштирилади. Т-ДНК плазмидали бактериялар кўпайтирилади ва плазмида ажратиб олинади. Сўнгра клонланган Т-ДНКга рестриктаза ёрдамида керакли ген жойлаштирилади. Ҳосил бўлган Т-ДНКли рекомбинант молекула яна бир бор катта миқдорда кўпайтирилади, яъни ичак таёқчасида клонланади. Шундан кейин конъюгация ёрдамида тўлиқ *Ti*-плазмидани ташувчи агробактерия хужайрасига киритилади. Натив *Ti*-плазмидасининг Т-сегментлари ва оралиқ векторлар ўртасида гомологик рекомбинация рўй беради. Бунинг натижасида ген жойлаштирилган Т-ДНК нормал ДНК ўрнига натив *Ti*-плазмидага киради. Т-сегментга керакли генлар жойлашган *Ti*-плазмидани ташувчи *A. tumefaciens* хужайралари ҳосил бўлади. Уларнинг навбатдаги кўчирилиши агробактерияларга хос бўлган оддий йўл билан амалга оширилади.

Иккинчи метод, бинар (қўш) векторлар системасини яратишга асосланган.

Охирги тадқиқотлардан маълум бўлишича, зарарлаш ва трансформация учун яхлит  $Ti$ -плазмида керак эмас, балки Т-ДНК нинг чекка участкаси ва  $Ti$  -плазмиданинг вирулентликка жавобгар бир участкасининг ўзи етарлидир. Бу иккала участка бир плазмидада бўлиши ҳам шарт эмас. Агар агробактерияда  $\text{vir}$  сегментли  $Ti$ -плазмида ва Т-ДНКли бошқа плазмида бўлса, бу бактериялар ўсимлик хужайрасини трансформациялаши мумкин. Бундай ҳолда исталган ген жойлаштирилган Т-ДНК ўсимлик геноми билан интеграцияланади. Бунинг учун бактерия хужайраларида гомологик рекомбинация содир бўлиши керак эмас. Бегона генлар экспрессияси учун Т-ДНКнинг махсус промотори, масалан нопалинсинтетаза промотори керакдир.

Ўсимлик хужайрасига конструкцияланган  $Ti$ -плазмидани киритишнинг бир нечта методлари бор. Булардан энг оддий табиий усул –





бактериялар қайта ювиш билан олиб ташланади. Сўнг ўсимлик хужайралари гормонлар қўшилган муҳитда ўстирилади. 3-4 ҳафтадан сўнг колониялар гормонсиз муҳитга ўтказилади. Бу муҳитда фақатгина трансформацияланган хужайраларнинг колониялари ўсади.

Шундай усул билан тамаки ва петуниннинг трансформацияланган ўсимлик-регенерантлари олинган.

Охирги 15-20 йил мобайнида ташқи бозорда янги хусусиятларга эга бўлган трансген ўсимликлар чиқа бошлади. 1996 йили АҚШда трансген ўсимликлар эгаллаган майдон 3 млн. акр бўлса, 2002 йилга бу майдон 80 млн акрга етди. Асосий трансген ўсимликлар: жўхори, соя, гербицид ва ҳашоротларга чидамли ғўза навларидир.

Кундан-кунга аҳоли сони ортиб бораётгани сабабли инсоният олдида муҳим бир муаммо, озиқ-овқат маҳсулотларини ишлаб чиқариш масаласи турибди. Яна бир муаммо, бу тиббий даволашдир. Бу муаммоларни трансген ўсимликлар яратиш орқали ҳал қилиш мумкин.

Ген инженерлиги ёрдамида қишлоқ хўжалиги учун қуйидаги ўсимликлар яратиш учун таклифлар киритилган:

*Ҳашоротларга чидамли ўсимликларни яратиш.* Уларни яратиш учун ўсимликларнинг геномига *Basillus thuringiensis* (бу микроорганизм ҳашоротлар организмида ривожланиб тангақанотлиларда касаллик келтириб чиқаради, одамларга таъсир қилмайди)дан ажратиб олинган токсин гени киритилади. Токсинни синтез қиладиган ўсимликлар айрим зараркунандаларга нисбатан чидамли бўлади. Буларнинг бари далаларда пестицидларни ишлатишни ва атроф-муҳит ифлосланишини камайтиради.

*Озиқ-овқат маҳсулотларини сифатини яхшилаш.* Маълумки, қишлоқ хўжалиги экинларининг ҳаммасининг таркибида ҳам алмашмайдиган аминокислоталар ва витаминлар етарли миқдорда бўлмайди. Буларнинг ўрнини тўлдириш учун ўсимликларга витамин ёки аминокислоталарни синтезлайдиган генлар киритилади. Ҳозирда таркибида каратиноид кўп бўлган трансген гуруч ва оқсилга бой соя ўсимлиги олинган.

*Товар сифатини яхшилаш.* Гулларга пигмент синтезловчи генлар киритилиб ажойиб рангли гуллар ёки оксилларни флуоресценцияловчи генларни киритиб коронғуда нур берувчи декоратив ўсимликлар олинган.

Гербицидларга чидамли ўсимликларни яратиш.

*Ўсимликларнинг чидамлилигини ошириш.* Маълумки, айрим балиқ ва хашоротлар гидрофил оксиллар ажратади. Бу оксиллар гени иссиқсевар ўсимликларни совуққа чидамли қилиш учун уларга киритилади.

### **11.6. Ҳайвонлар ген инженерлиги**

Ген инженерлиги методларининг яратилишига қадар, 2 та соматик хужайраларни қўшиш йўли билан генлар кўчирилган. Агар хужайраларнинг 2 та линиясини биргаликда полиэтиленгликол ёки инактивацияга учратилган Сендай вируси иштирокида инкубация қилинса, бу 2 та хужайра линияларининг ядролари қўшилади. Ҳосил бўлган гибрид хужайраларни селектив муҳитда ажратиб олиш мумкин. Бунда маълум бир белгилар ва маълум бир хромосомалар ўртасидаги мувофиқликни аниқлаб янгидан-янги генлар харитасини тузиш мумкин бўлади. Гибрид хужайра кўпайиши давомида битта ёки иккала она хужайраларни хромосомаларини йўқотиши, ҳамда йиллар давомида репрессияланган генлар экспрессияланиши мумкин. Баъзи ҳолларда она хужайра линиясида «ишламаган» ген, гибрид хужайраларда «ишлаши» мумкин.

Вирус генларини жойлаштириш ва кўчириш. 1976 йили Ениш сичқон хужайраларига бегона генларни киритиш ва бу белгиларни наслдан-наслга ўтишини амалга оширган. Лекин рекомбинация ва клонлаш методи ўша вақтда унчалик ривожланмаганлиги сабабли генларни киритишда вируслардан вектор сифатидагина фойдаланилган.

Сичқон лейкози вируси кирадиган синф вирусларига олимлар томонидан генларни кўчириш учун самарали вектор сифатида қараганлар. Ушбу ретровирусларнинг генлари бир занжирли РНКнинг 2 та

молекуласидан тузилган: хужайра бу вирус билан зарарланганда қайтар транскриптаза ДНК молекуласини, комплементар РНКни синтезлайди. Ҳосил бўлган ДНК-нусха хужайра ДНКсига «провирус» кўринишида жойлашади. Провирус барқарор ҳолда қолиши ёки хужайра ДНКсидан ажралиб, янги вирус заррачалари ўсишига манба бўлади.

*Саволлар.*

1. Ген инженерлиги усуллари нинг имкониятларини айтинг.
2. Трансген организм нима?
3. ДНК репликацияси ҳақида маълумот беринг.
4. генетик код нима?
5. Мутация нима?
6. Клон нима?

## **ХП-БОБ. ХУЖАЙРА ИНЖЕНЕРЛИГИ**

### **12.1. Хужайра инженерлигининг моддий асослари.**

Биотехнологиянинг янги босқичи ноанъанавий объектлар – кўп хужайрали юксак организмларнинг тўқима ва хужайралари култураси, ҳамда микроорганизмларнинг хусусиятлари олдиндан белгиланган, юқори фаолликка эга бўлган култураларини олиш имконини берди. Микроорганизмлар културасига нисбатан, юксак организмлар културалари биотехнологиянинг янги объекти ҳисобланади. Ўсимликлар културасини олиш методи XX асрнинг 70-йилларида яратилган.

Ўсимлик хужайраларини културасини олишнинг асосий типи каллус тўқимасини, баъзида эса ўсимликларнинг ўсма хужайралари културасини олишдир. Ўсма хужайралари култураси чуқур (суюқ озуқада) ва юзаки усулда экилганда, ташқари кўринишидан ва морфологик жиҳатдан деярли фарқ қилмайди. Уларнинг асосий фарқи шундаки, ўсма хужайралари гормонга боғлиқ эмас, шунинг учун уларнинг озуқа муҳитига фитогормонлар кўшиш керак эмас. Ундан ташқари ўсма хужайралардан органогенез жараёнида илдиз ёки куртаклар унмайди. Каллус хужайралари култураси эса тўсатдан гормонга боғлиқ бўлмай қолиш хусусиятига эга. Каллус хужайраларини бўлиниши натижасида (юксак ўсимликларга хос бўлган хужайра дифференциациясининг бир типи) каллус тўқималари ёки каллус ҳосил бўлади.

Каллус хужайралари културасини олиш учун юксак ўсимликларнинг турли органлари (эксплантлар)дан бир қисм (фрагмент) олиб, стериллик қоидаларини сақлаган ҳолда уни пробирка, колба ёки Петри ликобчасидаги сунъий озуқа муҳитига экилади.

Эксплант хужайраларининг дедифференцияланиши ва каллусогенез жараёнининг хусусиятлари, олинган тўқиманинг хусусиятларига боғлиқдир. Ўсимликларнинг махсус тўқималари (паренхима, илдиз ва поя, барг ва б.)

нинг хужайралари озуқа муҳитида ўзига хос функцияларини йўқотиб дедифференциялашиши ва фаол бўлинадиган хужайра ҳолатига келиши керак. Ўсимлик хужайра ва тўқималари культуралари ўстириладиган **озуқа** муҳит таркибида минерал тузлар (макро ва микроэлементлар), углерод манбаи (сахароза ёки глюкоза), витаминлар ва ўсишни бошқарувчи моддалар (регуляторлар)и бўлиши керак. Зарур ҳолларда озуқа муҳитига турли комплекс бирикмалар (казеин гидролизати, аминокислоталар аралашмаси, ачитки экстракти, турли ўсимлик экстрактлари) қўшилади. Янги объект билан ишлаётганда озуқа муҳитларининг оптимал таркибини танлай билиш катта аҳамият касб этади.

Юза усулда экилган каллус тўқималарини ранги оқ, сарғиш, яшил, кизил, аниқ бир анатомик структурага эга бўлмаган аморф массага эга бўлиб, консистенцияси жиҳатидан ҳам фарқланади.

Суюқ озуқа муҳитида ўстирилган ўсимлик хужайралари культуралари суспензион культуралар дейилади. Суюқ озуқа муҳитида ўстирилган ўсимлик хужайралари культуралари каллус культураларининг юза экиш усулидан афзалликка эга. Суюқ муҳитда метаболизм ва хужайра популяцияси ўсишига турли экзоген омиллар билан таъсир этиш мумкин. Суспензион культуралар биокимёвий ва молекуляр-биологик тажрибалар – ферментлар индукцияси, генларни экспрессияси, мутантларни яратиш ва уларни тавсифлаш учун қулай.

Суспензион культуралар учун хужайралар каллус тўқималаридан олинади. Сўнг улар доимий равишда аралаштириб турган ҳолда суюқ озуқа муҳитига ўтказилади. Суспензион культураларни ўсимлик тўқималаридан ҳам олиш мумкин, фақат бу усул кўп вақт талаб қилади. Бунинг учун эксплант хужайраси аввал бирламчи ҳосил қилиши керак, сўнггра эса озуқа муҳитида кўпайиб, суспензия кўринишида ўсадиган хужайра линиялари учун манба бўлиб ҳисобланади.

Хужайра культураларида ўсимликлар учун хос бўлган бирикмалар: алкалоидлар, гликозидлар, полисахаридлар, эфир мойлари, пигментлар ва б.

мавжуддир. Ўсимлик хужайраларидан фермент препаратларини ишлаб чиқариш мақсадида фойдаланиш табиий ёки сунъий манбалардан қимматли маҳсулотларни олиш имконини беради.

Мутант, гибрид ёки трансформацияланган хужайраларни клонал селекциясида алоҳида қилиб ажратиб олинган хужайралар ва регенерацияланган протопластларни ўстириш методи орқали амалга оширилади.

Ўсимлик протопластлари – мембрана билан чегараланган, ички хужайравий органеллаларининг таркиби сақланган структуравий тузилмадир.

Протопластлар 2 усулда ажратиб олинади:

**1. Механик усул.** Биринчи бор, ўсимлик хужайрасининг протопластлари 1892 йили телорез сув ўсимлиги хужайрасидан плазмолиз ходисасини ўрганиш жараёнида ажратиб олинган. Бунинг учун ўсимлик тўқимасидан кесма олинган ва 0,1 М ли сахароза эритмасига солинган. Протопластлар “бужмайиб” хужайра деворидан ажралган, сўнг скапель ёрдамида кесма кесилиб протопластларни муҳитга ажратиб чиқарилган.

**2. Ферментатив усулда,** хужайра девори махсус ферментлар ёрдамида эритилади. Бунда 3 хил тип ферментлар - целлюлаза, гемицеллюлаза ва пектиназадан фойдаланилади.

## **12.2. Протопластлар культурасини олиш.**

Протопластлар культурасини олиш учун 2 хил ёндошилади: суюқ муҳит томчиларида инкубация қилинади ва агарли қатламга ўтказилади.

Алоҳида ажратиб олинган (изоляция қилинган) протопластлар хужайра деворини тиклагунга қадар қисқа вақт ичида бир-бири билан қўшилиши мумкин. Бу жараён нафақат бир типдаги ўсимлик протопластлариаро, балки гетеролик протопластлараро бўлиши ҳам мумкин. Шу усул билан 2 турдаги тамаки ўсимлигини протопластларини қўшиб, регенерацияланган ўсимлик олинган. 1978 йили эса картофель ва тоmat ўсимликларининг протопластлари

кўшилган. Бунинг натижасида тоmatнинг касалликларга чидамлилики хусусиятлари картофелга кўчирилган.

*Соматик гибридизация* – ўсимликларни гибридини яратишнинг янги методи бўлиб, бунда гибридланаётган хужайралар сифатида гаметалар (репродуктив хужайралар) эмас, балки протопластлар олинадиган ўсимлик танасининг хужайралари (соматик) катнашади. Протопластларни қўшиш билан хужайра геномидан ташқари 2 та турли цитоплазмалар ҳам қўшилади. Кўпгина ҳолларда юксак ўсимликларни протопластларини қўшиш натижасида ёки гибрид ёки цибрид ҳосил бўлади. Цибрид ўсимликда, иккала ўсимликнинг цитоплазмаси қўшилади, ядро эса фақат биттасиники бўлади.

Гетерологик протопластларни қўшаётганда мос келадиган маркерни танлаш керак. Бундай маркер сифатида пластидалар ёки хлоропластлар бўлиши мумкин. Пластидалардан ташқари биокимёвий ёки генетик маркерлар: масалан, изоэнзимли таркиб, нуклеин кислоталарнинг хусусиятлари, маълум бир моддаларга чидамлилики ва хромосомалар ёки хужайра кариотиплари сони ҳам бўлиши мумкин.

Протопластлар лабиль тузилмалар бўлгани учун соматик гибридизациялаш йўли билан хужайрага бегона материалларни, ҳамда уларга ажратиб олинган ДНК ёки бошқа хужайраларнинг органелларини киритиш мумкин. Ҳозирда ядро ва хлоропластлар бошқа ўсимлик хужайрасига трансплантация қилинган.

*Ўсимлик ва ҳайвон хужайралари культураларининг ўстириш технологиялари.* Биотехнологик мақсадлар учун организмларнинг ёппасига культурасини олиш технологиялари бактериялар, ачитқилар ва мицелиал замбуруғлар учун ишлаб чиқилгандир. Ҳозирги вақтда ўсимлик ва ҳайвон хужайралари культураларини яратиш бўйича тадқиқотлар ҳам жадал давом этмоқда. Ўсимлик хужайралари культураларини олиш техникасини мукаммаллашганлиги сабабли, кўплаб мамлакатларда баъзи-бир ўсимликларни янги, олдиндан белгиланган хусусиятга эга бўлган навларини яратиш бўйича тадқиқотлар самарали давом эттирилмоқда ва анчагина

ютуқларга ҳам эришилган. Ушбу методлар органогенез ва ниҳолларни амплификациялаш, сўнгра уларни тупроққа экиш бўйича қилинган ишлар натижасида такомиллаштирилмоқда. Кўплаб ўсимликлар хужайраларининг суспензион культураларидан яхлит ўсимликка хос бўлган маҳсулотларни ажратиб олиш (никотин, алкалоидлар, женьшень) мақсадида фойдаланиш кенг миқёсда йўлган қўйилган ва у амалиётда кенг қўлланиб келинмоқда. Дигиталис, ясмин, ялпиз каби ўсимликлар синтез қиладиган қимматбаҳо физиологик фаол препаратларни ишлаб чиқариш самарали ҳисобланади. Ўсимлик хужайралари, культураларини олишда ишлатиладиган суюқ доимо аралаштириб туриладиган муҳитда ферментация қилиш методлари, микробиология технологиясига ўхшашдир. Ўсимлик хужайралари бактерияларга нисбатан секин ўсишига қарамай, уларнинг ҳарактеристикаси бир-бирига яқиндир. Шунинг учун ҳам, фақат ўсимлик ёки ҳайвон хужайралари синтезлайдиган баъзи-бир муҳим органик бирикмаларни олиш мақсадида янада янгироқ, самаралироқ технологиялар яратиш устида тадқиқотлар олиб бориш долзарб масалалар сирасига киради.

Ҳайвон хужайралари, суспензия кўринишида ёки қаттиқ субстратга бириктирилган ҳолда ўстирилади. Бундай хужайралар, масалан, HeLa (инсон ўсмаси хужайраси) иккала ҳолатда ҳам ўсиши мумкин; лимфобластом хужайралар суспензион культурада, нормал диплоид хужайралар эса қаттиқ субстратга бириктирилган ҳолда ўтирилади.

Охирги пайтларда хужайра ўсишини назорат қилувчи системалар «бухта» кўринишида ўралган, газни ўтказувчан тефлон трубкалар ёрдамида амалга оширилади. Бундай шароитларда кўплаб хужайраларни культурасини олиш мумкин. Яна бир самарали метод, бу хужайраларнинг унча катта бўлмаган маржонлар (шарчалар, микроташувчилар)га бириктирилишига асосланган усулдир. Шарчалар сефадексдан (декстрин табиатли модда) ясалиб, унинг умумий юзаси  $7 \text{ см}^2/\text{мг}$  тенг бўлиши мумкин. Шарчалар суспензион ҳолатда суза олади ва уларда турли типдаги хужайралар ўса олади. Бу усул ёрдамида инсон интерферони ишлаб чиқарилмоқда.



## **ХШ-БОБ. ФЕРМЕНТЛАР ИНЖЕНЕРЛИГИ**

### **13.1. Ферментлар инженерлигининг асосий вазифалари.**

Ферментлар инженерлигининг асосий вазифаси – биологик система ёки тирик ҳужайралардан ажратиб олинган ферментларнинг каталитик хусусиятларидан фойдаланган ҳолда биотехнологик жараёнларни яратишдир. У янги маҳсулотларни олиш, уларнинг сифатини яхшилаш ва иқтисодий кўрсаткичларини кўтариш билан боғлиқ бўлган масалаларни ечади. Ҳозирги кунда амалиётда ферментлар кенг қўлланилади.

Маълумки, ферментлардан органик синтезларни катализатори сифатида фойдаланилади. Шунга қарамай, ферментларнинг “нозик” томони ҳам бор. Улар кам чидамли, тез бузилувчан, нозик макромолекуляр структурага эга бўлган оқсиллардир. Улар ташқи таъсир остида осонгина ўз хоссасини йўқотадилар.

Ферментлар иштирокида кечадиган реакциялар мураккаб механизмга эга. Уларнинг фаоллигини ташқи муҳитнинг ўзгариши орқали, реакцион муҳитга ферментларни уларни фаоллигини оширувчи ёки сусайтирувчи қўшимча моддалар қўшиш билан бошқариш мумкиндир.

Ферментлар манбаи турли ҳайвон, ўсимликларнинг тўқималари, микроорганизмлар бўлиши мумкин. Ферментлар қайси бири кераклиги ва қайси бирини олиш қулайлигига қараб танланади.

Яқин даврларгача амалий мақсадларда ҳайвон ва ўсимлик ферментларидан фойдаланиб келинган. Ҳайвонлардан олинадиган ферментлар гўшт саноатининг йўлдош маҳсулотлари ҳисобланади. Барча тўқима ва ҳужайралар ичида ферментларга бой орган ошқозон ости безидир. Ундан, таркибида бир қатор гидролитик ферментлар (амилаза, протеаза, липаза ва б.) тутган комплекс препаратлар олинади. Масалан, ошқозон ости безидан панкреатин - қуритилган экстракт олинади.

Ҳайвон хомашёларидан айрим ферментларнинг тозаланган препаратлари - пепсин, трипсин, химотрипсин, реннин (химозин), рибонуклеаза, ДНКаза, липаза, гиалуронидаза, каталаза ва бошқа ферментлар ҳам ажратиб олинади.

Ўсимликлардан саноат миқёсида протеолитик ферментларнинг айрим препаратлари - папаин (ковун дарахти мевасининг шарбатидан), фицин (анжир барги ва *Ficus* оиласига мансуб ўсимликлардан) ажратиб олинади.

Аммо, ўсимликлардан фермент ажратиб олиш иқтисодий жиҳатдан самарали эмас, чунки сарфланадиган ўсимликка нисбатан олинadиган маҳсулот кам миқдорда бўлади. Ундан ташқари ҳар доим ҳам исталган минтақада керакли ўсимликни ўстириш имкони йўқ.

Ҳайвонлардан ферментларни ажратиб олишда ҳам айрим қийинчиликлар туғилади. Шунинг учун ҳозирда ферментлар манбаи сифатида микроорганизмлардан кенг фойдаланилмоқда.

*Микроорганизмлар* – фермент олиш учун жуда қулай манба ҳисобланади, чунки уларнинг (ферментларини) ҳужайрадаги концентрациясини микроорганизм ўсишини тезлатиш ёки генетик манипуляция қилиш ҳисобига ошириш мумкин. Микроорганизмлар тез ўсади, арзон муҳитларда кўпаяди ва турли ферментларга бойдир.

Микроб ферментлари ҳозирда ўсимлик ва ҳайвон ферментлари ўрнини босмоқда. Қатор ферментлар медицина диагностикасида ҳам ўзига хос ўрин эгаллаб келмоқда. Масалан, холестериноксидаза қон зардобдаги холестеринни, уреаза эса, сийдик кислотаси миқдорини ўлчашда ишлатилади. Ген инженерлиги тадқиқотларида эса, микроблардан ажратилadиган рестриктацион эндонуклеазалар ва лигазалар ишлатилади.

Микробиологик усулда олинган ферментлар пластмасса ишлаб чиқаришда ҳам ўрин эгаллайди.

Қаттиқ ёки суяқ озуқа муҳитларида ўстирилган микроорганизмларнинг культураси ва уларнинг культурал суяқликлари таркибида жуда кўп миқдорда балласт моддалар бордир. Ферментларни

ажратиш ва тозалаш - кўп меҳнат ва ҳаражат талаб қилувчи жараёндир, агарда фермент препарати микроорганизм култураси кўринишида ишлатилса, у тозаланмайди. Спирт ва терини ошлаш тармоқларида тозаланмаган микроорганизмлар културасини ишлатиш мақсадга мувофиқдир ва худди шундай микроорганизмларни қишлоқ хўжалигида ем-хашак тайёрлашда ёки фермаларда емларни қайта ишлашда қўллаш ҳам мумкин.

Озиқ-овқат саноатининг бир қанча тармоқларида (нон, пиво, вино, пишлоқ, крахмал ва шарбат экстракция қилувчи), ҳамда текстил, мўйна ва микробиологик саноатларда, шу жумладан тиббиётда балласт моддалардан қисман ёки тўлиқ тозаланган фермент препаратлари ишлатилади.

Тоза фермент препаратларини олишнинг бошланғич материали бўлиб филтрланган культурал суюқлик, продуцентнинг биомассаси ёки қаттиқ озуқа муҳитда ўстирилган культуранинг сувли экстракти хизмат қилади. Фермент препаратлари кукун ёки суюқ концентрат кўринишида олиниши мумкин. Ажратиш жараёнида препаратнинг умумий массасида фаол оксилнинг нисбий улуши, яъни унинг улуший фаоллиги ортади.

### **13.2. Тозаланмаган, комплекс фермент препаратларининг олиниши.**

Тозаланмаган фермент препарати - микроорганизм културасини мўътадил шароитда намлиги 8-12% га олиб келинган ва бутун озуқа муҳити қолдиқлари билан биргаликдаги массасидир.

Тозаланмаган фермент препарати культурани қаттиқ ёки суюқ озуқа муҳитида ўстириш йўли билан олиниши мумкин. Суюқ муҳитда ўсган культура қуритишдан олдин биомассаси ва озуқа муҳити қолдиқларидан қисман тозаланган ёки шундайлигича қуритилган бўлади.

Қаттиқ озуқа муҳитида ўстирилган микроорганизм култураси одатда 35 дан 58 % гача намликка эга бўлади. Бундай маҳсулот чидамсиз бўлганлиги

сабабли уни тезда ишлаб чиқаришга жорий қилиш ёки намлик даражаси 10-12% гача қуритиб олиш керак. Қуритиш жараёнидан олдин, ўстириш хонасидан олинган микроорганизм майдаланади ва кейин қуритилади

Микроорганизм культураларини қуритиш учун тасмали, тоннелли, шахтали, барабанли, жавонли (шкафли) ва тебранувчан қуритгичлардан фойдаланиш мумкин. Ишлаб чиқаришда, юқорида қайд қилинганларига нисбатан кўпроқ тўғри йўналтирилган барабан типдаги қуритгичлар ишлатилади. Бунда хўл культура иссиқлик берувчи қурилма билан биргаликда 80-85°C да қуритгичга тушади. Бундай юқори ҳароратда қуритилувчи хўл микроорганизмларнинг майда бўлақларидаги намни буғланиши ҳисобига қаттиқ қизиб кетиш ҳолати кузатилмайди ва ундаги ферментларнинг фаоллиги деярли тўлиқ сақланади. Кўпчилик барабанли қуритгичларнинг ички томонида парраксимон куракчалар мавжуд бўлиб, барабан 6-8 мин<sup>-1</sup> тезликда айланиши ҳисобига қуритилаётган материални бир текисда тарқалишини ва қуритилишини таъминлайди. Шунинг учун бундай типдаги қуритгичда қуритилган маҳсулот бутун массаси бўйлаб бир хил намликка эга бўлади. Ушбу қуритгичда микроорганизм бўлақчалари 3-7 мин. давомида қуритилади, берилаётган иссиқлик тезлиги 2-3 м/с, 80-85°C ҳароратда ҳамда чиқишда эса 60-65°C бўлади ва қуритилаётган материал ҳарорати 40°C га тенг бўлади. Қуритиш жараёнида атиги 3-10% гача фермент фаоллиги йўқотилиши мумкин.

Микроорганизмларни қуритишда ишлатиладиган қуритгичларнинг яна бир тури – герметик берк бўлган лентали буғ конвейерли қуритгичдир. Бундай қурилмаларда ферментнинг фаоллиги кўп йўқотилади, лекин улар ихчам ва юқори самарадорликка эга.

Қаттиқ озуқа муҳитида ўстирилган микроорганизмларни қуритиш учун ҳар хил конструкцияли қуритгичлардан фойдаланиш мумкин, қайсики маҳсулотнинг фаоллиги пасайишини минимумгача туширишни, унинг қуритгичда 5-8 мин. давомида бўлиши ва чиқишида 40-42°C дан пастда бўлишини таъминлайди.

Тайёр курук микроорганизмлар махсус қоплаш машиналарида 25-40 кг қилиб қопланади ва тайёр маҳсулотлар омборига юборилади.

Кўпчилик продуцентлар синтез қилган ферментларнинг асосий қисмини суюқ озук муҳитига чиқарадилар ва тўплайдилар. Тоза фермент препаратларини продуцентнинг биомассаси билан биргаликда филтрларда, центрифугаларда ёки сепараторларда ажратилади.

Микробиология саноатида асосан ташқи томони билан филтрловчи ячейкали-барабанли тўхтовсиз ишловчи вакуум филтрлар ишлатилади. Бу филтрлар юқори даражада механизациялаштирилган бўлиб, ҳар хил суспензияларни бир хил тезликда филтрлаш имконини беради. Барабаннинг сирти тўрсимон бўлиб, бўз ёки филтрловчи сунъий газлама билан ўралган ва у филтрланувчи суюқликка чўктирилган бўлади. Филтрловчи сиртда тўпланган ҳар хил эрмаган компонент ва биомасса махсус пичоқ ёрдамида тозаланади.

Барабан филтрлар биомассани ажратиш учун жуда қулай, лекин улар паст самарадорлиги, кўполлиги ва асептика шароитларини таъминлай олмаслиги билан ажралиб туради.

Фермент саноатида кўпинча рамали филтр-пресс ҳам ишлатилади. Маҳсулот кўл ишига асосланган ҳолда олинади. Рамали филтр-прессларнинг филтрловчи ҳажми кичик бўлганлиги сабабли барабанли вакуум-филтрга нисбатан ҳам кам самарадордир. Рамали филтрда филтрлаш жараёни 0,6-0,4 Мпа босим остида олиб борилади. Одатда филтратнинг биринчи қисми тиниқ бўлмайди ва у қайта филтрланади.

Филтр-пресснинг камчиликлари горизонтал камерали типдаги ФПАКМ да бирмунча бартараф этилган. У устма-уст жойлашган филтрловчи плиталар ва филтрловчи газламадан иборат. Ушбу ускунанинг иши автоматлаштирилган ва иш юзаси 2,5 дан 50 м<sup>2</sup> ҳажмга эга. Нисбий самарадорлиги бошқаларига нисбатан 6-8 марта юқори ва фермент фаоллиги 4-5% атрофида йўқотилади. Уларни ишлаб чиқаришга жорий қилиш жуда

истикболли ва бактериялар культурал суюқлигини филтрлашда жуда қўл келади.

Фермент саноатида 8СМ типдаги сепараторлар ҳам кенг қўлланилади. Улар ичига барабан ўрнатилган идиш кўринишида бўлади. Барабанларнинг ичида цилиндрик тўсиқлар ўрнатилган бўлиб, юқори тезликдаги марказдан қочма куч ҳисобига унинг тагида чўкма ҳолида биомасса ва бошқа компонентлар чўкади. Сепараторнинг самарадорлиги юқори бўлиб, 2000-5000 л/с гача етади. Кўпроқ АСЭ-3, АСИ, АСЭ-Б типдаги сепараторлар ҳамда “Альфа-Лаваль” (Швеция) фирмасининг соплоти сепараторларидан фойдаланилади.

Биомассани филтрлаш самараси ишлатилаётган ускуна типига, озуқа муҳит таркибига, ажратилаётган бўлакчаларни катта-кичиклигига, эримаган фракциялар миқдорида, филтрловчи материалнинг физик-кимёвий хусусиятларига, ҳарорат режимига ва бошқа омилларга узвий боғлиқдир. Филтрлаш жараёнини яхшилаш мақсадида культурал муҳит кимёвий қайта ишланади, яъни ишқорийлиги рН 8-8,5 га келтириб 0,1%ли  $\text{CaCl}_2$  эритмаси ва ҳар хил кизелгурлар (диатомит, радиолит, микрозил, кларгель ва х.к.) қўшилади. Бу тўлдирувчилар, филтрлаш самарасини оширади, лекин баъзи фермент фаоллигига салбий таъсир қилади. Олинган биомасса (биошрот) стерилизация қилинади ва қуритилиб чорва молларига ем сифатида ишлатилади. Культурал суюқлик филтроти эса тоза фермент препарати олиш учун қайта ишлашга юборилади.

Қаттиқ озуқа муҳитида ўстирилган микроорганизмлардан ферментларни экстракция қилиш. Барча ферментлар асосан сувда эрувчандир. Шунинг учун энг яхши экстрагент бўлиб сув ҳисобланади. Микроорганизмлардан ферментларни ажратиш олиш учун, улар майда қилиниб ҳужайра деворлари механик ёки автоматик ҳолатда бузилиб, экстракция жараёнига жалб этилади. Бу усулда ҳам хўл ҳолатдаги, ҳам қурук ҳолдаги микроорганизмдан фермент эритмасини олиш мумкин. Биомассадан фермент экстракциясини тўлиқ амалга ошириш учун ҳарорат, рН,

жараённинг давомийлиги, экстракция ускунасининг конструктив хусусиятлари, ажратилаётган ферментнинг табиати ва бошқа бир канча омилларни таъсири батафсил ўрганиб чиқилади. Бу омиллар ҳар бир продуцент мисолида алоҳида тадқиқотлар ёрдамида аниқланади ва тавсия этилади. Масалан, ҳарорат экстракция жараёнига катта таъсир кўрсатади, яъни жуда кўп ферментлар термолабил бўлиб, ҳаттоки 35-40°C да инактивацияга учрайди. Шунинг учун завод шароитида иложи борида сувнинг ҳарорати 22-25°C да ушлаб турилади ва ҳар хил бегона микрофлора ўсмаслиги учун антисептиклардан (формалин, бензол, толуол, хлороформ ва х.к.дан) фойдаланилади. Кўпчилик ҳолатларда ферментларни рН 5-7 кўрсаткичида тўлиқ ажратиш олиш мумкин.

Биошротдан ажратиш олинадиган ферментларни исрофгарчилигини камайтириш мақсадида ва қуюқлаштирилган фермент экстрактларини олиш учун, махсус экстракция ускуналаридан фойдаланиш тавсия этилган бўлсада, бундай қурилмада экстракция қилинаётган микроорганизм ферменти нисбатан кўпроқ фаоллигини йўқотиши, ҳамда бу усул кўпроқ қўл ишига асосланганлиги учун ҳозирги вақтда ундан камроқ фойдаланилмоқда.

Вакуум-буғлантириш ускуналарида фермент эритмаларини қуюқлаштириш. Қаттиқ ва суюқ озуқа муҳитларида ўстирилган микроорганизмларнинг экстрактлари сақлаш учун чидамсиздир. Бу эса, тайёр техник препарат формаларини (П2х ва Г2х) олишни ва уларни тезда қуюқлаштиришни талаб қилади. Қуруқ техник ёки тоза фермент препаратларини олишда вакуум-буғлантириш усулидан фойдаланиш ҳам фермент ишлаб чиқариш технологиясининг бир босқич ҳисобланади.

Одатда ферментлар буғлантириш ҳароратига жуда таъсирчан бўлади. Шунинг учун қуюқлаштиришнинг асосий шarti, паст ҳароратда қайнатиш ва жараёни қисқа муддатда олиб бориш билан бирга, буғлантирилаётган суюқликни қизиш кетишини ва ферментларни инактивацияга учрашини олдини олишдир. Агарда қуюқлаштирилаётган эритма қанчалик тоза бўлса, шунчалик кам миқдорда ҳар хил моддаларни кам тутати ва ундаги фермент

юқори ҳароратга жуда ҳам таъсирчан бўлади. Қаттиқ озука муҳитида ўстирилган организм экстрактида жуда кўп миқдорда ҳимояловчи бирикмалар бўлади ва улар қуюқлаштириш жараёнида фермент инактивациясини олдини олади, лекин культурал суюқликни қуюқлаштиришда бунинг аксини кузатиш мумкин, яъни фермент кўп миқдорда фаоллигини йўқотади. Қуюқлаштириш жараёнида фермент эритмаларидаги моддаларнинг миқдори ва минерал таркиби бирмунча ўзгаради, қуруқ модда ҳисобига эса 11-20 %га камаяди ва қуюқлашган экстрактнинг рН кўрсаткичи ҳам ўзгаради. Продуцентнинг турига қараб уларнинг культурал суюқликлари ҳам ҳар хил кимёвий таркибга ва ферментлар комплексига эга бўлганлиги учун, вакуум-буғлантиришнинг ҳарорат режимлари тадқиқот йўли билан аниқланади.

Фермент фаоллигини қуюқлаштириш жараёнида йўқотилиши нафақат уни олиб борилиш режимига, балки ускуна ёки қурилманинг конструкциясига ҳам боғлиқдир. Кейинги йилларда вакуум-буғлантириш ускуналари анча такомиллаштирилмоқда. Ушбу ускуналар трубка шаклида (горизонтал, вертикал ва қия) бўлиб, жараёни ўтиш муддатини 10 маротабага яқин қисқартирди ва ферментни фаоллигини йўқолишини бир мунча камайтирди. Булар жумласига “Альфа-Лаваль” (Швеция), “Единство” (Югославия), “Люва” (Швейцария), “APV” (Франция) ва б. бир қанча фирмаларнинг ускуналарини киритиш мумкин ва уларнинг самарадорлиги 200 дан 20000 л/с ни ташкил қилишини ҳамда ферментни фаоллиги атига 10% атрофида йўқолишини таъкидлаб ўтиш зарур.

*Фермент эритмаларини мембраналар ёрдамида қуюқлаштириш ва тозалаш.* Мембранали тозалаш усулига диализ ва электродиализ, баромембранали усулга эса қайтариловчи осмос, ультрафилтрация, микрофилтрация ва нозик филтрация кабилар киради.

Эритмадаги моддаларни диализ усулида ажратиш – мембранани модда массасига қараб танлаб ўтказувчанлик хусусиятига асосланган. Бу жараён учун яримўтказгич мембрананинг ҳар икки томонида эритмалар



концентрациясини фарқи вужудга келиши керак. Диализ жараёнини ушбу тенглик билан ифодалаш мумин:

$$Q = DdS\Delta C$$

Бунда,  $Q$  – маълум вақт ичида мембранадан ўтган модда миқдори,  $Dd$  – диализ коэффициент,  $S$  – мембрана сиртининг юзаси,  $\Delta C$  – мембрананинг ҳар икки томонидаги моддалар концентрациясининг фарқи.

Диализ усулидан, фермент препаратларини кичик молекулали моддалардан тозалаш мақсадида фойдаланилади. Масалан, фермент эритмаларини шакар, аминокислоталар, минерал тузлар ва бошқалардан 60-100% гача бўлган миқдорда тозалашга эришиш мумкин. Айниқса, ферментлар юқори концентрацияли тузлар билан чўктирилганда диализдан ва электродиализдан унумли фойдаланиш керак. Лекин тўртламчи структурага эга бўлган ферментларни ва металлоферментларни ажратишда электродиализдан фойдаланиш мумкин эмас, яъни фермент ушбу жараёнда ўз фаоллигини йўқотади.

Диализ жараёни жуда секин ўтувчи жараёндир, ҳамда эритманинг миқдори кўп бўлганда, жуда кўп миқдорда мембрана сарфланади. Диализда куйидаги ҳар хил кўринишдаги яримўтказгич мембраналар ишлатилади, пергамент, целлофаннинг ҳар хил турлари, ультрафилтрацияда ишлатиладиган мембраналар ва бошқалар. Диализ усули бир қанча камчиликларга эга бўлганлиги сабабли ҳозирги кунда ишлаб чиқаришда ишлатилмайди. Баъзан илмий лабораторияларда ферментларни юқори тозаликда олиш учун ишлатилиши мумкин.

Баромембрана усули ишлатиладиган мембраналар тирқишларининг катта-кичиклигига қараб синфланади. Масалан, қайтарилувчан осмос ( $\approx 3 \times 10^{-4}$  мкм); гелфилтрация (15х10,5 мкм); микрофилтрация (0,2 мкм) ва нозик филтрация (10 мкм) дир.

Қуюқлаштириш ва тозалашнинг қайтарилувчан осмос ва ультрафилтрация усуллари кимё, нефтни қайта ишлаш, озик-овқат, фармацевтика ва фермент саноатларида жуда кенг тарқалган. Энг асосийси,

жараёни жуда ҳам кам ҳаражатлар ва энергия эвазига олиб борилишидир. Ультрафилтрация жараёнида ферментларни ҳарорат таъсиридаги инактивацияси умуман бартараф қилинган бўлиб, бир вақтнинг ўзида эритма бир қанча балласт бирикмалардан, хона ҳароратида тозаланади. Ушбу жараён юқори босим остида ўтганлиги учун самарадорлиги ҳам юқоридир. Бу усулнинг ҳам асосий элементи бўлиб мембраналар ҳисобланади. Ҳозирги кунда целлофандан, каучукдан, полиэтилендан, полистеролдан, целлюлозадан ва б. бир неча хил материаллардан тайёрланган мембраналар ишлатилмоқда.

Мембраналар хусусиятига қараб 0,05-0,2 мкм ли бир қаватли – изотроп ва икки қаватли – анизотроп турларига бўлинади.

*Чўктириш усуллари ва унинг назарияси.* Саноат учун зарур бўлган кўпчилик ферментлар сувда эрувчан оксиллардир. Фермент эритмалари уларни олиниш манбаларига қараб, микроорганизмлар лизатлари, экстрактлари, культурал суюқлик филтратлари, ўсимлик ёки ҳайвон тўқималарининг гомогенатлари бўлиши мумкин. Фермент эритмаларининг таркиби жуда мураккаб системадир. Унда ферментлардан ташқари коллоид табиатга эга бўлган ҳар хил бирикма ва моддалар ҳам учрайди. Бундай мураккаб системалардан ферментларни ажратиб олиш мушкул вазифадир.

Оксилнинг ҳар хил эритувчиларда эриш даражаси молекула сиртида жойлашган гидрофоб ва гидрофил қолдиқларнинг тарқалиши билан белгиланади. Оксилларни асосий эритувчиси бўлган сувнинг баъзи хусусиятларини (ҳарорат, рН, ион кучи, нейтрал тузлар, органик эритувчиларни ёки инерт бирикмаларни қўшиш йўли билан) ўзгартириш ҳисобига оксил молекуласининг гидрат ёки сольват қатламига таъсир қилиб агрегацияга учратиш ва чўкмага тушириш мумкин. Саноатда асосан ферментларни органик эритувчилар ёки тузлар билан чўктириш усулларида фойдаланилади. Бу усуллар бир-биридан чўктириш механизми билан фарқланади.

*Нейтрал тузлар ёрдамида чўктириши.* Бу жараён асосан оксил молекуласининг гидрофоблиги даражасига боғлиқ. Типик оксил молекуласи, сиртида бир катор аминокислоталар (тирозин, триптофан, лейцин, изолейцин, метионин, валин ва фенилаланин) занжири шаклида ёпишган гидрофоб қисмларга эга. Оксил молекуласининг гидрофоб қисми сув билан тўқнашганда сув молекулалари билан ориентирланган қават ҳосил бўлади ва шу жойлар “музлатилган” ҳолатда бўлади. Бундай тартибли структуралар термодинамик жиҳатдан чидамли эмасдир. Агар сув молекулаларини оксил табиатига ўхшамаган моддалар билан иммобилизация қилинса, оксил молекулалари ўзаро таъсирлашиб агрегатлар ҳосил қила бошлайди. Маълумки, тузларнинг ионлари гидратланади. Агар оксил эритмасига маълум миқдорда сув қўшилса, у сув билан боғланади ва сув билан боғланмаган оксил молекулалари эса, агрегат ҳосил қиладилар. Туз ионлари қанча кўп бўлса, оксилларнинг агрегатланиши ҳам шунча кучаяди ва чўкмага тушиши ортади.

Тузлар билан чўктириш жараёни таъсирига кўра, ҳар хил оксилларда ҳар хил бўлади. Бу биринчидан, оксил молекуласи сиртидаги гидрофоб қисмларнинг миқдори ва ҳажмига боғлиқ. Қанча шундай қисмлар кўп бўлса, оксил шунча тез чўкмага тушади. Баъзи оксиллар борки, тузларнинг энг юқори концентрацияларида чўкмага тушмайди. Чўктириш жараёнида оксиллар ёнида турган бошқа оксиллар билан ҳам агрегат ҳосил қилиб чўкмага тушиши мумкин. Бунда бир қанча ферментлар комплексини олиш мумкин. Лекин фракцияларга бўлиб чўктирилса бир мунча юқори натижага эришиш мумкин.

Оксилларни тузли эритмаларда эрувчанлиги Коннинг эмпирик тенгламасига бўйсунди:

$$\lg S = \lg S_0 - k_s \mu$$

бунда  $S$ ,  $S_0$  - оксилнинг тузли эритма ва тоза сувдаги эрувчанлиги;  $k_s$  – тузлаш константаси,  $\mu$  – эритманинг ион кучи.

Тузлар билан чўктириш жараёнини унумли ўтказиш учун  $k_s\mu$  кўрсаткичи иложи борица катта бўлиши керак.  $k_s$  кўрсаткичи тузнинг табиатига боғлиқ бўлиб, водород ионлари концентрациясига боғлиқ эмас.

Ушбу жараён гидрофоб ўзаро таъсирга асосланган бўлсада, унинг боришига таъсир қилувчи бошқа омиллар ҳам мавжуддир. Улар: муҳит pH кўрсаткичи ҳарорат, фермент эритмасининг тозалик даражаси, жараёни ўтказиш муддати ва бошқалардир.

Туз билан чўктиришда асосан ишқорий металлларнинг нейтрал тузлари ишлатилади. Ҳар хил ионларнинг чўктириш самараси уларнинг ион кучига боғлиқ. Натрий тузларининг анионларини тузлаш таъсир кучига қараб, қуйидагича жойлаштириш мумкин:  $\text{SO}_4^{2-} > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^- > \text{Br}^- > \text{I}^- > \text{CNS}^-$ , ҳамда катионларни эса қуйидагича  $\text{Li}^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > (\text{NH}_4)^+$ .

Фермент препаратларини туз ёрдамида чўктирилганда уларнинг таркибида 60-85% гача ҳар хил қўшимча моддалар учраши мумкин. Ушбу жараёнинг энг қийин босқичи, бу - тузни қўшиш ва уни эритишдир. Эритмада тузнинг локал концентрациясини ошириб юбормаслик учун у аввал майдаланиб, секин асталик билан маълум бир қисмдан қўшиб борилади ва тинмай аралаштириб турилади. Аралаштириш давомида кўпик ҳосил бўлишига йўл қўймаслик керак. Жараён эриган на агрегатланган оқсилларнинг мувозанати ҳосил бўлгунча 20-40 мин, баъзида бир неча соат давом этади.

Туз билан чўктириш жуда ҳам кўп омилларга боғлиқ бўлган мураккаб технологик жараёндир. Шунинг эса тутиш керакки, туз ҳеч қачон ферментни бутунлай чўктирмайди, балки унинг эрувчанлигини пасайтиради, холос. Агар эритмада 1 мг/мл оқсил бўлса унинг 90%и чўкмага тушиши мумкин, лекин эритмада бор-йўғи 0,1 мг/мл оқсил бўлса ҳеч қандай фермент препаратини олишнинг иложи бўлмайди.

Нейтрал тузлар билан оқсилларни чўктириб, фермент препаратларини олиш усуллари асосан чет элларда кенг ишлатилади.

*Органик эритувчилар ёрдамида чўктириш.* Ферментларни сувда эрувчан органик эритувчилар билан чўктириш усуллари саноат миқёсида кенг қўламда қўлланилади. Оксилларни чўктириш самараси органик эритувчилар таъсирида сувнинг фаоллигини камайиши билан узвий боғлиқдир. Эритувчининг концентрацияси ортиши билан ферментнинг зарядланган гидрофил молекулаларини сув таъсирида солватланиш қобиляти пасаяди. Оксилнинг гидрофоб қисмидаги сув молекулалари органик эритувчи томонига ўта бошлайди ва натижада ферментнинг эрувчанлиги пасаяди. Оқибатда оксил молекулалари агрегатланади ва чўкмага тушади.

Оксилларни агрегатланиш электростатик ва Ван-дер-Ваальс кучлари таъсирида, алоҳида жойлашган оксил молекулалари ўртасида юзага келади.

Оксилларни агрегатланиш жараёни ва чўкма ҳосил бўлиши чўктиришнинг бир қанча омилларига боғлиқдир. Шулардан бири оксил молекуласининг хажмидир. Чўктириш жараёнида оксил молекуласининг размери қанчалик катта бўлса, эритувчининг салбий таъсир қилувчи концентрацияси шунчалик паст бўлади. Бу боғлиқликка молекуланинг гидрофоблик даражаси, солват қаватига чидамлилиги на бошқа омиллар таъсир қилиши мумкин.

Чўктириш учун ишлатиладиган органик эритувчи сув билан тўлиқ аралашishi ва фермент билан эса алоқада бўлмаслиги керак. Асосан бу жараён учун этил спирти, ацетон ва изопропил спирти кенг қўлланилса, метанол, н-пропанол, диоксан, 2-метоксиэтанол ва бошқа спиртлар, кетонлар, эфирлар ва уларнинг аралашмалари камроқ ишлатилади. Эритувчиларни танлашда уларнинг захарлигига, портлаш хавфидан холислигига ва регенерация бўлиш қобилятига эътибор бериш керак. Ишлаб чиқариш учун энг яроқлилари бўлиб этил спирти ва изопропанол ҳисобланса, ацетоннинг кўрсаткичлари эса сал пастроқдир. Булар орасида энг истиқболлиси изопропанолдир. Бу эритувчилар ёрдамида ферментларни комплексларга ажратиш ёки фракциялар ҳолида чўктириб олиш мумкин.

Фермент препаратларини чўктириш учун нафақат эритувчининг табиати ва концентрацияси, балки электролитларнинг иштироки, чўктириш ҳарорати, муҳитнинг рН кўрсаткичи, куруқ моддаларнинг таркиби на миқдори каби бир қанча омилларга эътибор бериш керак. Чўктириш эритмасида баъзи ионларнинг учраши фермент мўътадиллигига таъсир қилиши мумкин. Масалан,  $\text{Ca}^{2+}$  ионлари  $\alpha$ -амилаза, протеиназа, глюкоамилаза ферментлари фаоллигига ижобий таъсир қилса, магний, марганец, кобальт каби металл ионлари ҳимоя вазифасини бажаради. Шулар билан биргаликда баъзи металлларнинг ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Si}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Hg}^{+}$  ва х.к.) ионлари салбий таъсир кўрсатади ва уларнинг эритмада бўлиши мақсадга мувофиқ эмасдир. Эритмада электролитларнинг бўлиши эритувчи сарфини камайтиришга ва чўкма структурасини яхшилашга хизмат қилади.

Ферментни чўктириш жараёнида имкон борица фермент эритмасини ва эритувчининг ҳарорати паст бўлишига ҳаракат қилиш керак. Спирт ва ферментнинг сувли эритмаси аралаштирилганда, иссиқлик ажралиб чиқади ва аралашма ҳарорати  $5-10^{\circ}\text{C}$  га кўтарилади. Агарда спирт олдиндан совутилган бўлмаса ферментларнинг инактивациясини кузатиш мумкин. Бу ҳодиса нафақат термоинактивацияга, ҳаттоки фермент молекуласини денатурациясигача олиб келади.

Фермент препаратларини чўктиришда рН кўрсаткичи жуда катта аҳамиятга эга. Бир хил фермент эритмасидан ҳар хил рН кўрсаткичи таъсирида бир-биридан чўкмасининг миқдори ва фермент фаоллиги билан фарқ қилувчи препаратлар олиш мумкин. Маълумки, ферментлар ўзларининг изоэлектрик нуқталарида оксил агрегатлари ҳосил қилиб тўлиқ чўкмага тушадилар. Оксилларни изоэлектрик нуқталарида, чўктирувчи реагентлар ишлатмасдан чўктириш жараёни, изоэлектрик чўктириш дейилади. Органик чўктирувчиларни изоэлектрик нуқта рН кўрсаткичига яқини рН да қўллаш ферментларни осон чўктириш ва эритувчини кам миқдорда сарфлаш учун хизмат қилади. рН кўрсаткичи изоэлектрик нуқтадан четга чиқса, чўкма унуми ва фермент фаоллиги 30-50% гача йўқотилади.

Фаол ферментни препарат ёки мўътадил структурали чўкма ҳолида олиш учун эритмада 10-12% атрофида қуруқ модда миқдори бўлиши керак. Кўп тадқиқотлардан маълумки, ферментларни чўктиришда, айниқса протеолитик ферментларни, миқдори кам қуруқ модданинг энг оптимал миқдори эса, 10% дан кўп бўлмаслиги керак.

Юқорида кайд қилинган омиллар қаторида фермент эритмаларини эритувчи билан алоқада бўлиш муддати ҳам катта аҳамиятга эга. Фермент саноатида тўхтовсиз ишлайдиган чўктирувчиларда ушбу вақтни жуда ҳам қисқартиришга эришилгандир, бу албатта фермент фаоллигини камайишини олдини олади.

Органик эритувчилар билан чўктириш самарадорлиги шу жараёнга мўлжалланган ускунага ҳам узвий боғлиқдир. Бундай ускуналар асосан фермент эритмаларини қабул қилгич, тўхтовсиз аралаштиргич, фермент эритмаси ва эритувчини тўхтовсиз равишда узатувчи контурлар, сепаратор ва автоматизация тизимларидан тузилган бўлади. Цилиндр шаклидаги аралаштиргичдан фермент эритмаси ва эритувчи мураккаб ҳаракат йўналиши бўйлаб қисқа вақт ичида аралашиб ўтади ва натижада ҳосил бўлган аралашма сепаратор қисмига узатилади. Сепараторда чўкмага тушган оксил молекулалари ажратиб олинади. Бундай қурилмада фермент билан эритувчининг алоқа муддати ўн маротабагача қисқартирилади. Бунда ферментнинг чўкмага тушиш унуми 15-20% гача ортади. Сепараторда ажратилган чўкма ҳар хил усуллар билан мўътадил шароитда қуришиб олинади. Чўкма тепасида қолган суюқлик таркибида 50-75% гача эритувчи бўлади ва у ректификация бўлимида регенерация қилиш учун юборилади.

Органик эритувчилар билан чўктириш унуми продуцент ўстирилган озуқа муҳити таркибига ва фермент препаратини қуюқлаштирилганлик даражасига ҳам боғлиқдир.

### 13.3. Ферментларни тозалаш усуллари.

Ферментлар ва бошқа оксил моддалар адсорбцияланиш (сўрилиш) қобилятига эгалар. Бу хусусият оксил аралашмаларини бирикмаларга ажратишда ва айниқса ферментларни лаборатория шароитида тозалашда, ҳамда бўлган фермент препаратларини гомоген ҳолатда олиш жараёнларида кенг ишлатилади. Адсорбция усули, шу билан бирга колонкали хроматография усуллари ферментларни юқори даражада тоза ва кўп миқдорда олиш имконини беради.

Оксилларнинг ва ферментларни тозалаш, уларни бир-биридан ажратиш мақсадида махсус адсорбентлар ҳар хил ион алмашувчилар, полисахаридлар асосида тайёрланган сефадекслар ва уларни ҳосилалари, целлюлоза ва уларни ҳосилалари, анионлар ва катионит кўринишда, баъзида кальций фосфат, алюминий гидроксид геллари ва мбаъзи-бир ферментлар учун аффинли адсорбентлар тайёрланган ва улар ишлаб чиқаришда ҳамда лаборатория тадқиқотларида самара билан ишлатиб келинмоқда. Ферментларни тозалаш ва оксилларни ажратиш технологияси қандай типдаги усулда бўлишига қарамай қуйидагиларга асосланади: фермент маҳсулотини ўз таркибига олган оксиллар аралашмаси маъқул бўлган эритувчида (буферда) эритилади ва шу эритувчи билан мувозанатланган колонкага юборилади. Кейин шу колонкадан маълум таркибга эга бўлган буферни ёки концентрацияси ўсиб боровчи градиентли ювиш эритмаси, ёки бўлмаса ушбу фермент учун махсус бўлган боғловчи (лиганд) ёрдамида, қоракли оксил (фермент) босқичма-босқич ювиб олинади. Колонкадан ювиб олинган фермент препаратлари фракциялар тўпламида йиғилади ва ферментни тоза препаратини олиш учун бошланғич материал бўлиб хизмат қилади.

*Ионалмашув хроматография усули.* Бу усулда оксиллар электростатик куч ёрдамида боғланадилар, яъни бу ҳодиса зарядланган оксил сиртлари ва зарядланган ионалмашув бирикма гуруҳларининг зич қатлами ўртасида



юзага келади. Типик ионалмашувчи сифатида бўктирилган диэтиламиноэтил (ДЭАЭ-) ёки карбоксиметил (КМ) целлюлозани кўрсатиш мумкин. Улар бўктирилган ҳолатда, зарядли гуруҳларнинг 0,5 М концентрациясига эга бўлади. Бу зарядлар колонкада қарама-қарши бўлган ионларни (металл ионлари, хлор ионлари, буфер ва ҳ.к.) нейтраллайди. Одатда оксилнинг умумий заряд белгиси ион алмашувчига ўтирган ион белгиси билан бир хил бўлади ва колонкадан ўтиш жараёнида айнан уни сиқиб чиқаради. Шунинг учун ҳам бу жараён хусусиятига қараб “ион алмашув” жумласи қўлланилади.

Колонкада адсорбцияланган керакли оксилни ювиш учун аффин усулидан ташқари икки усулдан фойдаланилади. Биринчи усул - буфернинг рН кўрсаткичини маълум даражага ўзгартириш билан ион кучини ошириб, адсорбент ва оксил ўртасидаги электростатик ўзаро таъсирни камайтиришдир. Бу усул умуман яхши натижа бермайди. Чунки буфер ҳажмини кичик бўлганлиги учун рН кўрсаткичини бирданига ўзгартириш оксил аралашмаларига ва бошқа бирикмаларнинг ёмон ажралишига сабаб бўлади. 1981 йилда бу усул Л.Л.Слюйтерман ва бошқалар томонидан хроматофокус усулига ўтказиш йўли билан такомиллаштирилган. Бунда, ферментларни адсорбентдан ювиб олиш жараёнида амфолит типигаги буфер ҳажми юқори бўлган буферлардан фойдаланилади.

Иккинчи усул кенг миқёсда фойдаланилаётган калий ёки натрий хлорид тузлари ёрдамида градиент тузишга асосланган. Туз ионлари иштирокида мустақил оксил ва адсорбентлар орасидаги ўзаро тортиш кучи камаяди. Туз ионлари концентрациясини ошиши билан адсорбентга боғланган оксиллар ўз ўринларини уларга бўшатадилар ва ўзлари колонкадан ювилиб чиқа бошлайдилар. Шу билан бирга туз ионлари таъсирида адсорбентлар ўзаро яқинлашиб оксил ҳаракати учун тор йўлчалар ҳосил қилади ва бу ҳодиса ферментларни колонкадан чиқишида фракцияларга ажратиб олиш имконини беради.

Ион алмашувчига боғланган ферментни аффинли ювиш ёрдамида ажратиш мумкин. Бунинг учун колонкага оксил билан боғланадиган махсус лиганд юборилади. Бунда оксил, лиганд билан биргаликда тезда колонкадан ювилиб чиқади. Лекин керакли оксилни танийдиган ва уни сорбентдан ажратиб оладиган лигандни топиш жуда мушкул вазифадир. Шу билан бирга лигандни кандай зарядланганлиги ва концентрациясига алоҳида эътибор бериш керак. Агар шундай қилинса, лигандни ўзи ионалмашувчига боғланиб қолиши мумкин.

*Аффинли хроматография усули.* Бу усул оксил ва ферментларни тозалаш ва ажратишнинг адсорбция ҳодисасига асосланган усуллари орасида алоҳида ўринни эгаллайди. Кўпинча уни аффинли хроматография ёки биоаффинли ёки бўлмаса, биоспецифик хроматография дейилади.

Маълумки, барча биологик фаол бирикмалар, хусусан ферментлар ҳам лигандлар ёки аффинли лигандлар деб номланадиган бирикмаларга махсус боғланиш хусусиятларига эгадир. Агарда шундай лигандларни инерт матрицага ковалент боғласа фақат керакли ферментни ушловчи ва қолган оксил ва моддаларни ўтказиб юборувчи махсус адсорбентни олиш мумкин.

Махсус ювувчилардан ёки жараён шароитларининг фарқи асосида, лигандни ферментга бўлган хусусиятини ўзгартириш йўли билан оксилни десорбцияга учратиб, тозалаш натижасида, юқори тозаликка эга бўлган ферментни ажратиб олиш мумкин бўлади. Лекин лиганд ва уни ушлаб турувчини танлаш жуда қийин вазифадир. Кўпчилик ҳолларда аффинли адсорбентларни синтез қилишда тозаланаётган ферментнинг хусусиятларини эътиборга олиш керак. Аффинли хроматография учун ҳар хил турдаги эримайдиган сорбентлардан фойдаланади, лекин энг кўп тарқалгани кўндаланг қилиб уланган агароза доначаларидир. Улар юқори босимда ўз шаклини сақлайди ва буферларни ҳамда эритувчиларни алмаштиришга бардошлидир.

Лигандлар эса матрицага шундай боғланган бўлиши керакки, оксиллар ҳеч қийинчиликсиз уларга келиб боғланиши мумкин бўлсин, бунинг учун эса

матрица билан лиганд ўртасида кўприкча бўлиши керак. Булардан ташқари лиганд бошқа бирикмалар билан ўзаро боғланмаслиги, фақат матрицага боғланган ва ювиш, регенерация жараёнларига чидамли бўлиши шартдир.

*Гельхроматография усули.* Гельфилтрация жараёнини амалга ошириш учун декстран асосида олинган геллардан фойдаланилади ва улар ёрдамида размерига қараб ҳар хил макромолекулаларни тез ажратиш мумкин. Гель очик ҳолдаги кўндаланг тикилган уч ўлчамли молекула тури бўлиб, колонкаларни осон тўлдириш учун юмалоқ доначалар (гранула) кўринишида бўлади. Доначаларда кичик тешикчалари бўлиб, уларга фақат жуда кичик молекулали бирикмалар киради ва йирик молекулалар эса кирмайди. Бу усул гелларнинг айнан шу хусусиятига асослангандир.

Бу усул ферментларни тозалаш ва ажратишда нафақат лаборатория, балки саноат миқёсида ҳам кенг қўлланилади. Гельфилтрация учун кўндаланг тикилган декстран (сефадекслар ва сефакриллар) гелларидан, кўндаланг тикилган полиакриламид гелларидан (биогеллар), акриламид полимер занжири ёпиштирилган агароза геллардан (ультрагеллар) ва б. агароза гелларидан фойдаланилади.

Колонкада фермент эритмасининг бир қисми гел доначалар орасида ва бир қисми эса доначаларнинг тешикчалари ичида жойлашади. Гельфилтрация – бу тарқалувчан хроматографиянинг бир шакли бўлиб, эритилган моддалар эритманинг бир мунча юзада жойлашган ҳаракатчан ва ички томонида жойлашган кам ҳаракатли қисмларида тарқалган бўлади. Колонкада эритилган модданинг ушлаб қолиниш даражаси унинг гел тешикчаларига кира олиш қобилиятига боғлиқдир. Шунинг учун гельфилтрация жараёнида колонкадан аввал юқори молекулали моддалар ва кейин эса кичик молекулалилари бирин-кетин чиқа бошлайди. Бунда гел молекуляр тўр вазифасини бажаради. Бу жараён идеал равишда олиб борилиши учун гел тайёрланган материал эриган бирикмалар таъсирига жуда ҳам инерт бўлиши керак. Афсуски бугунги кунда ишлатилаётган барча геллар инерт эмас ва баъзан маълум рН кўрсаткичида улар сўриш (адсорбция

қилиш) қобилиятини намоён қилиши мумкин, масалан, шундай гелларга сефакрилларни киритиш мумкин. Гельфилтрация усули билан майда гел доначаларида юқори босим остида жуда кўп ҳар хил моддаларнинг, шу жумладан оксилларнинг аралашмалари ажратилмоқда. Бу янги, “юқори босим остида суюқ хроматография услуги” қисқа вақт ичида ферментларни юқори даражада тозалаш имконини берди ва у айниқса ферментларни тозалашнинг охириги босқичларида жуда катта самара билан ишлаб келинмоқда.

#### **13.4. Ферментларни иммобиллаш ва барқарорлаш технологияси**

Кимёвий энзимология методларини ривожланиши, биологик катализаторларнинг янги типи – иммобилланган ферментлар яратишига олиб келади. Маълумки, тоза ферментлар, биринчидан, узок вақт сақланмайди, ҳамда турли таъсирларга, айниқса иссиқликка чидамсиз, иккинчидан, уларни қайтадан ишлатиш имкони йўқ. Иммобилланган ферментларнинг яратилиши билан саноат ишлаб чиқаришида тоза ферментлардан фойдаланишда юзага келадиган қийинчиликлар бартараф этилди.

Иммобилланган ферментлар ферментатив жараёни узлуксиз ўтказиш ва реакция тезлигини бошқариш имконини беради. Ферментларни иммобиллаш билан ташувчининг хусусиятини ўзгартириш ҳисобига уларнинг каталитик фаоллиги бошқарилади.

“Иммобилланган ферментлар” атамаси, фазода оксил молекулари ҳаракатланиш эркинлигини исталган ҳолатда чекланишини англатади.

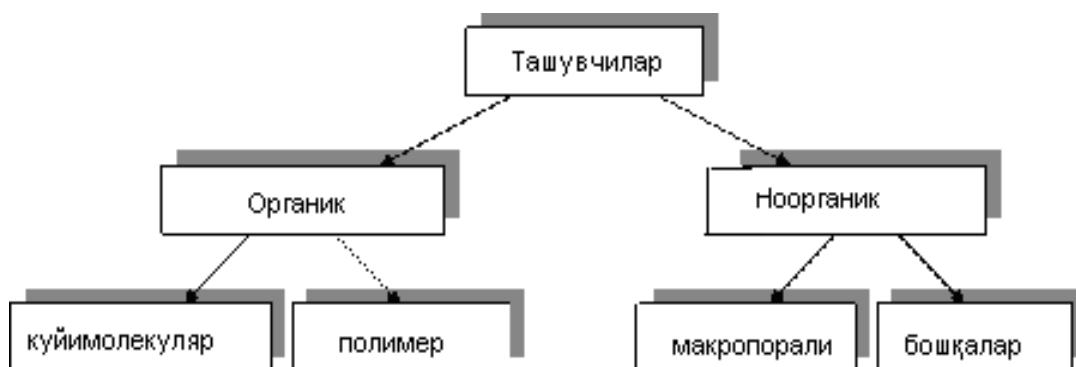
*Ферментларни иммобиллашда ишлатиладиган ташувчилар.*

Ферментларни иммобиллаш учун органик ва ноорганик табиатга эга бўлган ташувчилар ишлатилади. Уларга қўйиладиган асосий талаблар қуйидагилардан иборат:

- юқори даражада кимёвий ва биологик турғунлик;

- юқори даражада кимёвий барқарорлик;
- фермент ва субстратлар учун етарли даражада ўтказувчанлик;
- етарли даражада ғовакликга ва солиштирма сиртга эга бўлишлик;
- технологик жиҳатдан қулай бўлган шаклларда олиниши (гранулалар, мембраналар);
- осон активланиш;
- юқори даражада гидрофиллик;
- арзон бўлишлик ва ҳ.к.

Қуйидаги расмда ташувчиларнинг классификациясининг чизма ҳолатдаги кўриниши келтирилган:



Ферментларни иммобилизациясида ишлатиладиган ташувчиларни классификацияси.

Органик (полимер ва қуйимолекуляр) ташувчилар табиий ёки синтетик бўлишлари мумкин. Табиий полимер органик ташувчилар ўз навбатида биокимёвий классификациясига кўра 3 гуруҳга бўлинадилар: полисахаридли, оксилли ва липидли.

Синтетик полимерларни макромолекуласининг асосий занжирини кимёвий тузилишига кўра полиметиленили, полиамидли, полиэфирли гуруҳларга бўлиш мумкин.

Ферментларни иммобиллаш учун табиий полисахаридлар ва полиметил типдаги синтетик ташувчилар кўпроқ ишлатилади. Бунинг сабаби уларда кимёвий реакцияларга осон кириша оладиган реакцион хусусиятли

функционал гуруҳларни мавжудлиги, ҳамда уларнинг гидрофиллигидир. Камчилиги эса, микроорганизмларнинг таъсирига чидамсиз ва тан нархининг кимматроқ эканлиги билан боғлиқ.

Полисахаридли ташувчилардан целлюлоза, декстрин, агароза ва уларнинг ҳосилалари кенг ишлатилади. Целлюлоза гидрофил хоссага эга, унда гидроксил гуруҳларни сони кўп, бу эса, уни молекулага турли гуруҳлар киритишни осонлаштиради. Целлюлозани қисман гидролизга учратиб, (бунда аморф участкалари бузилади) гранула холига келтирилса, унинг механик мустаҳкамлиги ошади. Гидролиз давомида бузилган аморф участкалар ўрнига целлюлозани ғоваклилигини сақлаб қолиш мақсадида, унинг кристалл участкалари орасига кимёвий чок киритиш орқали целлюлозани ДЭАЭ-целлюлоза, КМ-целлюлоза, эктеола-целлюлоза сингари турли модификацияга учраган ҳосилаларига айлантириш мумкин.

Декстран асосида ишлаб чиқилган “Сефадекс”лар деб номланувчи ташувчилар ҳам кенг ишлатилади. Қуритилганда улар осон сиқилади, сувда кучли шишади. Ушбу ташувчилардаги ғовакларининг хажми “чоклилик” даражаси билан бошқарилади. Декстранларнинг мазкур гуруҳига крахмал ҳам киради. Кимёвий модификацияланган крахмал, ҳар хил агентлар билан “тикилади”, масалан формальдегид билан. Шундай йўл билан гидролитик, ферментлар таъсирига нисбатан чидамли бўлган ғовак крахмал олинган. Декстран асосида яратилган, сувда эрувчан препаратлар тиббиёт амалиётида доривор воситаларни ташувчи сифатида ҳам кенг ишлатилади.

Сув ўтларидан олинадиган агар-агар ҳам яхши ташувчи ҳисобланади. Уни диэпоксид бирикмалар билан кимёвий тикиб, хоссасини ўзгартириш, керакли бўлган томонга ошириш мумкин. Бундай ташувчи агар-агар иссиқликка чидамли, пишиқ ва осон модификацияланади.

Ташувчи сифатида оксиллар бир қанча афзалликларга эгадирлар: сиғимли, биодеградацияга учрайди, улардан юпқа мембрана (қалинлиги 80 мкм) сифатида фойдаланиш мумкин. Оксиллар фундаментал биологик тадқиқотларда, тиббиётда кўпроқ ишлатилади. Камчилиги эса, юқори

иммуногенликка эгалигидир. Имобиллаш учун кўпроқ структурали (кератин, фибрин, коллаген), ҳаракатчан (миозин) ва ташувчи (альбумин) оксиллардан фойдаланилади.

Синтетик полимер ташувчилар, ферментларни ковалент ва адсорбцион имобиллашда, уларни гел ва микрокапсулалар ҳолатдаги шакллари олишда ишлатилади. Сорбцион имобиллашда стирол асосидаги полимерлар ишлатилади. Улар макропорали, изопорали ҳамда гетеропорали структурага эга бўлади. Полимер гидрофил ташувчилар олиш учун акрил кислотасининг ҳосиласи – акриламиддан фойдаланилади.

Фермент ва хужайраларни фазовий-тўрли структурали полиакриламид гелга киритиш методи ҳозирда кенг қўлланилмоқда. Полиакриламид гели кимёвий таъсирларга чидамлидир. Полиамид ташувчи гуруҳи ҳам қизиқарлидир. Бу амид гуруҳи ( $-C(O)-NH-$ ) бир неча марта қайтарилиб келадиган турли гетерозанжирли полимерлар гуруҳидир. Масалан, N-винилпирролидон асосидаги полимерлар организмда секин парчаланадиган ферментларни имобиллаш учун ишлатилади. Бундан ташқари улар биологик инерт бўлганлиги учун тиббиёт амалиётида ҳам ишлатилади. Камчилиги эса, унинг организмда тўпланиб қолишидир. Бу жиҳатдан ферментлар таъсирида гидролизланадиган табиий полимерлар аҳамиятлидир. Шунинг учун дори воситаларига декстран, синтетик ташувчилардан N-винилпирролидон асосида тайёрланган полимерлар қўшиб ишлатиш яхши натижалар беради.

### **13.5. Ферментларни имобиллаш методлари.**

Ферментларни имобиллаш икки хил метод билан амалга оширилади: физикавий ва кимёвий.

Ферментларни физикавий имобиллаш – бу ферментни шундай бир муҳитга жойлаштиришни тушуниш керакки, бунда фермент умумий ҳажмнинг маълум бир (чегараланган) қисмидагина ўзининг фаолиятини

эркин бажара олиши керак. Физикавий иммобиллашда фермент билан ташувчи ўзаро ковалент боғ билан боғланмайдилар. Ферментларни боғлашни 4 типи маълум:

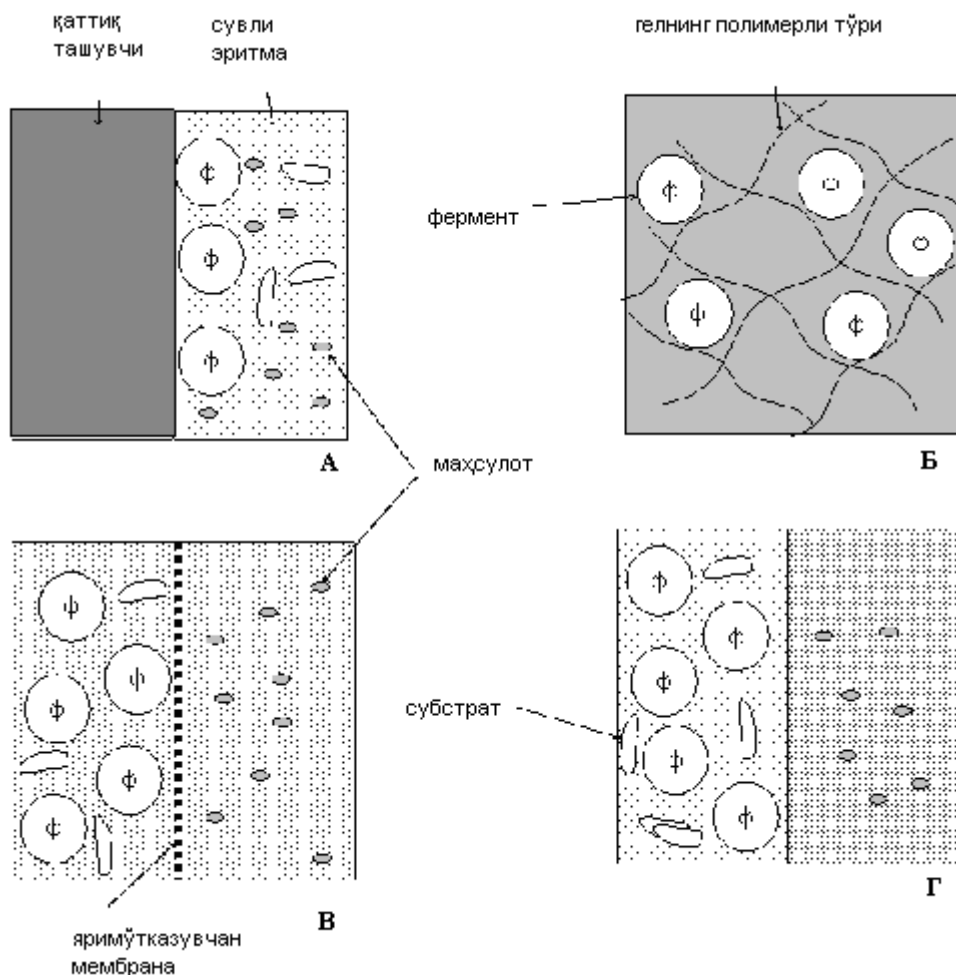
эримайдиған ташувчиларда адсорбцияланиш;

- гелъ тешиклариға киритиш;

ярим ўтказгич мембрана ёрдамида ферментни реакцион системанинг қолған хажмидан фазовий ажратиш;

икки фазали мухитга ўтказиш, бу мухитнинг бир қисмида фермент эрий олади, бошқа қисмида эса, боғланганча қолади.

Бу усуллар қуйидаги расмларда келтирилган.



*Ферментларни иммобиллаш усуллари:* а - эримайдиған ташувчиларда адсорбцияланиш; б - гелъ порасига киритиш; в - яримўтказгич мембрана ёрдамида ферментни реакцион системанинг қолған хажмидан фазовий



ажратиш; г - икки фазали мухитга ўтказиш, бу ерда фермент эрийди ва фазалардан биридагина жойлашиши мумкин.

Адсорбцион иммобилизация ферментларни иммобиллашнинг қадимги усули бўлиб, унга 1916 йили асос солинган. Бу усул жуда осон ва у ферментнинг сувли эритмаси билан ташувчи орасидаги контакт ҳисобига амалга ошади. Адсорбцияланмаган оксил ювиб ташлангандан сўнг фермент ишлатишга тайёр бўлади. Ташувчининг юзасида ферментнинг адсорбцияланган молекуласи, ташувчи ва оксилнинг юзаки гуруҳларининг Ван-дер-ваальс ўзаро таъсирлашуви, водород боғлари, электростатик ва гидрофоб ўзаро таъсирлашувлар ҳисобига ушланиши мумкин. Ҳар бир боғланиш ташувчининг кимёвий табиати ва фермент молекуласининг юзасидаги функционал гуруҳларга боғлиқдир.

Ташувчи билан фермент ўртасидаги таъсир, кучли бўлиб, биокатализаторнинг сорбцияси унинг структурасини бузиши мумкин. Масалан, баъзи ўсимлик хужайраларини сефадекс гранулаларида адсорбцияланишида хужайра девори ташувчи заррачаси юзасининг рельефини такрорлаб, деформацияланиши мумкин. Адсорбцион иммобилизациянинг афзаллиги, унинг қулайлиги ва сорбентларнинг арзонлигидадир. Уларга исталган конфигурацияни бериш ва керакли даражада ғовак қилиш имконияти мавжуд. Энг муҳими - бу методнинг оддийлигидир. Адсорбцион боғланишда ферментни тозалаш ҳам мумкин. Ушбу методнинг камчилиги ташувчи, ҳамда аниқ бир ферментни иммобиллаш учун оптимал шароитни тўғри танлаш имконини берадиган умумий йўриқноманинг йўқлигидир.

Кўрсатилган камчиликларни иммобилланган ферментларни гелга киритиш билан бартараф қилиш мумкин. Ушбу метод фермент молекуласини, полимер занжирлардан тўқилган 3 фазали тўрға (гелга) ўтказишга асосланган. Гелдаги қўшни занжирлар орасидаги ўртача масофа киритилган фермент молекуласининг ҳажмидан кичик бўлиши керак. Фақат

шундай ҳолатда фермент полимер матрицани тарк этолмайди ва атрофдаги эритмага чиқолмайди, яъни иммобилланган ҳолатда қолади.

Ферментларни гелда иммобиллашнинг 2 та асосий усули маълум. Биринчисида, фермент, мономернинг сувли эритмасига солинади ва кейин полимеризацияланади. Натижада полимерли гел ҳосил бўлади. Реакцион аралашмада кўпинча полимерга уч ўлчамли тўр структурасини берувчи бифункционал (молекуласида 2 та функционал гуруҳи бор бўлган) агентлар қўшилади. Иккинчи ҳолатда фермент тайёр полимер эритмасига солинади ва унга гелсифат ҳолатга ўтказилади. Ферментларни полимер гелга киритиш билан иммобиллаш препаратга исталган геометрик шакллар бериш имкониятини яратиш билан бирга, ташувчи молекуласида биокатализаторларни бир текис тақсимланишини ҳам таъминлайди. Шунинг учун ҳкм бу метод универсал ҳисобланади ва у деярли барча ферментлар, полифермент системалар, ҳужайра фрагментлари ва ҳатто ҳужайраларни иммобиллаш учун ҳам қулайдир. Гелга киритилган фермент, бактериялар билан зарарланишдан ҳимояланган бўлади.

Мембраналар ёрдамида ферментларни иммобиллашнинг моҳияти шундаки, бунда ферментнинг сувли эритмаси субстратнинг сувли эритмасидан яримўтказувчан мембрана ёрдамида ажратилган ҳолатда туради. Яримўтказувчан мембрана субстратнинг кичик молекулаларини осон ўтказди, катта молекулаларни эса ўтказмайди.

Мембрана типигаги системадан фойдаланиш таркибида кўп миқдорда фермент бўлган иммобилланган препаратларни олиш имконини беради. Бу метод ҳам универсал ва қулай.

Икки фазали муҳит ёрдамида ферментни иммобиллашда фермент системанинг бир фазасидагина эрийди. Субстрат ва маҳсулот қайси фазада эришига қараб иккала фазааро тақсимланади. Фазаларнинг табиати маҳсулот қайси фазада тўпланиши ва у ерда фермент бўлмаслигига кўра танланади, реакции якунлангандан сўнг бу фазани ажратиб, ундан маҳсулот ажаратиб

олинади. Ферментли фазани эса навбатдаги жараёнда қайта ишлатиш мумкин бўлади.

Кимёвий метод билан иммобиллашда фермент молекуласи, хусусан оксил, билан ташувчи ўртасида янги ковалент боғ ҳосил бўлади. Ушбу йўл билан иммобилланган ферментларнинг препаратлари 2 та муҳим ютуққа эга. Биринчидан, ташувчи билан фермент ўртасидаги ковалент боғ, ҳосил бўлган конъюгатнинг мустаҳкам бўлишини таъминлайди, ташқи муҳит омиллари, масалан pH, ҳароратга чидамлироқ бўлади, фермент ташувчидан десорбцияланмайди, олинаётган маҳсулотларни ифлослантирмайди. Бу эса, тиббиёт ва озиқ овқатга мўлжалланган жараёнларни амалга оширишда жуда муҳим. Иккинчидан, ферментларни кимёвий йўл билан модификация қилиш, уларни каталитик фаоллигини, барқарорлигини ва бошқа хоссаларини исталган томонга қараб ўзгартириш имконини беради. Бунда ферментнинг фаол марказини иложи борица сақлаб қолишга характ қилинади.

*Саволлар.*

“Ҳужайра инженерлиги” деганда нимани тушунасиш?

Протопластлар нима?

Ферментлар инжерлигини мақсад ва вазифалари.

Ферментларни тозалаш усулларига мисоллар келтиринг.

Процудент нима?

Ферментларни иммобилизация қилиш усуллари ҳақида нималарни биласиз?

## **XIV-БОБ. ХУЖАЙРАЛАРНИ ИММОБИЛЛАШ**

### **14.1. Микроорганизм ҳужайраларини иммобиллаш**

Микроорганизмларнинг иммобилланган ҳужайралари ҳақидаги илк бор илмий мақолалар XX асрнинг 70-йилларида пайдо бўлди, саноатда эса улар 1974 йили Японияда қўлланила бошланди. Микроорганизмларнинг иммобилланган ҳужайралари асосида аспарагин кислотаси олиш технологияси яратилди ва ишга тушурилди.

Иммобилланган ҳужайралар иммобилланган ферментлар, ҳамда эркин ҳужайралардан ҳам бир қатор афзалликларга эгадир. Булар қуйидагилардир:

ферментларни ажратиш ва тозалашга кетадиган ҳаражат сарфланмайди;

реакция маҳсулотларини ажратиш ва тозалашга кетадиган сарф-ҳаражатларни камайтиради;

- нисбатан юқори фаоллик ва барқарорликка эга;

узлуксиз ва ярим узлуксиз автоматлаштирилган жараёнларни яратиш имкони туғилади;

полифермент системалар экзоген кофакторларсиз, узоқ фаолият кўрсатиш хусусиятига эга бўлади.

Иммобилизациялаш учун турли ҳолатдаги, яъни тирик ва турли даражада зарарланган ҳужайралар ишлатилиши мумкин. Бир босқичли реакцияларни юқорида келтирилган иккала ҳолатдаги ҳужайралар ҳам амалга ошира оладилар. Полиферментли реакцияларни эса тирик ҳужайраларни қўллаш билан амалга оширилади, аммо бундай ҳужайралар узоқ вақт давомида АТФ ва коферментларни (НАДФ, НАД) ренегенерациялаш имкониятига эга бўлиши керак.

Иммобилланган микроорганизмларнинг ферментатив фаоллигидан фойдаланиш тарихи узоқ вақтларга бориб тақалади. Бундан 150 йил аввал сиркани тез олиш усули, ёғоч қипиғига адсорбцияланган

микроорганизмларга асосланган эди. Хужайраларни иммобиллаш ферментларни иммобиллаш методи билан жуда яқин.

Кимёвий иммобиллаш методи фаоллаштирилган ташувчи билан ковалент боғлар ҳосил қилишга асосланган.

Хужайралар иммобиризациясининг физикавий методлари эса, адсорбция ва агрегациядир.

Хужайраларни турли геллар, мембраналар, толаларга киритиш йўли билан иммобиллаш кимёвий ва физикавий ўзаро таъсирланишларга асосланган. Кимёвий методлар бошқа методларга нисбатан кам ишлатилади. Хужайралар кўпроқ геллар, мембраналар ва толаларга киритилади. Бундай усуллари билан иммобилланган хужайралар узоқ вақт давомида, ўзининг ҳаёт фаолиятини сақлаб қолади ва озуқа муҳитида кўпая олади. Иммобилланган хужайраларнинг биокаталитик фаоллиги ҳозирги вақтда фан ва техниканинг турли тармоқларида ишлатилиб келинмоқда, хусусан:

➤ аминокислотлар, органик кислоталар, антибиотиклар, стероидлар, углеводлар, углеводородлар, нуклеотидлар ва нуклеозидлар каби бирикмаларнинг биосинтези ва трансформациясида;

- пиво ва вино ишлаб чиқаришда;
- оқава ва табиий сув ҳавзаларини тозалашда;
- оқава сувларни металллардан тозалашда;
- қуёш энергиясининг ассимиляциясида;
- водородли қуёш элементларини тайёрлашда;
- азотфиксацияда;
- аналитик мақсадларда электродлар тайёрлашда.

Микроорганизм хужайраларини иммобиллаш, айниқса, улар асосида аминокислоталар, органик кислоталар ва антибиотикларни синтезлаш бўйича, япон олимлари томонидан кўплаб ишлар қилинган. Москва давлат университетида аспарагин кислотасини олиш методи яратилган. Полиакриламид гелга киритилган *E.coli* хужайралари аспарагин кислотасини олиш учун жуда қулайдир.

Микроорганизмлардан ташқари, физиологик фаол бирикмаларни синтезлаш мақсадида ўсимлик ва ҳайвон ҳужайраларини ҳам иммобиллаш мумкин.

Ҳозирда ҳужайра органелларини иммобиллаш бўйича ҳам катта ишлар олиб борилмоқда. Бу эса, биотехнологиянинг иммобилланган ҳужайраларни қўллаш билан боғлиқ йўналишининг нақадар истиқболли эканлигини исботлайди.

#### **14.2. Ўсимлик ҳужайраларини иммобиллаш.**

Ўсимликларнинг тўқима ва ҳужайра культуралари иккиламчи метаболитларни олиш учун асосий манба ҳисобланади. Иккиламчи метаболитларни кўплаб миқдорда олиш учун ўсимлик тўқима ва ҳужайраларини иммобиллаш методи ишлаб чиқилган. 1966 йилда Мосбах *Umbilicaria pustulata* лишайнигининг ҳужайраларини полиакриламидли гелга киритган. Бир йилдан сўнг ван Вецель ДЭАЭ микрошарчаларида ҳайвон эмбриони ҳужайраларини иммобиллаган. Кейинчалик, ҳужайралар асосан микроорганизм ҳужайралари турли субстратларда иммобиллана бошланди. Ҳужайраларни иммобиллашнинг 4 хил методи бор:

1. Ҳужайра ёки ҳужайра органелларини инерт субстратда (*Catharanthus roseus* ҳужайралари, Digit ДЭАЭ, агарозали шарчалар, желатин ва б.) иммобиллаш.

2. Ҳужайраларни инерт субстратларда адсорбциялаш. Ҳужайралар альгинат, полистирол ва полиакриламид билан зарядланган шарчаларга ёпиштирилади. Бу метод билан ҳайвон ҳужайралари ва *Saccharomyces uvarum*, *S. cerevisiae*, *Candida tropicalis*, *E. Coli* ҳужайралари иммобилланган.

3. Ҳужайраларни биологик макромолекулалар (масалан, лектин) ёрдамида инерт субстратда адсорбциялаш. Аммо, бу метод кам ишлатиладиган методдир.

4. КМЦ типдаги бошқа инерт ташувчи билан ковалент боғлаш. Бу метод ҳам кам ишлатилади.

Кейинги пайтларда ўсимлик хужайраларини иммобиллашга қизиқиш ортган. Бунинг сабаби, суспензион ёки каллус культураларига нисбатан иммобилланган хужайралар ёрдамида иккиламчи метаболитлар кўплаб олинади.

Иммобилланган хужайралар бир қанча афзалликларга эга:

1. Инерт субстратларда иммобилланган хужайралар суяқ суспензион культурода ўсувчи хужайраларга нисбатан биомассани секинроқ ҳосил қилади. Бу шароитда ўсиш ва метаболизм орасидаги боғлиқлик 2 типдаги механизм орқали амалга ошади: 1-механизм бўйича, ўсиш иккиламчи метаболитлар синтезига билвосита таъсир этиб, хужайранинг агрегацияланиш даражасини белгилаб беришига асосланган. 2-механизм эса ўсиш тезлигининг кинетикаси билан боғлиқдир. Бунда метаболизмнинг биринчи ва иккинчи йўллари турлича рақобатлашади. Муҳит шароити хужайранинг тез ўсиши учун қулай бўлса, биринчи навбатда иккиламчи метаболитлар синтезлана бошлайди. Агарда хужайрани ўсиши ва ривожланиши бўғиб (ингибрлаб) қўйилса, биринчи навбатда бирламчи метаболитлар синтезланадилар. Шундай қилиб, иммобилланган хужайраларнинг ўсиш тезлигининг паст бўлиши бирламчи, метаболитларни ҳосил бўлишини кучайтиради.

2. Иммобилланган хужайралар секин ўсишидан ташқари бир-бири билан физик контактда ўсадилар ва бу, кимёвий контактларда ўз аксини топади.

3. Атроф-муҳитнинг кимёвий таркибини ўзгартириш билан иккиламчи метаболитларни ҳосил бўлишини бошқариш мумкин.

4. Каллус ва суспензион культуралар ўстирилаётган муҳитни ўзгартиришда уларни зарарлаш ёки культурани ифлослантириш мумкин. Бу қийинчиликларни физик жиҳатдан ҳаракатсиз хужайралар атрофидаги катта ҳажмдаги озуқа муҳитини циркуляция қилиш орқали бартараф этиш мумкин.

5. Айрим ҳолларда идиолитларни ажратиш билан боғлиқ муаммолар ҳам келиб чиқади.

Иммобилланган ҳужайралардан фойдаланганда, керакли маҳсулотларни ажратувчи кимёвий моддалар билан ишлаш мумкин. Айрим ўсимликларнинг, масалан *Capsicum frutescens* ўсимлиги ҳужайрасининг культураси атроф-муҳитга иккиламчи метаболитларни ажратади. Иммобилланган ҳужайралар системаси эса, культурани зарарламасдан маҳсулотни олиш имконини беради. Демак, ҳужайраларни иммобиллаш идиолитларни осон ажратиб олиш имконини беради.

Иммобилланган ҳужайралар культурасини олиш 2 хил системада амалга оширилади:

Ясси асосли культура системасида, ҳужайралар горизонтал жойлаштирилган идишларда ўстирилади.

Колонкали культура системасида эса, ҳужайралар вертикал жойлаштирилган идишларда, яъни махсус ўстирилади.

Ҳар иккала системада ҳам, суюқ муҳит, ҳаракатсиз ҳужайралар атрофида айланади.

#### **14.3. Атроф-муҳитни муҳофаза қилишда ўсимлик ва микроорганизмларнинг роли**

Қишлоқ хўжалиги, ўрмон ва озиқ-овқат саноати чиқиндиларидан турли мақсадларда, хусусан, микроорганизмлар биомассасини кўпайтириш, ҳамда улардан энергия олиш ва шу йўл билан атроф-муҳитни ифлосланиш даражасини камайтириш мақсадида фойдаланилади. Уларни микроорганизмлар ёрдамида бижғийдиган бирикмаларгача парчалаш ёки уларни оксилларга айлантириш мумкин. Оқава сувларда сув ўтларини культураларини кўпайтириб, нафақат сувларни тозалаш, балки оксил ва микроэлементларга бой бўлган биомасса олиш мумкин.



Кўплаб чиқинди ва йўлдош маҳсулотларни қайта ишлаш мумкин. Маълумотларга кўра, турли бошоқли ўсимликлардан тахминан 1700 млн. т. сомон чиқади ва буларнинг кўп қисми ишлатилмайди. Ёки ананасни консервациялашда унинг 20%игина ишлатилади, асосий қисми эса чиқиндига чиқади. Унинг меваси, пўсти ва бошқа чиқиндилари шарбат олиш учун эзилади, қуритилган қолдиқлари эса, молларга ем сифатида берилади. Спиртли бижғитиш билан ушбу заводлардан оқизиладиган чиқиндиларни миқдорини камайтириш мумкин.

Бижғиш давомида турли органик моддаларни алмашилиши билан боғлиқ бўлган биотехнологик жараёнлар, атроф-муҳитни ҳам кимёвий ҳам биологик жиҳатдан ифлослантиради. 1970 йилларнинг бошларида ўтказилган тадқиқотларга кўра фармацевтикада ишлатиладиган ферментация – бу ифлосланишнинг асосий манбаи сифатида таъкидланган. Масалан, бу фикр асосан, антибиотиклар ишлаб чиқарувчи корхоналар фаолиятини кузатишдан келиб чиққан. Ферментациянинг чиқиндилари - маълум бир метаболитик маҳсулотларнинг микробли ҳужайралари ва озуқа муҳитининг ишлатилмаган компонентлари ҳисобланади.

Таркибида углевод бўлган чиқинди ва йўлдош маҳсулотларни анъанавий микробли бижғиш ёки биотехнологик жараёнлар йўли билан қайта ишлаш мумкин. Масалан, сахарозани кристаллаш учун бошланғич сироп ҳисобланган ва технологик циклдан чиқариб ташланадиган меласса – шакар олишдаги йўлдош маҳсулот ҳисобланади. Унинг таркибида шакардан ташқари сульфитлар, карбонатлар ва кальций, магний тузлари мавжуд. Мелассани бижғитиш давомида қолган шакарнинг ҳаммаси ҳам ишлатилмайди.

Крахмал, бошқа ўсимликларни донларининг, картофель ва маниокнинг қуруқ массасини 50%ини ташкил этади. Бу маҳсулот кўпроқ жўҳори, картофель ва маниокдан олинади. У кислотали ёки ферментатив гидролизга осон учрайди ва ундан декстрин ва глюкоза олинади. Ушбу гексозалардан спирт ва фруктозали сироп олишда фойдаланилади.

Целлюлоза ва гемицеллюлозани микробли деградация ва конверсияга учратиб, этил спирти ёки кимёвий саноат учун хомашё олиш мумкин. *Clostridium thermosellum* таркибидаги целлюлаза ва гемицеллюлаза генларини *Clostridium* нинг бошқа турларига ўтказиб, целлюлоза ва гемицеллюлозани этил спирти, ацетон, сирка ва сут кислотасига айлантириш мумкин.

*Биоконверсия* – метаболитларни микроб хужайралари ёрдамида ўзига яқин бўлган бирикмаларга айланишидир. Шу билан бирга микроорганизмлар кимёвий синтезнинг муҳим ва мураккаб жараёнларнинг маълум бир босқичига таъсир қилади.

Биоконверсиянинг қадимги тури – сирка олиш жараёни, этил спиртини сирка кислотага айланишидир.

Биоконверсия бир типдаги реакция ва маълум бир структура (стереоспецификлик) билан боғлиқлиги сабабли ўзига хосдир. Биоконверсияда изопропанол-ацетонга, глицерин-дигидроацетонга, L-тирозин-L-диоксифенилаланинга, глюкоза-глюкон кислотага ва охирида 2-кетоглюкон ёки 5-кетоглюкон кислотага ва сорбит-L-сорбозага айланади. Сорбитнинг сорбозага биоконверсияси кимёвий саноатдаги ягона биологик реакциядир.

Биоконверсияга асосланган методлар ёрдамида стероид гормонлар синтез қилинган. 1930 йилнинг бошларида Кендалл ва Райхштейн буйрак ости безидан ревматоид артритни даволашда ишлатиладиган кортизон ажратиб олишган. Кортизон синтезининг биринчи оралиқ маҳсулоти прогесторондир. Биоконверсия 37<sup>0</sup>С ҳароратда сувли муҳитда ва атмосфера босимида олиб борилади. Ҳозирги кунга келиб стероид ядросининг углерод атомиини маълум бир микроорганизмлар ёрдамида гидроқсиллаш ва керакли стероидни олиш мумкин.

Микроорганизмлар стероидларни олиш учун хомашёни (масалан, стеринлар) ишлаб чиқаришда ҳам ишлатилади.

Баъзи ҳолларда биоконверсияни амалга ошириш учун аралаш культуралар ёки микроб штаммларини кетма-кет қўшиш керак бўлади. Буларнинг ҳар бири биоконверсиянинг ўзига хос босқичини амалга оширади. Имобилланган ҳужайралардан фойдаланиш ферментларга нисбатан биоконверсия самарадорлигини оширади ва унинг сарф-харажатини камайтиради.

Микроорганизмларнинг саноатда ишлатиладиган штаммларини қўллаш учун 2 усулдан фойдаланилади: штаммларни скрининги ва ажратиб олишда юзага келадиган қийинчиликларни бартараф этиш учун ДНКнинг махсус участкаларида мутацияларни индукциялаш; ген инженерияси ва табиий жинсий жараёни кенгайтириш учун протопластларни қўшилиши; табиий генларни ўтказиш ва янги генларни реконструкция қилиш учун рекомбинант ДНК яратиш усулларида фойдаланилади.

Микроб ҳужайраларида маълум бир ген нусхаси сонини қўпайтириш генларни амплификациялаш орқали амалга оширилади ва натижада ушбу геном кодлайдиган маҳсулот ишлаб чиқариш кескин ортади. Бундай техник ёндашув ҳужайрада плазмидалар сонини қўпайтириш билан боғлиқдир. Одатда битта ҳужайрага 1-30 та нусха тўғри келади ва 2-250 ген мавжуд. Шу билан бирга ҳужайрада плазида генлари 3000 нусхагача оширилган. Генларни амплификациялаш жараёни *E.coli* да яхши ўрганилган ва у кенг ишлатилади. Ҳозирга келиб исталган хромосома гени ёки генлар гуруҳини плазмидага ўтказиш, сўнгра плазмидани амплификациялаш учун ичак таёқчасига ўтказишга эришилган. Ундан ташқари генларни бир ҳужайрадан бошқасига ўтказиш полиэтиленгликол иштирокида трансформациялаш орқали ҳам амалга оширилган. Шу йўл билан баъзи бир генлар *Basillus* плазмидасига ҳам ўтказилган. *Pseudomonas* плазмидаларини эса бошқа грамманфий бактерияларга ўтказилган. Бу усул биотехнологияда катта самара билан ишлатилади. Масалан, шу йўл билан катта миқдорда антибиотиклар олиш йўлга қўйилган.

*Саволлар.*

Микроорганизмлар ҳужайраларини иммобилизациялашни афзалликлари нимада?

Ҳужайра ва тўқималарни иммобилизация қилишни қандай усуллари биласиз?

Иммобилланган ҳужайраларни ишлатилиш соҳаларини келтиринг.

Атроф муҳитни муҳофаза қилишда ўсимлик ва микроорганизмларни ролини тушунтириб беринг.

## XV-БОБ. СУВНИ БИОЛОГИК ТОЗАЛАШ

### 15.1. Сувни тозалаш усуллари.

Аэроб ва анаэроб микроорганизмлар оқова сувларда учрайдиган органик материаллардан тозалаш хусусиятига эга. Ачитки, нефтни қайта ишлаш заводи, сут ва пишлоқ ишлаб чиқарувчи корхоналар, картофель ва крахмални қайта ишловчи заводлардан чиқадиган чиқиндиларни анаэроб жараён ёрдамида тозалаш бўйича катта муваффақиятларга эришилган. Бу жараёнда, фаол биологик компонентлар қайта ишлатилади, қолдиқ маҳсулотлар камаяди, сезиларли даражада ноҳуш ҳидлар тарқалиши камайтиради. Энг муҳими метан ҳосил бўлади.

Булардан ташқари кимёвий зарарланиш (биоцидларнинг деструкцияланиши каби)нинг назорат қилиш учун микроб штаммларидан фойдаланилади.

*Pseudomonas* турига мансуб бактерияларда оксиредуктаза ёки гидроксилаза ферментлари бўлиб, улар юқори токсик, углеводородлар ва ароматик бирикмаларни парчалаш хусусиятига эгадир. *Pseudomonas* нинг айрим штаммлари таркибида ушбу ферментларни кодловчи генлар плазмида таркибида учрайди. Бундай плазмидаларнинг 4 хили мавжуд: OCT (октан ва ва деканни парчаланиши), XYL (ксилол ва толуолни парчаланиши), CAM (камфорани парчаланиши) ва NAH (нафталинни парчаланиши). CAM ва NAH плазмидалари бактериялар хужайраларни чатиштириб ўзининг ўтказувчанлигини таъминлайди, қолган плазмидалар эса бактерияга бошқа плазмидалар киритилгандагина ўтказилиши мумкин.

Кейинчалик бу штаммларнинг гибрид плазмидалари олинган бўлиб, улар тозаланмаган нефтда бошқа штаммларга нисбатан углеводородларни парчалаш хусусиятига эгадирлар. Улар ёрдамида ҳарорат ва бошқа омилларни назорат қилган ҳолда оқова сувларни тозалаш мумкин.

Айрим микроблар молекулаларда шундай ўзгартириш киритадиларки, ҳосил бўлган молекуляр бошқа микроблар ёки уларни штамлари таъсирида енгил парчаланадилар. Бундай “кометаболизм”ни Дафтон ва Хси (Калифорния университети АҚШ) кучли токсинлик хусусиятига эга бўлган паратион инсектицидини *Pseudomonas*нинг 2 та штамми таъсирида парчаланиши мисолида кўрсатиб беришга эришганлар.

Токсик молекуланинг кимёвий ўзгаришининг натижаси, уларни тўлиқ парчаланиши эмас, балки детоксификацияси (захарсизланиши) ҳисобланади, бу жараён молекулани фосфорилланиши, метилланиши, ацетилланиши ва бошқа жараёнлар орқали намоён бўлади. Детоксификацияни катализловчи ферментлар, плазида таркибидаги генлар билан кодланади. Олимлар кучли ва кўп ишлатиладиган гербицид – 2,4,5-Т (2,4,5-трихлорфеноксисирка кислотаси)ни парчаловчи микроб культурасини олишга эришганлар. Улар, тозалаш станцияларидан бир нечта микроорганизмларни ажратиб олиб, уларни органик бирикмаларни плазмидаси таркибида парчаловчи ферментларни кодлайдиган гени бўлган бошқа бактериал штаммлар билан аралаштирганлар. Сўнг аралашма, фақатгина 2,4,5-Т сақланган муҳитда хемотратда ўстирилган. 10 ойдан сўнг бактерияларнинг ўсиш суръати 2,4,5-Т ни парчаловчи бактериялар ҳисобига тезлашган.

Ҳозирги замон биотехнологиясининг айниқса, экологик биотехнологик фанининг энг долзарб муаммоларидан бири, қуйи парчаланувчи захарли моддалар ва пластикларни парчалаш хусусиятига эга бўлган микроорганизм штаммларини ген инженерлик методлари ёрдамида яратиш ва уларни амалиётга тадбиқ этиш муаммоси ҳисобланади.

## **15.2. Микроорганизмлар ёрдамида биомассадан энергия олиш: биоэнергия**

Ер шарининг ўсимлик қатлами 1800 млрд.т. қуруқ моддани (энергетик жиҳатдан  $30 \times 10^{21}$  Дж га эквивалент) ташкил қилади. Бу кўрсаткич фойдали

казилмаларнинг энергия захираларига мос келади. Маълумки, биомассанинг энергетик потенциалининг аксарият қисми инсон томонидан ишлатилади.

Қуруқ модда учун биомассанинг энергияга айланишининг энг оддий усули ёниш бўлиб, бунинг натижасида у иссиқлик билан таъминлайди, у эса ўз навбатида механик ёки электр энергиясига айланади. Нам моддаларга келсак, уларни биоконверсиясини қадимги ва самарали усули биогаз (метан) олиш жараёнидир.

Булардан ташқари энергияни махсус ўстирилган қишлоқ хўжалиги ўсимликларидан ҳам олиш мумкин. Булар тез ўсувчи дарахтлар плантацияси ҳамда углеводга бой ўсимликлардир. Бундай ўсимликлар таркибидаги углеводлар гидролизланиб гексозага, бу ўз навбатида спиртли бижғишга учрайди.

*Этил спиртини олиниши.* Этил спиртини бундай ўсимлик биомассасидан олиш учун аввал улар экстракция қилинади ва микробли бижғиш йўли билан унинг захирасидаги углеводлар микроорганизмлар ёрдамида гидролизланади.

Этил спирти 2 усул билан, яъни кимёвий синтезлаш ва ферментатив усулда олинади.

Кимёвий синтезда этилен (нефть ёки табиий газдан олинади) юқори температурада сув ва катализаторлар иштирокида конверцияга учратилади. XX аср бошларида этанол бижғиш йўли билан олинар эди.

Этил спирти олинadиган ўсимликлар қаторига, маниок, бошоқли ўсимликлар, айниқса жўхори (углевод захираси крахмал) ва ерноки-тапинамбур (углевод захираси инулин) кирадилар. Булардан ташқари шу мақсадда шакар қамиш, ананас, қанд лавлаги ва сорго (углевод захираси сахароза) ҳам ишлатилади. Бу ўсимликларнинг культураси ҳозирда кенг миқёсда ўстирилмоқда.

Этанол ишлаб чиқаришни янада мукаммаллаштириш учун тўхтовсиз бижғиш технологиясини яратиш лозим.

Метанли “бижғиш” ёки биометаногенез жараёни 1776 й. Вольт томонидан очилган бўлиб, у биринчи марта ботқоқ газни таркибида метан борлигини аниқлаган. Ушбу жараён давомида олинган биогаз таркибида 65% метан, 30%  $\text{CO}_2$ , 1%  $\text{H}_2\text{S}$  ва кам миқдорда азот, кислород, водород учрайди. У кўк ранг бериб, ёнади ва ҳидсиз. 28 м<sup>3</sup> биогазда йиғилган энергия 16,8 м<sup>3</sup> табиий газ, 20,8 л нефть ёки 18,4 л дизель ёқилғисига эквивалентдир.

Биометаногенез 3 босқичда амалга оширилади: органик бирикмаларни эритиш ва гидролизлаш, ацидогенез ва метаногенез. Бу жараёнда 3 та гуруҳ бактериялар иштирок этади. 1 гуруҳ бактериялар мураккаб органик субстратларни мой, пропион ва сўт кислотасига айлантиради; иккинчилари, бу органик кислоталарни сирка кислота, водород ва  $\text{CO}_2$ , сўнг метан ҳосил қилувчи бактериялар водородни ютиб  $\text{CO}_2$  ни метанга айлантирадилар.

Биокимёвий нуқтаи назардан биометаногенез анаэроб нафас олишнинг ўзидир. Бу жараёнда ҳам электронлар органик моддалардан  $\text{CO}_2$ га берилади, сўнг у метанга айланади.

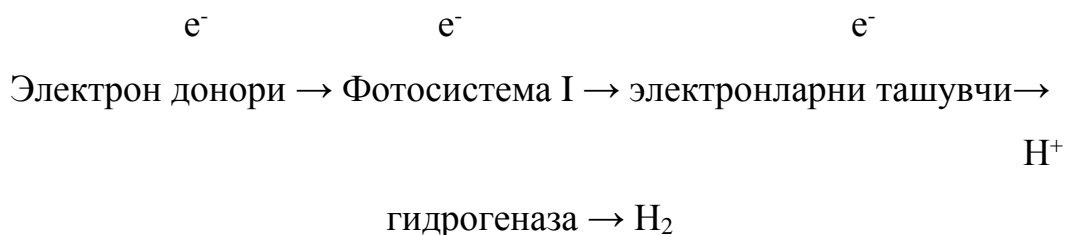
Биометаногенез сув ўтказмайдиган цилиндрлик цистерналар (дайджестерлар)да олиб борилади. Бундай йўл билан биогаз олиниши АҚШ, Европа мамлакатлари, Исроил, Ҳиндистон, Хитой каби мамлакатларда кенг қўлланилади.

Ўзбекистонда кенг майдонни ғўза, каноп, тамаки, кунгабоқар ўсимликлари эгаллайди. Ғўза поясидан ҳозиргача спирт, қоғоз олишга уринишлар амалга оширилаётган бўлса, бошқа ўсимликлар шунчаки ёқиб юборилади. Ўзбекистон олимлари ушбу чиқиндилардан экологик тоза, иссиқликни ўзида яхши сақлаш хусусиятига эга бўлган тоза қурилиш материалларини олиш технологияларини ишлаб чиқиш устида ҳам самарали тадқиқотлар олиб бормоқдалар ва баъзи-бир ютуқларга ҳам эришганлар..

*Қуёш нурунинг энергияга айланиши.* 1960-йилларнинг бошларида исмалоқ баргидан ажратиб олинган хлоропластлар электронларнинг сунъий



донори ва бактериал экстракт иштирокида водород ҳосил қилиши аниқланган.



Кейинчалик эса исмалоқ экстракти ва таркибида гидрогеназа бўлган бактериал экстрактлар, кўринадиган нур билан нурлантирилганда, водород ажратиши мумкинлиги аниқланган. Бундай ҳолда хлоропластнинг I ва II фотохимик системалари иштирок этади. *Clostridium* дан ажратиб олинган гидрогеназа ферменти кислородга нисбатан сезгир бўлиб, кислородли муҳитда ўз фаолиятини йўқотади. Шунинг учун сув фотолизи натижасида ажраладиган кислородни йўқотиш мақсадида реакция азотли муҳитда олиб борилади.

Бу йўл билан энергия олиш бир қанча афзалликларга эга:

Фотолиз субстрати кўп миқдорда эканлиги;

Энергия манбаи чекланмаганлиги (қуёш энергияси);

Маҳсулот (водород)ни атмосферани ифлослантормасдан сақлаш мумкинлиги;

Жараёни тиклаш мумкинлиги;

Оралиқ токсик маҳсулотлар ҳосил бўлмаслиги ва нормал ҳароратда олиб борилиши .









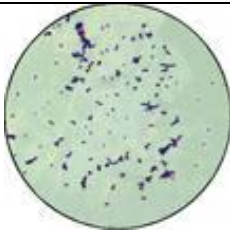
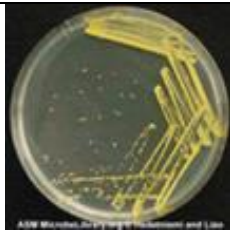


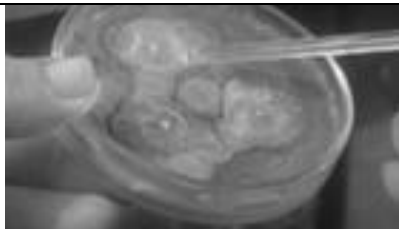
Кўп миқдорда энергия олиш учун кислородга нисбатан камроқ сезгирликка эга бўлган гидрогеназаларни танлаб олиш керак. Масалан, *Alcaligenes* бактериясидан олинган гидрогеназалар, аралашмадан водороднинг секин ҳосил бўлиш реакциясини катализ қилади.


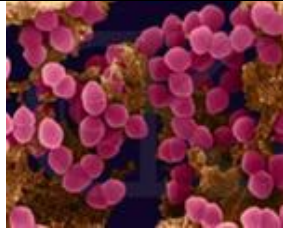
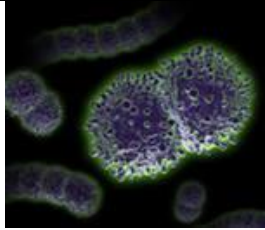

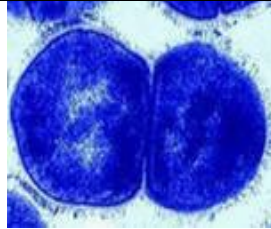
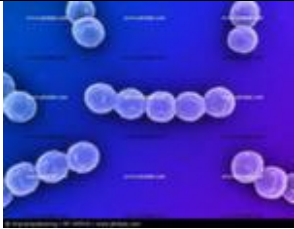

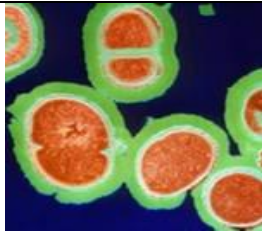
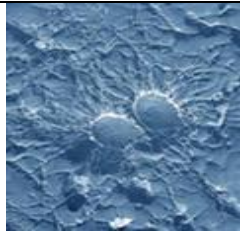
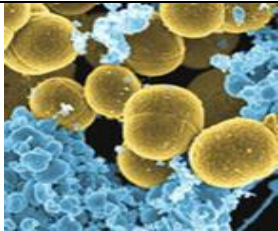






*Саволлар.*

1. Сувни биологик тозалаш деганда нимани тушунасиш?
2. Захарли моддаларни парчаловчи продуцент яратишда ишлатиладиган усулларга мисоллар келтиринг.
3. Биомассада энергия олишда микроорганизмларни ролини тушунтириб беринг.
4. Биоэтанол нима ва у қандай олинади?
5. Биогаз нима ва уни олиш неча босқичда амалга оширилади?


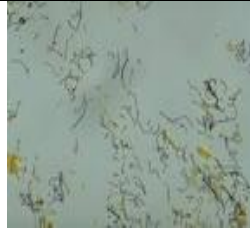
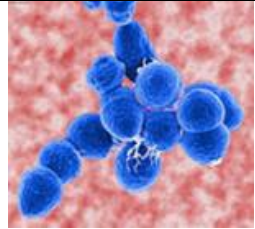
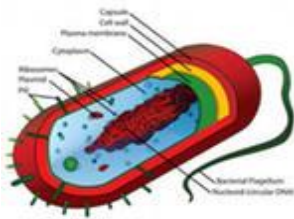
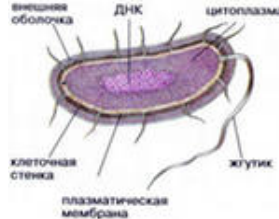



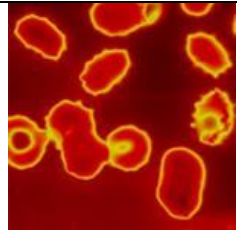


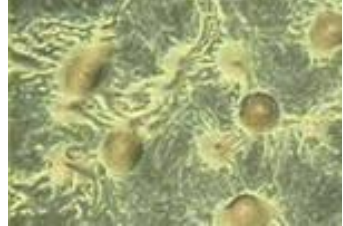
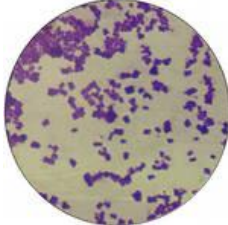

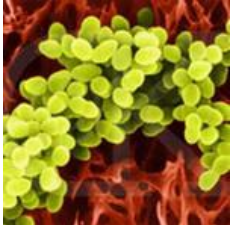





## ИЛОВАЛАР


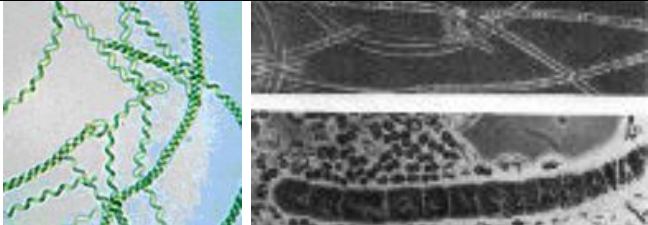
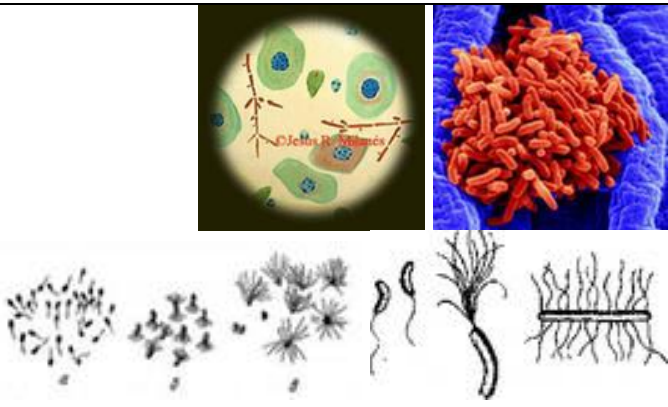
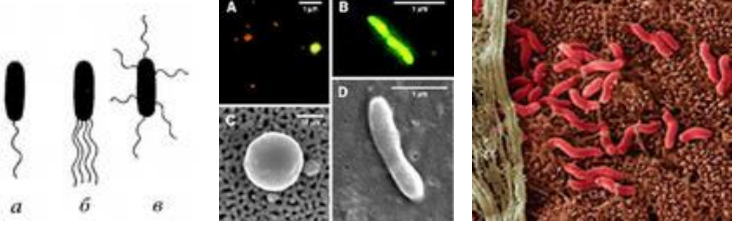


### БАКТЕРИЯНИНГ МОРФОЛОГИК КЎРИНИШЛАРИ

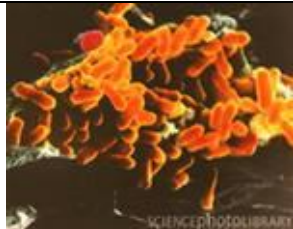

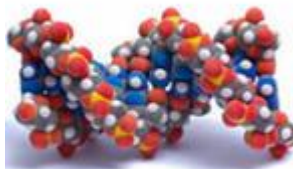

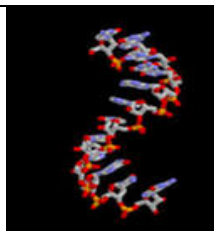
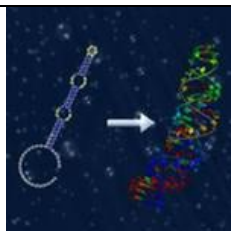
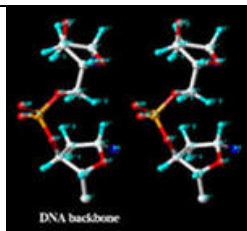
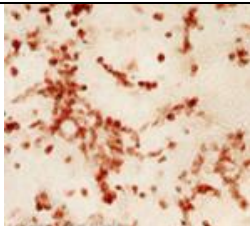
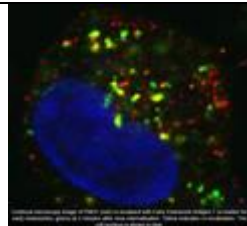
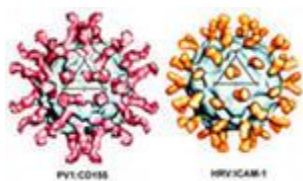
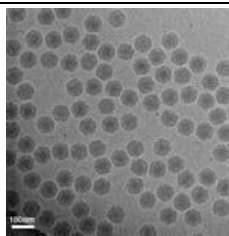

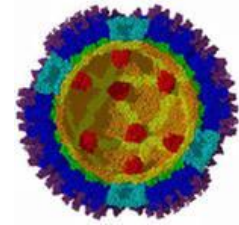





<i>Bacteria</i>	    
<i>Soccus sp</i>	  
<i>Micrococcus sp</i>	   
<i>Tetrokoko sp</i>	

<i>Diplococcus sp</i>	  
<i>Streptococcus sp</i>	  
<i>Sarcio</i>	
<i>Staphylococcus sp</i>	  
<i>Bacillus sp</i>	  
<i>Vibrio sp</i>	  

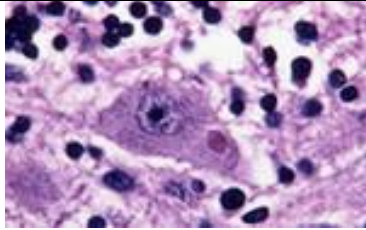
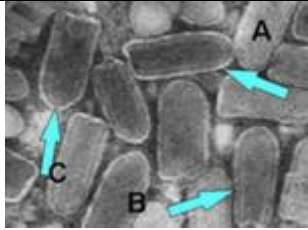

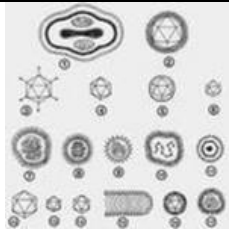
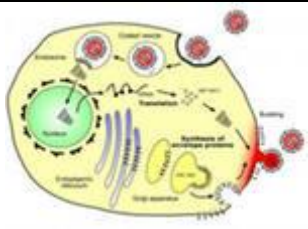
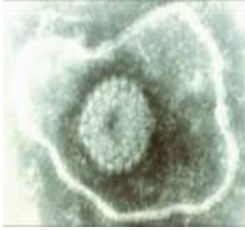
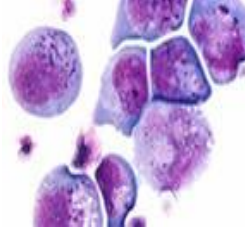
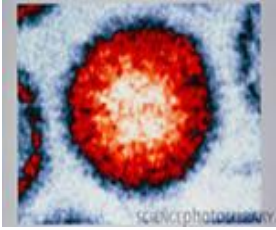
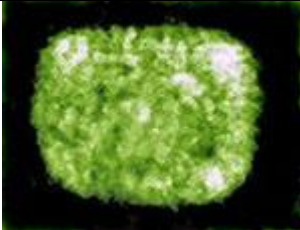


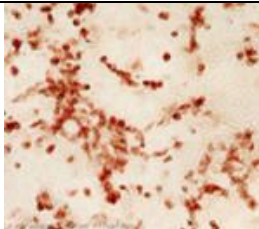
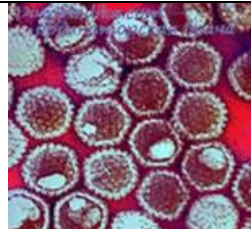


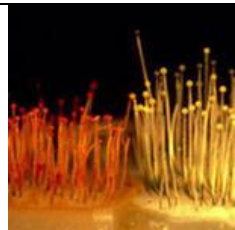

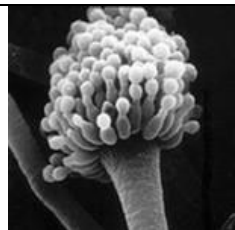


<i>Spiroxeta sp</i>	  
<i>Prokariot</i>	  
<i>Eukariot</i>	  
<i>Miksobakteriya sp</i>	  
<i>Sartsina</i>	 
<i>Stafilokokk</i>	  
<i>Klostridium</i>	  




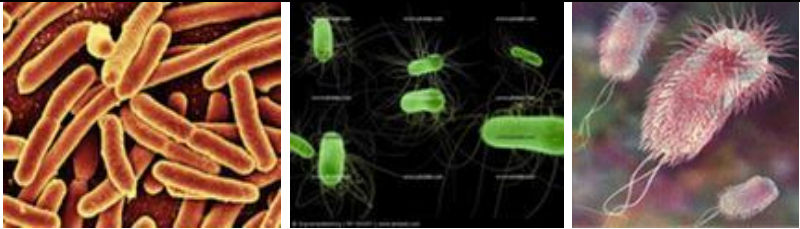

<i>Vibrion</i>	
<i>Xlomidobakteriya</i>	
<i>Monotrix</i>	
<i>Lofotrix</i>	
<i>Peretrix</i>	
<i>Mikoplazma sp</i>	










<i>Rikketsiya</i>	 		
<i>DNK</i>	 		
<i>RNK</i>	  		
<i>RNK</i> <i>Pikornovirus</i>			
<i>Reovirus</i>			
<i>Ortomiksovirus</i>			
<i>Paramiksovirus</i>	 		



<i>Rabdovirus</i>	 
<i>DNK Papovavirus</i>	  
<i>Gerpes virus</i>	  
<i>Poksvirus</i>	  
<i>Pikornavirus</i>	 
<i>Zigomitset</i>	  
<i>Deyteromitset</i>	 



<i>Bazidomitsetlar</i>	
<i>Askomitsetlar</i>	
<i>Aktinomitsetlar</i>	
<i>Bacterium coli</i>	
<i>Ps.beticola</i>	

<i>Angulata sp</i>	 
<i>Phaseoli sp</i>	   
<i>Dahlia</i>	  

## **АТАМАЛАР РЎХАТИ**

Агар-агар 44  
Аденовирус 48  
Азотобактерин 50  
Актиномицет 53  
Алкопирит 55  
Аллергия 57  
Амфитрих 58  
Анатоксин 60  
Анаэроб 62  
Анаэроостат 62  
Антибиоз 64  
Антибиотик 66  
Антиген 68  
Антитела 69  
Антитела 71  
Антитоксин 73  
Арбовирус 75  
Аэротаксис 77  
Аэроцин 78  
Бактериология 80  
Бактериофаг 82  
Бактериофагия 84  
Бактерия 86  
Бруцеллез 88  
Вакцина 90  
Вакцинация 92  
Вибрион 94  
Вирион 96  
Вирус 94

Вирусология 96  
Гликоген 98  
Гомоферментатив 100  
Гонококки 102  
Грипп 104  
Десульфофикация 106  
Дизентерия 108  
Диплобактерия 106  
Диплобацилл 108  
Диплококки 110  
Дифтерия 111  
Донор 113  
Иммунитет 115  
Иммунология 117  
Инфекция 119  
Капилляр 120  
Капсид 122  
Капсомер 124  
Кариоплазма 126  
Клостридиум 128  
Кокки 130  
Коли-индекс 131  
Коли-титри 133  
Конидии 135  
Конъюгация бактерий 137  
Лактобактерии 139  
Лактобактериум 140  
Лактобактериум ацидофилум 142  
Лактобактериум казеум 144  
Лактобактериум плантариум 146

Лофотрих 148  
Макрофаг 150  
Мегацин 152  
Мезосомы 154  
Мезофилл 156  
Метабиоз 158  
Металлогениум 161  
Микология 163  
Микоплазмы 165  
Микроб культураси 167  
Микробиология 169  
Микрококки 170  
Микроспория 172  
Микрофаг 174  
Монотрих 172  
Муреин 180  
Мутант 182  
Мутации 184  
Н-агглютинация 186  
Нитробактер 188  
Нитрозоманос 189  
Паразитизм 191  
Патоген 193  
Пептон 195  
Перитрих 197  
Пирит 199  
Плазмид 200  
Поксвирус 202  
Полиморфизм 204  
Полиовирус 206

Протеолитик фермент 207  
Психрофилл 209  
Рекон вирулентлик 210  
Реовирус 212  
Реципиент 214  
Рибосома 218  
Ризобиум трифолия 220  
Ризобиум японикум 222  
Риккетсии 224  
Сапрофит 226  
Сарцина 228  
Селекция 231  
Симбиоз 233  
Синергизм 235  
Спирохета 237  
Спорангия 239  
Стафилококк 241  
Стрептакокус лактус 243  
Стрептобактерия 246  
Стрептококк 244  
Токсин 242  
Термофил 250  
Тетракокк 252  
Токсемия 254  
Транскрипция 256  
Трансляция 258  
Уребактериум.260  
Фагодиагностика 263  
Фагопрофилактика 265  
Фагоцитоз 266

Фимбрий 268  
Фитонцид. 269  
Фотосинтез 270  
Фототроф 272  
Халькопирит 274  
Химиотаксис 276  
Целлюлаза 277  
Цитохром 279  
Экология 281  
Эндоспора 282  
Эндотоксин 285  
Энтеровирус 287  
Эпидемия 290  
Эписома 292

### Адабиётлар.

1. Абелев Г.И. Моноклональные антитела // СОЖ, 1998, № 1.
2. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды. М.: «Мир», 1987. с.411.
3. Артамонов В.И. Биотехнология агропромышленному комплексу. М.: Наука. 1989. с. 171.
4. Безбородов А.М, Квеситадзе Г.И. Введение в биотехнологию. М.: 2002. с.286.
5. Безбородов А.М. Биотехнология продуктов микробного синтеза. М.: Агропром издат. 1991. с.240.
6. Биотехнология: учебное пособие для ВУзов. под.ред. Н.С. Егорова и Д.В. Самуилова Высш. Школа. 1987.
7. Бойко А.Л. Экология вирусов растений. Учебное пособие для вузов. Киев. 1990.
8. Борисов Л.В. Микробиолгия машғулотларига доир қўлланма. Т.: 1992.
9. Варфоломеев С.Д., Калюжный С.В. Биотехнология: Кинетические основы микробиологических процессов. М. Высшая школа. 1990. с 286.
10. Ваҳобов А.Х., Ўсимлик вируслари аниқлашда иммунология усуллари қўллаш (Услубий кўрсатма) Т.: ТошДУ. 1991.
11. Воробьева Л.И. Промышленная микробиология. М. МГУ. 1989.
12. Ғанихўжаева А.Б. Микробиология. Т.: 2002.
13. Давранов Қ.Д. Микроблар дунёси. Т.: ТошДАУ. 2002. 180 б.
14. Давранов Қ.Д., Хужамшукуров Н.А. Умумий ва техник микробиология. Т.: ТошДАУ. 2004. 281 б.
15. Давранов Қ.Д. Биотехнология: илмий, амалий ва услубий асослари. Т.: 2008. 504 б.
16. Евтушенков А.Н., Фомичев Ю.К. Введение в биотехнологию. Курс лекций. Минск, БГУ, 2002.



17. Еликов П.П. Основы биотехнологии. Санкт-Петербург. ИФ. Наук. 1995. с 281.
18. Жданов В.М. Эволюция вирусов. М. Медицина, 1990.
19. Иноғомова М., Ваҳобов А.Ҳ. Микробиология ва вирусология асослари. Т.: УзМУ. 2010.
20. Кандыбин Н.В. Бактериальные средства борьбы с грызунами и вредными насекомыми: теория и практика. М.: Агропром. 1989.
21. Кантере В.М. Теоритические основы технологии микробиологических производств. М.: Агропром. 1990.
22. Квеситадзе Г.И. Ферменты микроорганизмов, живущих в экстремальных условия. М.: Наука. 1990. с 52.
23. Корочкин Л.И. Клонирование животных // СОЖ, 1999, №4
24. Костина Л. Изучение особенностей структурной организации дельта-эндотоксинов *Bacillus thuringiensis* подвидов *galleria* и *israelensis* //Автореферат. Канд. диссер. М.: 1989. с 16.
25. Красота В.Ф., Завортыев Б.П. и др. Биотехнология в животноводстве. М.: Колос. 1994. с 105.
26. Кретович В.Л. Биохимия усвоения азота воздуха растениями. М.: Наука. 1994. с 386.
27. Кретович В.Л. Усвоение и метаболизм азота у растений. М.: Наука. 1987. с 405.
28. Лагутина И.С. и др. Влияние возраста клеток-доноров ядер на эффективность развития клонированных эмбрионов кроликов. Онтогенез. Т32. №2. С-130-139. 2001.
29. Лагутина И.С. и др. Исследование влияния факторов, влияющих на эффективность электрослияния энуклеированных яйцеклеток с клетками донорами. Онтогенез. Т33. №2. С-100-106. 2002.
30. Лещинская И.Б. Генетическая инженерия // СОЖ, 1996, № 1
31. Лещинская. Современная промышленная микробиология // СОЖ, 2000, № 4.

32. Лутова Л.А. Генетическая инженерия растений: свершения и надежды // СОЖ, 2000, № 10
33. Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеев О.Н. и др. Генетика развития растений /Под. Ред. С.Г.Инге-Вечтомова. – СПб.: Наука. 2000.
34. Мишустин Е.Н., Емцев В.Г. Микробиология. М.: Колос. 1987.
35. Мусаев Ш.М., Холмуродов А.Ф. Микробиология атамаларининг русча-ўзбекча изохли луғати. Т.: “Фан”. 1995.
36. Мухамедов М., Эшбоев Э., Зокиров Н. ва бошқалар. Иммунология, Микробиология, Вирусология. Т.: 2002.
37. Низаметдинова Я.Ф. ва бошқалар. Микробиологиядан амалий машғулотлар. Методик қўлланма. Т.: ТошДУ. 1992.
38. Ним Э.М. и др. Словарь ветеринарных микробиологических и вирусологических терминов. 1989.
39. Орешкин К.Н. Технология средств защиты растений. М.: 1989.
40. Поздиев О.К. Медицинское микробиология. Под. ред. В.И.Покровского 2005.
41. Проворов Н.А. Генетико-эволюционные основы учения о симбиозе. Журн. Общ. Биол. 2001.
42. Прокофьев М.И. Достижения и использование эмбриологии в животноводстве. Международный сельскохозяйственный журнал. № 3. С-43-50. 1987.
43. Прокофьев М.И. Регуляция воспроизводства сельскохозяйственных животных. М.: 1989.
44. Рахимов М.М., Реут Е.Н., Садыкова К.А. Методические указания по проведению практических занятий по курсу «Инженерная энзимология». НУУ им.М.Улугбека, Ташкент, 2003
45. Саломов Х.Т. Микробиология асослари. Т.: 2002.
46. Самуйленко А.Я., Рубан Е.А. Основы технологии производства ветеринарных биологических препаратов. М.: Россельхозакадемия. 2000.
47. Семенова М.Л. Зачем нужны трансгенные животные // СОЖ, 2001, №

48. Сергккв В.А. Вирусные вакцины. Киев. Урожай. 1993.
49. Симаров Б.В. Генетические основы селекции клубеньковых бактерий. Л.: Агропром. 1990.
50. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Генетика симбиотической азотификации с основами селекции. СПб.: Наука. 1998.
51. Тромфименков В.Н., Ореовский В.И., Дубинина Т.П., Расницын А.С. Физиологические, биохимические и инсектицидные свойства *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*// биотехнология. 1990 №1.
52. Турсунбаева Г. Мирхамидова П, Исабекова М. Микробиология. Электрон дарслиги.
53. Тутов И.К., Ситьков В.И. Основы биотехнологии ветеринарное препаратов – Ставрополь. 1997.
54. Филимонов П.И. О национальной безопасности пути державного возрождения. Россия. М.: 2000.
55. Хитинса И. и др. Биотехнология: принципы и применения. М.: Мир. 1988. с.480.
56. Шевелуха В.С. и др. Сельскохозяйственная биотехнология. М.: Высшая школа. 2003. с 416.
57. Шлегель Г. Общая микробиология: перевод с немецкого. М.: Мир. 1987.
58. Эрнест Л.К. Прокофьев М.И. Биотехнология сельскохозяйственных животных. М.: Колос. 1995.
59. Эшбоев Э. и др. Микробиология. Т-2003.
60. Эшбоев Э., Файзиев Я., Назаров Н. Микробиологиядан амалий машғулотлар. Т.: 2003.