

MÜHAZİRƏ 5.
MIKROORQANİZMLƏRİN GENETİKASI,
ƏTRAF MÜHİT AMİLLƏRİNİN
MIKROORQANİZMLƏRƏ TƏSİRİ,
MIKROORQANİZMLƏRİN DOĞURDUĞU
MÜHÜM BİOKİMYƏVİ PROSESSLƏR

- Genetika orqanizmlərin irsiyyəti və dəyişkənliyi haqqında elmdir. Hər bir orqanizmin inkişafı onu əhatə edən mühitdə baş verir. Mühitin müxtəlif amilləri orqanizmlərin inkişafında ona təsir edərək dəyişkənlik əmələ gətirir.
- Mikroorqanizmlərdə əsasən iki formada dəyişkənlik nəzərə çarpır:
 - 1) irsiyyətlə əlaqədar olan dəyişkənlik bu nəsle keçir və mutasiya adlanır;
 - 2) geri qayıda bilən və genetik aparatla əlaqədar olmayan dəyişkənlikdir ki, bu da modifikasiya adlanır.
- **İrsi dəyişkənlik.** Bu dəyişkənlik mikrob hüceyrəsinin genetik mexanizminin dəyişilməsi ilə əlaqədardır. Belə dəyişiklik müxtəlif yollarla meydana çıxa bilər. Bunlara mutasiya, konyuqasiya, transformasiya, transduksiya, rekombinasiya daxildir.
- Mutasiya – orqanizmin irsi əsaslarında – genotipində (gen, xromoson, genol) gözlənilmədən (qəflətən) sıçrayışla baş verən irsi dəyişilmədir.

Mutasiya – nuklein turşularının (DNT və ya RNT) molekul quruluşunun dəyişilməsi və ya nukleidlərin parçalanması yolu ilə meydana çıxan dəyişgənlikdir ki, bu da çox zaman gen mutasiya termini ilə ifadə olunur. Bakterial mutasiyalar iki yerə bölünür:

1) spontan, yeni xarici mühit amillərinin təsiri altında təbii baş verən mutasiyalar;

2) induksion, yeni xüsusi mutagen maddələrin təsiri ilə əmələ gələn mutasiyalar. Bu axırıncılara müxtəlif radiasiya növləri (ultrabənövşəyi, rentgen şüaları, neytron və protonlar) və temperaturun təsiri ilə yaranan mutasiyalar aiddir.

Transformasiya. Genetik materialın (DNT və ya RNT) bir mikrob hüceyrəsindən digərinə köçürülməsi ilə gedən dəyişkənliyə transformasiya adı verilmişdir.

Transduksiya – bakteriofaq (bakteriyanı yoluxduran və onu məhv edə bilən viruslar) vasitəsilə bir bakteriya hüceyrəsindən genomun müəyyən hissəsinin digər bakteriya hüceyrəsinə köçürülməsinə deyilir.

- **Rekombinasiya** – Morfoloji cəhətdən oxşar, lakin fizioloji cəhətdən fərqli olan cinsi hüceyrələrin birləşməsidirki, bu hadisə bakteriya və faqlarda müşahidə olunur. Əmələ gələn rekombinatda resipientin tam, donorun isə müəyyən hissə gen yığını iştirak edir.
- **Plazmidilər.** Bir çox bakteriyalarda xromosomdan başqa gen daşıyıcısı olan əlavə xırda ölçülü, qapalı DNT halqası da müşahidə olunur. Belə əlavə halqalar plazmidilər adlanırlar. Bu termini də 1952-ci ildə C.Lederberq təklif etmişdir.
- **Modifikasiya dəyişkənliyi.** Xarici mühitin təsiri altında orqanizmdə əmələ gələn, irsən keçməyən müvəqqəti dəyişkənliyə modifikasiya adı verilmişdir. Bu, mikroorqanizmlərin müxtəlif xassələrinə aid ola bilər.

Ətraf mühit amillərinin mikroorqanizmlərə təsiri

Digər canlılar kimi, mikroorqanizmlərin də inkişafı və həyat fəaliyyəti yaşadığı xarici mühit amilləri ilə sıx surətdə əlaqədardır. Mühit şəraiti əlverişli olduqda, onların inkişafı intensivləşir. Qeyri-əlverişli şərait yarandıqda isə ya hüceyrə inkişafdan qalır, ya da hüceyrə tamamilə tələf olur. Bəziləri isə əlverişsiz şəraitə düşdükdə spor, bəziləri isə **kapsula** əmələ gətirirlər.

Mikroorqanizmlərə təsir göstərə bilən xarici mühit amillərini üç qrupa bölmək olar: **fiziki, kimyəvi və bioloji** amillər.

Fiziki amillərin mikroorqanizmlərə təsiri

Mikroorqanizmlərin inkişafına təsir edən fiziki amillərə **rütubət, temperatur, şüa enerjisi, ultrasəs, qidalı mühitin qatılığı, osmotik və hidrostatik təzyiq, elektrik cərəyanı** və s. aiddir.

- Mikroorqanizmlər rütubətə olan həssaslığı ilə bir-birindən fərqlənir. Bu xüsusiyyətlərinə görə mikroorqanizmləri üç qrupa bölmək olar:
- 1. Rütubətə çox həssas olanlar (**hidrofil**) – buraya sirkə turşusu bakteriyaları, nitratlaşdırıcı bakteriyalar, azotobakterlər, bir çox kif göbələkləri və s. aid edilir.
- 2. Nisbətən az rütubətli mühit sevenlər (**mezofil**) – bunlar quraqlıq şəraitdə həyat fəaliyyətini bir neçə həftə və ya aylarla saxlaya bilir. Məsələn, vərəm çöpləri, bəzi aktinomisetlər, göbələklər.
- 3. Quraqlığa davamlı mikroorqanizmlər (**kserofil**) çox az rütubətli mühitdə on illərlə tələf olmadan yaşayır, çünki belə mikroblar quraqlıq şəraitdə spor halına keçirlər.
- **Mühit temperaturunun təsiri.** Mühit temperaturu – mikrobların həyatına təsir edən ən mühüm amillərdən biridir. Hər bir mikroorqanizm müəyyən temperatur həddində inkişaf edə bilir. Onların inkişafı üçün ən aşağı temperatur minimal, ən yüksək temperatur – maksimal, ən fəal inkişafı üçün olan temperatur isə *optimal* temperatur adlanır.

- Mikroorqanizmlərin inkişafını müəyyən edən bu üç temperatur göstəricisini *kardinal nöqtə* adlandırmaq qəbul edilmişdir.
- Mikroorqanizmləri temperatura həssaslığına (münasibətinə) görə üç qrupa- psixrofil, mezofill və termofillərə bölürlər:
- 1) **Psixrofillərə** inkişafı aşağı temperatura uyğunlaşmış mikroorqanizmlər aiddir. Bunlar üçün minimal temperatur -10°C-dək, optimal 10°-15°C-dək, maksimal 20-30°C-dir. Soyuğa əksər mikroblar davamlıdır
- 2) **Mezofill** mikroblar orta temperaturu sevənlərdir. Minimal temperatur 0°C-dən +10°C, optimal 25-35°C, maksimal 40-50°C-dir. Bunlara təbiətdə geniş yayılmış bakteriyaların və göbələklərin, eləcə də onların əksər patogen nümayəndələri aiddir.
- 3) **Termofil** mikroorqanizmlər nisbətən yüksək temperaturda inkişaf edirlər. Onlar üçün minimal temperatur +30°C, optimal 50-60°C, maksimum 70-80°C-dir.

- Mikroorqanizmlərlə mübarizədə yüksək temperaturdan geniş istifadə olunur. Yüksək temperaturla bakteriyaları məhv etməyin iki üsulu vardır: pasterizasiya, sterilizasiya.
- **Pasterizasiya** çox yüksək temperaturda tərkibini dəyişən yeyinti məhsullarını (süd, şərab, ikra, meyvəşirələri) qorumaq və orada olan mikroorqanizmlərin vegetativ formalarını ($60-70^{\circ}\text{C}$ -də 20-30 dəqiqə və ya $70-80^{\circ}\text{C}$ -də 5-10 dəqiqə qızdırılır) məhv etmək üçün onların $60-80^{\circ}\text{C}$ -də 20-30 dəqiqə qızdırılmasını ibarətdir. Lakin oradakı bakteriyaların sporları və termofil bakteriyalar məhv olmur. Sporların vegetativ formaya çevrilməsi üçün həmin məhsullar bir sutka müddətində otaq temperaturunda saxlanılır, sonra aparılan təkrarı pasterilizasiya ilə həmin hüceyrələr də tələf edilir. Bu üsul **tindalizasiya** adlanır. Bu prosesdən konserv sənayesində meyvə və tərəvəzlərdən konserv hazırlanmasında istifadə edilir. **Sterilizasiya** dedikdə hər hansı bir əşyanın və ya maddənin tərkibində olan mikroorqanizmlər tam mənada məhv edilməsi nəzərdə tutulur. Bu məqsədlə mexaniki, fiziki, termiki və kimyəvi təsirlərdən istifadə edilir.

Işığın təsiri. Işığın tərkibində müxtəlif şüalar olduğu üçün, o əksər mikroblara öldürücü təsir göstərir. Xüsusən, qısalğalı ultrabənövşəyi şüalar kəskin bakteriosid təsire malikdirlər. Ultrabənövşəyi şualardan suyu südün, materialların sterilizasiyasında istifadə olunur.

Rentgen və radium şüaları az miqdarda və qısa müddətdə mikroorqanizmlərin inkişafını və çoxalmasını stimullaşdırır, yüksək dozada isə onları öldürür. Elektrik cərəyanı yüksək tezlikdə mikroorqanizmlərə öldürücü təsir göstərir.

Osmotik təzyiqin təsiri. Mühitin osmotik təzyiqinin mikroorqanizmlərin həyatında mühüm rolu vardır. Osmotik təzyiq mühitdə həll olan maddələrin qatılığı ilə yaranır. Qatılıq artıq olduqda, bu təzyiq yüksək olur. Osmotik təzyiq nə qədər yüksək olarsa, suyun fəallığı və onun hüceyrəyə daxil olması bir o qədər az olur. Osmotik təzyiqi hüceyrə təzyiqindən yüksək olan hipertonic məhlullardan əksər mikroorqanizmlər özlərinə lazım olan suyu ala bilmir. Biologiyada bu təzyiq fizioloji quraqlıq kimi qeyd olunur. Təbii mühitdə buna şoran torpaqlarda və duzlu hovuzlarda yaşayan mikroorqanizmlərdə rast gəlmək olar.

Bakterial hüceyrələrin daxilində osmotik təzyiq 10-20%-li saxaroza məhlulunun təzyiqinə müvafiq gəlir.

Əgər bakteriyalar yüksək osmotik təzyiqli məhlula daxil edilərsə, o zaman hüceyrələrdə **plazmoliz** hadisəsi baş verir və bunun da nəticəsində onlar inkişafdan qalır. Mikroorqanizmlər çox aşağı osmotik təzyiqli mühitə düşdükdə mühitdə olan su hüceyrəyə daxil olub onu şişirdir ki, bu hadisəyə *turqor* adı verilir.

Çox yüksək təzyiqli mühitdə öz həyat fəaliyyətlərini davam etdirən mikroorqanizmlərə **osmofillər** deyilir. Əksərən bunlar duz sevenlər – **holofillər** olub, natrium-xloridə yüksək dərəcədə tələbkar olmaları ilə səciyyələnirlər.

Holofillər özləri də **mülayim və ifrat holofillər** olmaq üzrə 2 qrupa bölünür. **Mülayim holofillər** mühitdə NaCl duzunun qatılığı 2-5% olduqda, normal inkişaf edirlər. Çox yüksək duzlu mühitə uyğunlaşan mikroorqanizmlərə rast gəlinir ki, bunlara da **ifrat holofillər** deyilir. Belə mikroorqanizmlərə şoran torpaqlarda, Ölü dənizin suyunda rast gəlmək olur. Qeyd etmək lazımdır ki, mühitdə 15-20% NaCl olduqda mikrob hüceyrəsinin daxilində osmotik təzyiq 90-100 atm. bərabər olur. Belə vəzifədə yalnız holofillər yaşaya bilər.

Hidrostatik təzyiq. Zülallar çox yüksək hidrostatik təzyiqdə (10000 atm.) parçalanırlar. Lakin bunlarla yanaşı, mikroorqanizmlər arasında yüksək atmosfer təzyiqinə uyğunlaşmış növlər də məlumdur. Belə

■ **Kimyəvi amillərin mikroorqanizmlərə təsiri**

■ Bunlara mühitin tərkibi və reaksiyası, oksidləşmə-reduksiya reaksiyası aiddir.

■ 1) Mühit reaksiyası mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyətinə təsir edən mühüm kimyəvi amil hesab olunur. Mühitin turşuluğu pH işarəsi ilə ifadə edilir. **pH** kəmiyyəti neytral mühit üçün 7,0; turş mühit üçün 0-6,0 və qələvi mühit üçün 8,0-14,0 bərabərdir. Mikroorqanizmlərin mühit reaksiyasına münasibəti çox müxtəlifdir. Bir çox kif və maya göbələkləri üçün pH 3,0-6,0, əksər bakteriyalar üçün isə pH 7,0-7,5 əlverişlidir. Özləri turşu yaradan bakteriyalar (sirke turşusu, süd turşusu, limon turşusu və yağ turşusu) istisna təşkil edir. Kəskin turş mühit bakteriyalara məhvedici təsir göstərir.

Mikroorqanizmlər **oksigenə olan münasibətinə** görə bir-birindən fərqlənirlər. Molekulyar oksigenli mühitdə inkişaf edən mikroorqanizmlərə **aeroblar**, molekulyar oksigensiz mühiti sevenlər isə **anaeroblar** adını daşıyırlar. Lakin mikroorqanizmlərin oksigenə olan münasibətləri daha dərinədən tədqiq olunduqdan sonra məlum olmuşdur ki, bunların arasında çox və ya az miqdarda oksigenə tələbkar olanlar da vardır. Ona görə də hazırda oksigenə olan münasibətlərinə görə mikroorqanizmləri 4 qrupa bölürlər:

1. obliqat və ya ciddi aeroblar, 2. obliqat anaeroblar, 3. fakültativ və ya şərti anaeroblar 4. mikroaerofillər

Mikroorqanizmlər öz həyat fəaliyyətində inkişaf etdikləri qidalı mühitlə sıx əlaqədar olur. Ona görə də ilk növbədə qidalı mühitin tərkibinin təsiri nəzərə alınmalıdır. Müəyyən olunmuşdur ki, qidalı mühiti mikrob hüceyrəsini qıcıqlandırır və bunun nəticəsində hüceyrədə mühitə qarşı müəyyən hərəkət – **xemotaksis** əmələ gəlir. Bəzən hüceyrələr bir qidaya meyilli olduğu halda digərindən uzaqlaşır. Mikroorqanizmlərin qidalı mühit tərəfindən cəlb olunmasına **müsbət xemotaksis**, mühitdən uzaqlaşmasına **mənfi xemotaksis** deyilir.

- Müxtəlif təbiətli kimyəvi maddələr mikroorqanizmlərə təsir etdikdə 3 effekt nəzərə çarpır: **stimuləedici, bakteriostatik və bakteriosid**.
- Kimyəvi birləşmələr ola bilsin ki, mikroorqanizmlər üçün faydalı olub, qida maddəsi kimi istifadə olunsun bu stimuləedici effekt verir. Həmin orqanizm böyüyüb çoxalır.
- Bakteriyaları tələf edən hər hansı birləşmə əlverişsiz – antimikrob xassəli- **bakteriosid təsirli** olur, onlara məhvəedici və öldürücü təsir edir.
- Bəzi maddələr isə mikroorqanizmlər **bakteriostatik təsir** göstərir. Müəyyən müddət ərzində onların çoxlamasının və inkişafının qarşısını alır. Mikroorqanizmlərlə mübarizədə tətbiq olunana maddələr **antiseptic maddələr** adlanırlar.
- Antimikrob maddələr özlərinin kimyəvi quruluşlarına görə bir neçə qrupa bölünürlər. Bəzi maddələr bir qrup mikroorqanizmlər üçün zəhərli təsir etdiyi halda, başqası üçün zəhərsiz hesab olunur.

Bioloji amillərin mikroorqanizmlərə təsiri

Bioloji amillərə əsas etibarı ilə bakteriofaq, antibiotiklər, fitonsidlər və s. aiddir.

Bakteriofaq bakteriyayı keçirməyən süzgəclərdən keçən və mikrobu əritmək xassəsinə malik canlı amildir. Hər mikrobun faqı ancaq onun özünü əridə (parçalaya) bilir. Bakteriofaqlar xarici mühitdə geniş yayılmışdır (suda, torpaqda). Mikroblar təbiətdə bir-birinə müxtəlif təsirlər göstərir. Əgər bir mikrob növü başqa mikrobun inkişafını dayandırır və ya ona mənfi təsir göstəirsə, bu **antaqonizm**, əgər bir-birinə müsbət təsir göstəirsə, **bu simbioz** adlanır.

Adətən bitkilər elə maddələr hazırlayırlar ki, onlar bakteriyalar və göbələklər üçün zəhərli olur. Bu xassə də **fitonsid** təsir adlanır. Bir çox bitkilərin fitonsidləri bakterisid xassəyə malik olurlar və bakteriyaları öldürə bilirlər. Digər bitkilərin fitonsidləri isə bakteriostatik xassəyə malikdirlər. Onlar ancaq mikrobların çoxalmasını və inkişafını dayandırırırlar. Soğan, sarımsaq, palıd, şam, istiot kimi bitkilərin fitonsidləri daha güclü bakteriosid xüsusiyyətinə malikdirlər.

Mikroorqanizmlərin doğurduğu mühüm biokimyəvi reaksiyalar

Mikroorqanizmlər maddələr mübadiləsi zamanı müxtəlif kimyəvi reaksiyalar həyata keçirirlər ki, nəticədə spirlər, turşular, efirlər, vitaminlər kimi dəyərli üzvi maddələr əmələ gəlir. Mikrobların həyat fəaliyyəti nəticəsində əmələ gələn bu məhsullar tibbdə, sənayedə, məişətdə geniş istifadə olunurlar.

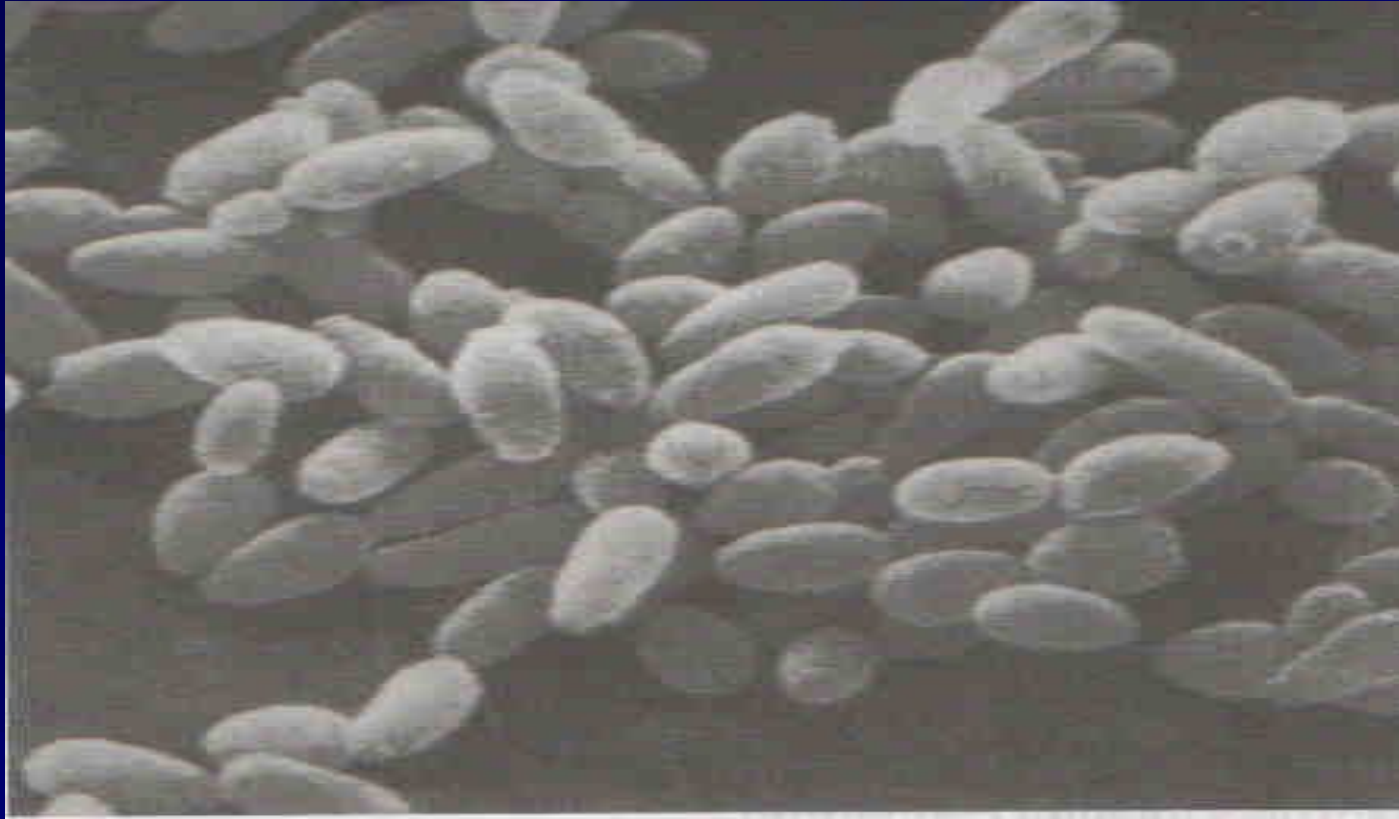
Karbohidratlar təbiətdə ən çox yayılmış azotsuz üzvi birləşmələrdir. Onlar bütün canlılar üçün mühüm enerji mənbəyidir. Onların mikroorqanizmlər tərəfindən parçalanması həm anaerob, həm də aerob şəraitdə gedir. Karbohidratlı maddələrn əsas çevrilmə tiplərindən biri qıcqırmadır. Bu fermentativ parçalanma prosesi olub, anaerob şəraitdə enerji ayrılması ilə qlikoliz yolu ilə gedir və qıcqırmanın növü piroüzüm turşusu əmələ gələndən sonra müəyyənləşir. Anaerob şəraitdə mikroorqanizmlər tərəfindən karbohidratların parçalanması prosesinə

- spirt,
- süd turşusu,
- və digər turşuların qıcqırmaları aiddir

Spirte qıcqırma. Şəkərin anaerob şəraitdə mikroorqanizmlər tərəfindən etil spirtinə və karbon qazına çevrilmə prosesinə spirt qıcqırması deyilir. Prosesin biokimyəvi təbiəti 1851-ci ildə Paster tərəfindən öyrənilmişdir. Ondan 20 il sonra C.Lister qatıqdan həmin bakteriyaların təmiz kulturasını ayırmış, onları *Str. lactis* adlandırmışdır. Spirtə qıcqırması turş mühitdə (pH-4,0-4,5) aşağıdakı tənlik üzrə gedir:



Spirte qıcqırmasının əsas törədicisi *Saccharomyces* cinsinə mənsub olan maya göbələkləridir. Spirtə qıcqırmanı *Mucor* cinsindən olan kif göbələkləri və *Pseudomonas*, *Lindneri*, *Sarcina ventriviuli* və s. bakteriyalar da apara bilir, lakin bu zaman az spirt əmələ gəlir (5-7%).



Şəkil. *Saxaromices* cinsinə aid olan
maya göbələklərinin quruluşu

Maya göbələkləri şəkərləri qıcqırdarkən çoxlu miqdarda spirt əmələ gətirdiyinə görə bundan çaxırçılıqda, pice istehsalında və s. istifadə edilir. İçkilər istehsalında tətbiq edilən maya göbələklərini əmələ gətirdikləri qıcqırmanın xüsusiyyətinə görə 2 qruppa bölürlər:

1. **Üst qıcqırma** əmələ gətirən maya göbələkləri *Sacch. cerevisae*,
2. **alt qıcqırma** əmələ gətirən maya göbələkləri *Sacch. ellipsoideus*.

Üst qıcqırma əmələ gətirən maya göbələkləri qıcqırmanı mühitdə temperatur 20-25°C olduqda intensiv aparır. Belə qıcqırmada qıcqıran mayenin üst səthinə qaz qabarcıqlarının çıxması nəticəsində çoxlu miqdarda köpük toplanmış olur. Bu qaz qabarcıqları mayenin səthinə qalxdıqda özləri ilə bərabər maya hüceyrələrini də

mayenin üst səthinə qaldırırlar. Üst qıcqırma əmələ gətirən maya göbələklərindən etil spirti və çörəkbişirmədə geniş istifadə olunur (burada 6%-ə qədər spirt əmələ gəlir).

Alt qıcqırma əmələ gətirən maya göbələklərində xüsusən çaxırçılıq və pivə istehsalında istifadə olunur (burada 10%-ə qədər spirt əmələ gəlir). Alt qıcqırma əmələ gətirən maya göbələkləri prosesin gedişində temperaturu 4-10°C-yə qədər yüksəldə bilir. Burada proses üst qıcqırmaya nisbətən sakit şəraitdə gedir və ona görə də maya hüceyrələri qidalı mühitin alt hissəsində toplanır. Bunu da xüsusi ilə çaxırçılıqda çaxırın şəffav olmasında böyük əhəmiyyəti var. Spirtə qıcqırmanın tənliyi ümumi formadadır.

Bütün qıcqırmalar, o cümlədən spirt qıcqırması çoxpilləlidir. Qıcqırmanın birinci mərhələsində piroüzümturşusu (CH_3COCOOH), 2-ci mərhələsində sirkə aldehidi əmələ gəlir (CH_3CHO). 3-cü mərhələdə isə sirkə aldehidindən etil spirti alınır ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). **Qələvi mühitdə** qıcqırma zamanı isə etil spirti əvəzinə qliserin və sirkə aldehidi əmələ gəlir. Əksər mayalar üçün mühitdə şəkərin qatılığının 10-15% olması əlverişlidir. 10%-dən az miqdar isə qıcqırma üçün əlverişli deyildir, 30-35% qatılıqdakı şəkərlə isə qıcqırma getmir. Bu proses ən tez 30°C -ə yaxın temperaturada gedir. 50°C -də isə qıcqırma dayanır. Spirt, pivə, çaxır, qliserin istehsalı spirt qıcqırmasına əsaslanır. Qıcqırma prosesi zamanı toplanan spirt mayalara zərərli təsir göstərir və çox zaman mühitdə 12-16% spirt olduqda qıcqırma dayanır.

Spirt qıcqırmasının böyük praktik əhəmiyyəti olduğundan onun kimyası, biokimyası və texnologiyası geniş öyrənilmişdir.

Süd turşusuna qıcqırma. Bu növ qıcqırma zamanı süd turşusu bakteriyaları anaerob şəraitdə şəkərləri iki molekul süd turşusuna parçalayır. Süd turşusuna qıcqırma əmələ gətirən bakteriyalar eyni morfoloji quruluşa malik deyillər. Bunların arasında həm çöp formalı bakteriyalara, həm də zəncirvari kokklara da təsadüf olunur. Bu bakteriyaların hamısı fakültativ anaerobdur. Süd turşusuna qıcqırmada əmələ gələn məhsullara görə bu proses iki tipdə gedir:

1. **Homofermentativ** və ya **tipik süd turşusuna qıcqırma.**
2. **Heterofermentativ** və ya **qeyri-tipik süd trşusuna qıcqırma.**

Homofermentativ süd turşusuna qıcqırmada şəkər əsasən (təxminən 90%) süd turşusuna qədər parçalanır və burada *Lactobacillus* və *Streptococcus* cinslərinin növləri iştirak edir (Şəkil).

Reaksiya aşağıdakı tənlik üzrə gedir:

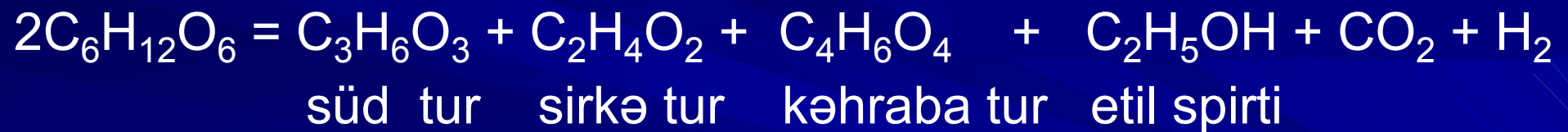


Süd turşusu



Şəkil. *Lactobacillus* və *Streptococcus* cinsinə aid olan turşusu bakteriyaları

Heterofermentativ süd turşusuna qıcqırmada isə şəkərlər parçalanarkən süd turşusu ilə yanaşı etil spirti, sirkə turşusu, kəhraba turşusu, karbon qazı, hidrogen və s. əmələ gəlir. Burada *Betalacterium* və *Leuconostoc* cinsli bakteriyalar iştirak edir. Heterofermentativ qıcqırmada aromatik birləşmələr – asetoin və ya asetilmetilkarbinol əmələ gəlməklə südlü məhlullara xoş qoxu verir. Proses aşağıdakı tənliklə gedir:



Proses nəticəsində 40% süd, 20% kəhraba tur., 10% etil spirti və sirkə turşusu, 20%-ə qədər müxtəlif qazlar əmələ gəlir. Belə halda süd turşusu başqa maddələrlə qarışıq olduğundan, alınan məhsulun keyfiyyəti aşağı olur. Süd turşusu bakteriyalarının əksəriyyəti 1%-ə qədər, bəziləri – bolqar çöpü adlanan növü isə 3%-ə qədər süd turşusu əmələ gətirir.

Yağ turşusuna qıcqırma. Bu qıcqırma zamanı şəkərlər anaerob şəraitdə yağ turşusu bakteriyalarının iştirakı ilə parçalanaraq yağ turşusu, karbon qazı və hidrogen əmələ gətirir. Belə parçalanma tipik yağ turşusu qıcqırmasıdır. Prosesin biokimyəvi təbiəti 1851-ci ildə Paster tərəfində aydınlaşdırılmışdır.



Əsas məhsullarından əlavə, tipik qıcqırmada yağ turşusu ilə yanaşı digər ikinci dərəcəli məhsullar: butil spirti, aseton, etil spirti və s. alınır. Yağ turşusuna qıcqırma bakteriyaları *Clostridium* cinsinə aid olan hərəkətli, qram-müsbət çöplərdir (Şəkil). Yağ turşusu bakteriyalarının inkişafı üçün optimal temperatur 30-40°C-dir. Yağ turşusuna qıcqırma neytral mühit reaksiyasında yaxşı gedir. Əgər qıcqırma turş mühitdə gedirsə, onda butil spirti və aseton toplanır. Bakteriyalar sadə şəkərlərdən başqa, mürəkkəb şəkərləri – dekstrin, nişasta, pektinli maddələr, qliserin və s. parçalaya bilirlər. Yağ turşusuna qıcqırma zamanı alınan yağ turşusu texnikada geniş istifadə olunur. Xoş iyi ilə fərqlənən onun mürəkkəb efirləri aromatik maddələr kimi qənnadı və parfümeriya

Propion turşusuna qıcqırma. Bu qıcqırma anaerob propion turşusu bakteriyaları tərəfindən törədilir. Bunlar qısa, hərəkətsiz, spor əmələgətirməyən, qram-müsbət çöplərdir. Onların inkişafı üçün optimal temperatura 30-35°C-dir. Bu bakteriyalar şəkəri və süd turşusunu asanlıqla qıcqırdaraq onları propion və sirkə turşusuna çevirir və bu proses karbon qazı və suyun əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur:



Bu qrup bakteriyaların tipik nümayəndəsi – *Bact. acidi propionisi* süddə və bərk pendirdə inkişaf edir.

Bəzi propion turşusu bakteriyaları, məsələn, *Propionisi bacterium chermani* B₁₂ vitaminin alınması üçün istifadə edilir.

Sellülozanın və pektin maddələrinin yağ turşusuna parçalanması.

a) Sellüloza. Mürəkkəb polisaxaridlərdən olan sellüloza, çətin parçalanan maddələrə aiddir. Lakin bakteriyaların və bəzi göbələklərin əmələ gətirdiyi sellüloza və sellobiaza kimi fermentlərin təsiri ilə bu birləşmə sadə şəkərlərə qədər hidroliz olunur. Sellülozanın anaerob qıcqırması zamanı yağ turşusu, sirkə turşusu etil spirti, CO_2 , H_2 və metan alınır. Prosesdə iştirak edən bakteriyalar rus alimi V.L.Omelyanski (1895) tərəfindən öyrənilmiş və burada iki növ bakteriyaların iştirakı müəyyən edilmişdir. 1) *Bac. cellulosal. hydro genicus* – sporlu çöpşəkilli bakteriyadır, bu sellülozanın qıcqırması zamanı son məhsul kimi hidrogen əmələ gətirir. 2) *Bac. cellulosal. methanicus* – xarici görünüşünə görə birinci növü xatırladır, lakin kiçikdir. Bu bakteriyanın iştirakı ilə sellüloza qıcqırarkən çoxlu metan əmələ gəlir.

Pektin maddələri. Pektin maddələri insanların qidalanması üçün əhəmiyyətli olan polisəkarlar aiddir. Onlara bitkinin bir çox orqanlarında, meyvələrində, kök yumrularında, portağal qabığında rast gəlmək olur. Nisbətən möhkəm üzvi maddə olan pektin pektinaza və propektinaza əmələ gətirən mikroorqanizmlərin köməyi ilə üzvi turşular, xüsusilə sirkə, yağ, qarışqa turşuları, metil spirti, CO_2 , H_2 kimi sadə birləşmələrə parçalanır. Pektin maddələrinin qıcqırmasını əmələ gətirən *Clost. pectinovorum* (pektin maddələrini əsasən yağ turşusuna qədər parçalayır) və *Cl. felsineum* (əsasən bu maddələri parçalayarkən sirkə turşusu əmələ gətirir). Bu bakteriyalar obliqat anaerobdurlar. Bunlar iri, hərəkətli çöplərdən ibarət olub, çöpün sonunda dairəvi və dəyirmi formalı sporlar əmələ gətirirlər. Pektinli qıcqırma böyük praktik əhəmiyyətə malikdir.

Azotsuz üzvi maddələrin aerob parçalanması. Sirkə və limon turşusu qıcqırması. Oksidləşmə prosesinə (aerob) mikroorqanizmlərin havanın oksigeninin iştirakı ilə törətdiyi biokimyəvi proseslər daxildir. Əksər aerob mikroorqanizmlər tənəffüs prosesi zamanı üzvi maddələri karbon qazı və suya qədər oksidləşdirirlər. Lakin bəziləri isə onları qismən oksidləşdirir, nəticədə mühitdə tam oksidləşməmiş üzvi birləşmələr toplanır. Bu oksidləşmə məhsulu qıcqırma zamanı əmələ gələnlərə oxşar olduğuna görə, bəzi tam oksidləşməmiş proseslər şərti olaraq **oksidləşdirici qıcqırmalar** adlanır.

Sirkə turşusuna qıcqırma. Sirkə turşusu qıcqırması bakteriyaların etil spirtini sirkə turşusuna oksidləşdirməsi prosesidir ki, bu da aşağıdakı reaksiya üzrə reallaşır:



Belə qıcqırma qədim dövrlərdən məlumdur. Süfrə çaxırı və ya pivə ağzı açıq qaldıqda bir-iki gündən sonra içkinin səthində bozuntul ərp əmələ gəlir. Bu zaman çaxır (pivə) bulanır və turşuyur, yəni çaxır sirkəyə çevrilir. Bu sirkə turşusu bakteriyaları ilə əlaqədardır. Sirkə turşusu qıcqırması zamanı etil spirtinin oksidləşməsi reaksiyası iki mərhələdə gedir. Əvvəlcə sirkə aldehidi əmələ gəlir, sonra isə bu sirkə turşusuna oksidləşir.



Sirkə turşusuna qıcqırmanın törədiciləri. Sirkə turşusu bakteriyaları, qram-müsbət, çöpşəkilli, sporemələgətirməyən, mütləq aerob orqanizmlərdir. Onların arasında hərəkətli və hərəkətsiz bakteriyalar vardır. Onlar turşuya davamlıdır və bəziləri mühitin turşuluğu 3,0 olduqda belə inkişaf edə bilər. Bunlar üçün pH-in optimal göstəricisi 5,4-6,3-dür.

Sirkə turşusu bakteriyaları iki cinsə daxil edilir:

Gluconobacterium – polyar qamçılı çöpdür, sirkə turşusunu oksidləşdirə bilmir və *Acetobacter* – peritrix qamçılıdır, sirkə turşusunu karbon qazı və suya oksidləşdirir. Bu bakteriyalar hüceyrələrinin ölçüsünə, spirtə davamlılığına, mühidə çox və ya az miqdarda sirkə turşusu əmələgətirmə qabiliyyətinə və digər əlamətlərə görə fərqlənirlər. Məsələn, *Acetobacter aceti* mühidə 6% sirkə turşusu, *A.aceti.orleanensis* - 9,5% sirkə turşusu əmələ gətirir. Bu bakteriyalar 30°C temperaturada, mühidə 10-12% etil spirti olduqda prosesi daha fəal aparırlar.

Limon turşusuna qıcqırma. Kif göbələkləri də tənəffüs prosesində çox zaman karbohidratları karbon qazı və suya qədər oksidləşdirir, ona görə də mühitdə tam oksidləşməmiş məhsullar – üzvi turşular (kəhraba, alma, limon və s.) əmələ gəlir. Limon turşusuna qıcqırma kif göbələkləri tərəfindən qlükozanın limon turşusuna oksidləşməsinə deyilir. Belə qabiliyyət bu və ya digər dərəcədə müxtəlif göbələklərdə müşahidə edilir. Lakin bunlar arasında ən məhsuldarı *Aspergillus niger* göbələyidir. Əvvəllər limon turşusunu tərkibində 7-9% həmin turşu olan limon bitkisinin meyvəsindən alırdılar. Sonralar S.P.Kostiçev və V.S.Butkeviçin tədqiqatları ilə məlum oldu ki, limon turşusunun geniş zavod miqyasında *Asp.niger* göbələklərinin iştirakı ilə şəkərdən almaq olur. Reaksiya aşağıdakı tənlik üzrə gedir:

$$2C_6H_{12}O_6 + 3O_2 \rightarrow 2C_6H_8O_7 + 4H_2O + X \text{ kkal.}$$

Bunun üçün *Asp.niger* göbələyi böyük alüminium çənlərdə 30-32°C temperatura, 20% şəkər və 0,3% ammonium nitrat olan mühitdə becərilir. Mühitin üzərində möhkəm göbələk pərdəsi əmələ gələndən sonra, onun altında olan kultural maye süzülüb götürülür, pərdə su ilə tutulur və oraya yenidən 20% şəkər məhlulu (mineral duzsuz) əlavə edilir. Becərmə prosesi 3-4 gün davam edir. Bu zaman götürülən şəkərin 60-65%-i limon turşusuna çevrilir. Şəkər məhlulunun dəyişdirilməsi 2-5 dəfəyə qədər təkrarlana bilər. Əgər alınan turşu vaxtında göbələk pərdəsindən ayrılmazsa, o zaman bu daha sadə məhsullara – oksalat, sirkə turşuları, CO₂ və suya parçalanır. Limon istehsalında əsas xammal kimi melassdan istifadə edilir. Onun məhlulunun tərkibində 15%-ə qədər şəkər olur. Limon turşusu qənnadı sənayesində, alkoqolsuz içkilərin, müxtəlif siropların hazırlanmasında, kulinariyada və tibbdə geniş istifadə edilir.

Mikroorqanizmlərin azotlu üzvi maddələri çevirməsi və onların əhəmiyyəti

Azot – zülal molekulunun vacib tərkib hissəsidir. Təbiətdə onun əhəmiyyəti kifayət qədər çoxdur. Bitki və heyvan qalıqları formasında torpağa daxil olan azotun demək olar ki hamısı, azotlu üzvi birləşmələr şəklindədir. Lakin bitkilər azotu yalnız mineral birləşmələr formasında (ammonium nitrat və nitrat turşusunun duzları şəklində) istifadə edirlər. Azotlu üzvi maddələr bitkilər tərəfindən istifadə olunmaq üçün, əvvəlcə əsasən nitrat və ammoniyak formasına çevrilməlidir. Onların bədənində azotdan yenidən müəkkəb zülal birləşmələri əmələ gəlir. Zülal maddələrdəki azotun mineral formaya çevrilməsi **ammonifikasiya və ya çürümə** adlanır. Bu proses müxtəlif bakteriyalar, aktinomisetlər və kif göbələkləri tərəfindən həyata keçirilir. Zülalların parçalanması həm aerob və həm də anaerob şəraitdə gedə bilər. Aerob mühitdə O_2 köməyi ilə zülallar son məhsullarına qədər parçalandığı halda anaerob mühitdə tam oksidləşmə əmələ gəlmir. Ona görə də burada aralıq məhsullar – üzvi turşular, spirtlər və b. maddələr əmələ gəlir.

Zülali maddələrin ammoniyaklaşması – ammonifikasiya və ya çürümə. Zülallar çox mürəkkəb üzvi birləşmələr olub, daima bitki və heyvan qalıqlarında olurlar. Zülalların parçalanması onların hidrolizindən başlanır. Zülallar proteolitik fermentlər ifraz edən mikroorqanizmlərin köməyi ilə hidroliz olunurlar. Parçalanma nəticəsində peptonlar, polipeptidlər və aminturşuları əmələ gəlir ($\text{zülal} + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{peptonlar} + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{polipeptidlər} + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{aminturşuları}$). Zülalların kimyəvi tərkibindən asılı olaraq onların parçalanmaları da müxtəlif olur. Zülalların parçalanması həm aerob və həm də anaerob şəraitdə gedə bilər. Aerob mühitdə O_2 köməyi ilə zülallar son məhsullarına qədər parçalandığı halda, anaerob mühitdə tam oksidləşmə əmələ gəlmir. Ona görə də, burada aralıq məhsullar – üzvi turşular, spirtlər və b. maddələr əmələ gəlir. Bunların arasında zəhərlər və pis qoxulu maddələr də olur. Tərkibində kükürd olan amin turşuları (sistin, sistein, metionin) parçalandıqda H_2S , onun törəmələrindən – merkaptanlar əmələ gəlir ki, bunlar da pis qoxulu olurlar.

Zülalların parçalanması həm aerob və həm də anaerob şəraitdə gedə bilər. Aerob mühitdə O_2 köməyi ilə zülallar son məhsullarına qədər parçalandığı halda, anaerob mühitdə tam oksidləşmə əmələ gəlmir. Ona görə də, burada aralıq məhsullar – üzvi turşular, spirtlər və b. maddələr əmələ gəlir. Bunların arasında zəhərlər və pis qoxulu maddələr də olur. Tərkibində kükürd olan amin turşuları (sistin, sistein, metionin) parçalandıqda H_2S , onun törəmələrindən – merkaptanlar əmələ gəlir ki, bunlar da pis qoxulu olurlar. Diamin turşusunun (lizin, hidroksilizin, arginin) zülalları hidroliz olunduqda diamin ayrılır və CO_2 çıxır. Lizin zülalı kadaverin və putresinə parçalanır ki, bunlar da çox qüvvətli zəhər olub, meyit zəhəri adlanırlar. Aerob şəraitdə çürümə getdikdə isə bu maddələr oksidləşir.

Çürüdücü bakteriyalar çox zaman zülalla zəngin olan qiymətli süd, yumurta, ət və ət məhsullarını, balıq və balıq məhsullarını xarab etməklə böyük ziyan vururlar. Lakin bu mikroorqanizmlər torpağa və suya daxil olan zülali maddələri minerallaşdırmaqla təbiətdə maddələrin dövranında böyük müsbət rol oynayırlar.

Nitrifikasiya. Adətən üzvi maddələrin parçalanması nəticəsində torpaq və suda əmələ gələn ammonyak tez oksidləşib əvvəlcə nitrit, sonra isə nitrat turşusuna çevrilir. Bu proses nitrifikasiya adlanır. Bunun törədiciləri isə nitrifikasiya bakteriyalarıdır. Bu prosesin mahiyyəti 1889-cu ildə S.N.Vinoqradski tərəfindən aşkar edilmiş və öyrənilmişdir. S.N.Vinoqradskinin apardığı elmi işləri müəyyən etmişdir ki, nitrifikasiya prosesi iki müxtəlif aerob bakteriyaların iştirakı ilə iki fazada gedir.

Birinci dövrdə ammonyak nitrit turşusuna qədər oksidləşir:



Oksidləşmə zamanı enerji alınır ki, bundan da nitrifikasiya bakteriyaları istifadə edir. Bu prosesdə nitroz bakteriyalarından üç cins iştirak edir: *Nitrosomonas*, *Nitrosocystis* və *Nitrospira*. Bunlardan ən fəal və yaxşı öyrəniləni *Nitrosomonas* cinsidir.

Nitrifikasiyanın **ikinci dövründə** nitrit turşusu nitrat turşusuna oksidləşir: $2\text{HNO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{HNO}_3 + 48 \text{ kkal}$

Bu prosesdə *Nitrobacter* cinsi iştirak edir. Bu çox kiçik ölçülü, oval, qram-mənfi çöplərdir. Nitrifikasiyanın birinci dövründə mühüm rol oynayan *Nitrosomonas* isə çöp formalı, qram-mənfi, hərəkətli, spor əmələ gətirməyən bakteriyalardır. Bu mikroorqanizmlər təmiz mineral mühitdə üzvi maddələrin sintezi üçün enerjini nitritlərin oksidləşmə reaksiyalarından, karbohidratları isə CO_2 -dən alırlar, obliqat aerobdurlar.

Denitrifikasiya. Nitratların molekulyar azota kimi reduksiyasına denitrifikasiya deyilir. Bunu həyata keçirənlər isə denitriləşdirici bakteriyalar adlanır.



Denitrifikasiyanı törədənələr fakültativ anaerobdurlar. Onlar qidalanmaq üçün hazır azotlu üzvi birləşməyə ehtiyacı hiss etmirlər. Nitratı nitritə çevirməklə fakültativ anaeroblar bu birləşmədəki azotu udur və bədənlərində zülal sintez edirlər. Qopardılmış oksigendən isə onlar azotsuz üzvi birləşmələri oksidləşdirərək özlərinə lazım olan enerjini alırlar.

Molekulyar azotun fikse olunması . Bizi əhatə edən atmosferin həcmcə 4/5 hissəsini (78%-ni) molekulyar azot təşkil edir. Lakin bitkilər nə atmosfer azotundan və nə də torpaqda olan mürəkkəb azotlu birləşmələrdən olduğu kimi istifadə edə bilmirlər. Yalnız azot fikse edən mikroorqanizmlər adi şəraitdə atmosfer azotundan istifadə edib, onu üzvi azotlu birləşmələrə çevirə bilir ki, bu prosesin də torpağın münbitliyinin artırılmasında böyük əhəmiyyəti vardır.

Atmosfer azotunu fikse edən mikroorqanizmlər əsasən **iki qrupa** bölünürlər. Birinci qrupa paxla fəsiləsi bitkiləri ilə simbioz münasibətdə yaşayan və köklərində kök yumruları əmələ gətirən bakteriyalar aid edilir. İkinciyə – torpaqda sərbəst yaşayan aerob *Azotobacter*-lər və yağ turşusuna qıcqırma əmələ gətirən anaerob *Clostridium pasteurianum* aiddir.

Kök yumruları bakteriyaları. Rus alimi M.S.Voroninin (1866) tədqiqatları ilə məlum olmuşdur ki, paxlalı bitkilərin kökündə olan yumrularda çöpvari bakteriyalar vardır. M.S.Voronin həmin bakteriyaların morfolojiyasını və ölçülərini təsvir etmiş və bunların yumru əmələ gəlməyə səbəb olduqlarını göstərmişdir. Sonralar bu bitkilərin havada olan azotu fikse etməsi, alman alimləri H.Hezrigel və H.Vilfab (1886) tərəfindən təcrübələrlə isbat edilmişdir. 1886-cı ildə, bu bakteriyalar M.Beyering tərəfindən təmiz kultura halında əldə edilmiş və ətraflı öyrənilmişdir. O, sübut etmişdir ki kök yumrularında olan bakteriyalar molekulyar azotu təmiz kulturada deyil, yalnız bitki ilə simbioz münasibətdə fikse edir.

Kök yumruları bakteriyaları qram-mənfi, hərəkətli, spor əmələ gətirməyən xırda çöplərdir (1,2-3 mkm).