

F. R. ƏHMƏDOVA

*44 Günlük Vətən müharibəsi
şahidlərinin əziz xatirəsinə
ithaf olunur*

SU MİKROBİOLOGİYASI

Ali təhsilin magistr səviyyəsi üçün dərs vəsaiti

Təsdiq edilmişdir:
Bakı Dövlət Universitetinin
Elmi Şurasının 3-29-45/3 İR-06/2024
saylı 10.01.2024 tarixli qərarı ilə
dərs vəsaiti kimi çap olunur.

BAKİ – 2024

Elmi redaktor:

- Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvi, Mikrobiologiya institutunun direktoru, b.e.d., prof. P.Z. MURADOV

Rəyçilər:

- Bakı Dövlət Universitetinin Molekulyar biologiya və biotexnologiyalar kafedrasının professoru, b.e.d., prof. M.M. CƏFƏROV
- Azərbaycan MEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun Torpaq mikrobiologiyası laboratoriyasının baş elmi işçisi, b.e.d., prof. N.M. İSMAYILOV
- Azərbaycan MEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun Mikrobioloji biotexnologiyalar laboratoriyasının müdiri, b.e.d., dos. K.F. BAXŞƏLİYEVƏ

Əhmədova F.R. Su mikrobiologiyası.
Dərs vəsaiti. Bakı, «.....» nəşr., 2024, 215 s.

Dərs vəsaiti, magistratura səviyyəsində təhsil alan tələbələr üçün nəzərdə tutulan proqrama əsasən tərtib olunmuşdur. Kitab 12 fəsildən ibarətdir və bu fəsillərdə su mikrobiologiyası, su mikrobiologiyasının vəzifələri, fənnin inkişaf tarixi barədə, yerüstü və yeraltı su ekosistemləri, ekosistemlərin fərqli xüsusiyyətləri, onların mikrobioloji durumu haqqında məlumatlar var. Kitabda həmçinin suda yaşayan mikroorqanizmlərin müxtəlif qruplarının morfoloji əlamətləri, anatomik quruluşları, yerinə yetirdikləri mikrobioloji proseslər barədə məlumatlar yer alıb. Eyni zamanda suda yaşayan mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyətlərindən asılı olaraq onların suyun bioloji yolla təmizlənməsində rolu şərh olunur.

Dərs vəsaiti ali təhsil müəssisələrinin müəllim və tələbələri üçün nəzərdə tutulub, lakin dərslikdən ekoloqlar, su və turizm müəssisələrində çalışan mütəxəssislər də faydalana bilərlər.

Ó «.....» nəşriyyatı, 2024

MÜNDƏRİCAT

ÖN SÖZ	7
Giriş	9
Fəsil 1. SU MIKROBİOLOGİYASI, ONUN MÜSTƏQİL ELM KİMİ MEYDANA GƏLMƏSİ VƏ İNKİŞAF TARİXİ	11
Fəsil 2. YERİN HİDROSFERİNDƏ SUYUN PAYLANMASI VƏ İSTİFADƏ SAHƏLƏRİ	23
2.1. Suyun yer üzərində paylanması qanunauyğunluqları.....	23
2.2. Sudan istifadə sahələri.....	25
2.3. İstifadə sahələrindən asılı olaraq suyun keyfiyyətinə olan tələblər	26
2.4. Su ehtiyatlarının tükənməsi və tükənmədən mühafizəsi ...	27
Fəsil 3. TƏBİİ SULARIN XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ XASSƏLƏRİ	29
3.1. Suyun unikal xüsusiyyətləri.....	29
3.2. Suyun stratifikasiyası (fiziki xassələri).....	30
3.3. Təbii suların kimyəvi tərkibi və xassələri	33
3.4. Suyun eutrofikasiyası	35
Fəsil 4. SU EKOSİSTEMLƏRİ VƏ ONLARIN EKOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ	38
4.1. Okeanların səciyyəvi xüsusiyyətləri.....	40
4.2. Dənizlərin səciyyəvi xüsusiyyətləri	42
4.3. Göllərin səciyyəvi xüsusiyyətləri.....	43
4.4. Çayların səciyyəvi xüsusiyyətləri	43
4.5. Yeraltı sular və onların səciyyəvi xüsusiyyətləri	45
4.6. Su anbarları və onların ekoloji vəziyyəti	48
4.7. Ekosistemin tamlığını və daimiliyini təmin edən amillər	50
Fəsil 5. EKOLOJİ AMİLLƏRİN SUDA YAŞAYAN MIKROORQANİZMLƏRƏ TƏSİRİ	53
5.1. Abiotik amillərin mikroorqanizmlərə təsiri.....	53
5.2. Biotik amillərin mikroorqanizmlərə təsiri	

	(mikroorqanizmlər arasında münasibət formaları)	63
5.3.	Antropogen amillərin mikroorqanizmlərə təsiri	73
Fəsil 6.	TƏBİİ SUYUN ÜMUMİ MİKROBİOTASI	75
6.1.	Suyun aerob zonasının mikrobiotası	79
6.2.	Suyun anaerob zonasının mikrobiotası.....	81
6.3.	Suyun mikroaerofil zonasının mikrobiotası	83
6.4.	Suyun dib çöküntülərinin ümumi mikrobiotası.....	84
Fəsil 7.	MÜXTƏLİF SU EKOSİSTEMLƏRİNİN MİKROBİOTASI	86
7.1.	Okeanların ümumi mikrobiotası.....	86
7.2.	Dənizlərin ümumi mikrobiotası.....	87
7.3.	Göllərin ümumi mikrobiotası	88
7.4.	Çayların ümumi mikrobiotası	89
7.5.	Yeraltı suların ümumi mikrobiotası	91
7.6.	Azərbaycanın termal sularının ümumi mikrobiotası	95
Fəsil 8.	SUDA YAŞAYAN MİKROORQANİZMLƏRİN MORFOLOJİ VƏ STRUKTUR QURULUŞU	99
8.1.	Prokariotlar	99
8.1.1.	Əsl bakteriyaların (eubakteriyalar) morfologiyası və hüceyrəvi quruluşu	100
8.1.2.	Aktinomisetlərin (budaqlanan bakteriyaların) morfologiyası və hüceyrəvi quruluşu	123
8.1.3.	Sianobakteriyaların (<i>Cyanobacteria</i> – göy-yaşıl yosunlar) morfologiyası və hüceyrəvi quruluşu	125
8.1.4.	Bakteriyaların kimyəvi tərkibi	127
8.2.	Eukariotlar.....	128
8.2.1.	Göbələklərin morfologiyası, hüceyrəvi quruluşu və kimyəvi tərkibi	128
8.2.2.	Yosunların (Algae) morfologiyası, hüceyrəvi quruluşu və kimyəvi tərkibi.....	131
8.2.3.	İbtidailərin (Protozoa) morfologiyası, hüceyrəvi quruluşu və kimyəvi tərkibi.....	135
8.3.	Akkariotlar (viruslar-tam hüceyrəvi quruluşa malik olmayan canlı varlıqlar)	144

Fəsil 9. SUDA YAŞAYAN MİKROORQANİZMLƏRİN	
ELEMENTLƏR DÖVRANINDA ROLU	148
9.1. Suda karbon və onun birləşmələrinin çevrilməsi	149
9.2. Suda azot və onun birləşmələrinin çevrilməsi	150
9.3. Suda kükürd və onun birləşmələrinin çevrilməsi	153
9.4. Suda fosforlu birləşmələrin çevrilməsi	154
9.5. Suda dəmir və manqan birləşmələrinin çevrilməsi	155
Fəsil 10. SUDA TƏBİİ POLİMERLƏRİN PARÇALANMASINDA	
MİKROORQANİZMLƏRİN ROLU	157
10.1. Sellülozanın parçalanması.....	158
10.2. Ksilanın parçalanması.....	159
10.3. Nişastanın parçalanması.....	160
10.4. Liqninin parçalanması.....	160
10.5. Karbohidrogenlərin parçalanması.....	161
10.6. Pektinin parçalanması	161
10.7. Zülalların parçalanması.....	162
10.8. Yağların parçalanması.....	162
Fəsil 11. SUYUN ÇİRKƏNMƏSİ YOLLARI	164
11.1. Çirkab suların təbii su hövzələrinə və canlılara mənfi təsiri.....	166
11.2. Mikrobioloji çirklənməsinə görə su mənbələrinin zonaları	168
11.3. Çirkab suların tərkibi.....	169
11.4. Çirkab suyun fəal turşuluğu	170
11.5. Çirkab suda oksigenə bioloji tələbat.....	171
11.6. Su hövzələrinin çirklənmə dərəcələrinə görə təsnifatı	173
11.6.1. Kimyəvi maddələrlə suyun çirklənməsi	179
11.6.2. Suyun bakterioloji çirklənməsi.....	181
11.6.3. Suyun virusoloji çirklənməsi.....	182
11.6.4. Çirkab sulara aerob və anaerob mikrobioloji proseslər	183
11.6.5. Çirkab sular infeksiya mənbəyidir	184

11.6.6. Suyun bakterioloji və virusoloji müayinəsi	186
11.6.7. Çirkab suların təkrar istifadəsi.....	188
Fəsil 12. SUYUN TƏMİZLƏNMƏSİ YOLLARI	193
12.1. İcməli suyun zərərsizləşdirilməsi.....	194
12.2. Çirkab suların təmizlənməsi.....	196
12.3. Su təmizləyici qurğular	198
TERMİNLƏR	201
ƏDƏBİYYAT	206

ÖN SÖZ

Hörmətli oxucular!

Məlum olduğu kimi Yer kürəsinin 2/3 hissəsini su təşkil edir. Yerüstü sulara okeanlar, dənizlər, göllər, çaylar, yeraltı sulara qrun, artezian və mineral, termal sular daxildir. Bu su ehtiyatlarının bir qismindən içməli su kimi, bəzilərindən suvarmada, təsərrüfatda, bəzilərindən isə sənayedə, məişətdə, hətta nəqliyyatda və s. istifadə olunur. Bir sözlə, təbiətin ümumi iqtisadiyyatında suyun əhəmiyyəti olduqca böyükdür. Suyun qiymətli nemət olması barədə qədim xalq əfsanələrində qeyd olunmuş, hətta suyun mövcud aləmin başlanğıcı olması da göstərilmişdir. Bizim eradan əvvəl yaşamış Hippokrat və Aristotel də suyun sərinlik və nəmliyin başlanğıcı olmasını qeyd etmişlər. Antik təbiətin əsasını qoyan dahi həkim Hippokrat «Torpaq, su və hava» əsərində göstərir ki, həkim təzə bir şəhərə gəldikdə birinci növbədə oranın iqlimini, torpağını və suyunu öyrənməlidir. Dahi həkim, mütəfəkkir və alim Əbu-Əli ibn-Sina müxtəlif xəstəliklərin baş verməsində suyun keyfiyyəti və içərisində mövcud olan gözə görünməyən canlıların olması barədə çox cəsarətlə məlumatlar vermişdir. O, «Təbiət qanunları» adlı kitabında göstərir ki, suyu içməzdən qabaq ya qaynatmaq, ya da süzgəcdən keçirmək lazımdır.

Statistik məlumatlar göstərir ki, son zamanlar təmiz su dünyaya üzrə global problemlər içərisində ilk sırada durur. Çünki, mövcud olan su mənbələri çox zaman təbii və antropogen təsirlər nəticəsində çirklənmələrə məruz qalır, hətta yararsız hala düşə bilər. Digər tərəfdən suyun çox zaman israfçılıqla istifadə olunması onun tükənməsi istiqamətində gedən proseslərə təkan verir.

Nəzərə alsaq ki, doğma respublikamızda müəyyən qədər yeraltı və yerüstü su ehtiyatlarının olmasına baxmayaraq su çatışmazlığı problemi var, onda suyun mikrobioloji baxımdan dərin-

dən öyrənilməsinin, istifadəyə yararlığının qiymətləndirilməsinin, onun mühafizə edilməsinin nə qədər əhəmiyyət daşıdığını görməmək mümkün deyil.

Bütün qeyd olunanlar göstərir ki, sudan səmərəli istifadə etməklə yanaşı yeni su resurslarını axtarmaq, üzə çıxarmaq və onların nə dərəcədə yararlı olduğunu müəyyənləşdirmək kimi məsələlər bu gün də aktuallığını saxlamaqdadır. Bunun üçün ilk növbədə suda mikrobioloji tədqiqatların aparılması üçün nəzəri və praktiki cəhətdən biliklərin əldə olunması çox vacibdir. Bu sahədə biliklərin əldə olunması məqsədi ilə hazırda universitetlərdə ümumi mikrobiologiyanın mühüm istiqamətlərindən biri olan su mikrobiologiyası magistratura səviyyəsində sərbəst fənn kimi tədris olunur.

Təqdim olunan dərs vəsaitində su mikrobiologiyasının bu günkü durumu, suyun füsunkar xüsusiyyətləri, su ekosistemləri, suda yaşayan mikrocanlılar, onların elementlər dövrəsinə, suyun öz özünə təmizlənməsində, çirkab suların yaranmasında rolu və s. barədə geniş məlumatlar verilir.

Kitabdan magistratura, eləcə də bakalavr pilləsinin Su bioehiyatları və akvakulturaları ixtisası üzrə təhsil alan tələbələrə yanaşı müəllimlər, doktorantlar, hətta turizm, müalicə-istirahət müəssisələrində çalışan mütəxəssislər də yararlı bilirlər.

Dərs vəsaiti ilk dəfədir Azərbaycan dilində hazırlanıb və oxuculara təqdim olunur. Kitabda nəzərə çarpan nöqsanları və diqqətdən kənar qalan məqamları çatdıran oxuculara əvvəlcədən öz təşəkkürümü və minnətdarlığımı bildirirəm.

Müəllif

GİRİŞ

Müasir dünyada fəaliyyətdə olan sənaye, enerjidən geniş istifadə, əhalinin durmadan artımı, suvarılan torpaq sahələrinin ardıcıl genişləndirilməsi və məişətdə suya tələbatın artması ciddi su problemini yaratmaqdadır. İcməli su problemi isə bütün dünya üzrə var və bu sahədə mövcud olan proqnozlar heç də ürəkaçan deyil.

Bir çox ölkələrdə, o cümlədən də isti iqlim şəraitinə malik olan Azərbaycanda icməli suya, suvarma suyuna və s. olan tələbat hər an artır. Azərbaycan öz daxili su ehtiyatlarına görə Rusiya və Qafqaz respublikaları arasında ən axırıncı yeri tutur. Belə ki, Azərbaycanda hər vahid sahəyə düşən çay sularının ehtiyatı Gürcüstandan 7,7 dəfə, Ermənistandan 2,2 dəfə, Rusiyadan isə 2,3 dəfə azdır. Elmi araşdırmaların nəticələri göstərir ki, su çatışmazlığı bir sıra yollarla aradan qaldırıla bilər. Məs., çay axınının tənzimlənməsi, çoxsaylı müasir daimi və müvəqqəti su anbarlarının yaradılması, kəhriz və təzyiqli sulardan istifadə, mövcud su sistemlərinin yenidən bərpası, ən müasir suvarma üsullarının və texnikanın tətbiq edilməsi, su bölgüsünün avtomatlaşdırılması, sudan təyinatlı istifadə, qeyri-ənənəvi sulardan təkrar istifadə olunması ilə. Bu yolların hər birinin həm müsbət, həm də çatışmayan cəhətləri var. Ona görə də hər bir üsulun ayrı-ayrılıqda araşdırılması, onların istifadə yollarının konkret şəraitə uyğunluğunun yoxlanılması, onların elmi əsasının verilməsi və həyata keçirilməsi yeni yanaşma tərzini tələb edir. Bununla belə, mövcud olan su mənbələrindən düzgün istifadə olunmasının həyata keçirilməsi, onların ekoloji vəziyyətinə və mikrobioloji təmizliyinə nəzarət olunması dövlətin qayğısı ilə yanaşı elmi mütəxəssislərin, həmçinin hər bir vətəndaşın müqəddəs borcudur.

Su ehtiyatlarından əksər hallarda düzgün istifadə olunmur.

Müxtəlif müəssisələrin, xüsusən də sənaye müəssisələrinin, məişət axıntılarının, kanalizasiya sularının və xəstəxanaların çirkab sularının təmizlənmədən çaylara, dənizlərə axıdılması faktları məlumdur. Nəticədə suyun alloxton mikroorqanizmlərlə, xüsusən də patogen mikroorqanizmlərlə yoluxması, yararsız hala düşməsi gözümüzün qarşısında baş verir. Belə suların təkrar istifadəyə yararlılığının təmin olunması üçün onun yenidən təmizlənməsi müəyyən qədər vəsait, enerji, işçi qüvvəsi və vaxt tələb edir. Hətta, suyun bəzi hallarda tam təmizlənmədən istifadə hallarına da rast gəlinir və bu zaman insanlarda patogen mikroorqanizmlərlə yoluxma riski yüksəlmiş olur.

Bütün bunlar onu deməyə əsas verir ki, suyun əhəmiyyəti, çirkab suyun insanların sağlamlığına mənfi təsiri və belə suların yaratdığı epidemiyalar, pandemiyalar su hövzələrinin çirklənməsinin yolverilməz olduğu barədə məlumatlarla əhali mütəmadi olaraq hərtərəfli maarifləndirilməlidir.

Əhalinin istifadə etdiyi su, xüsusən də içməli su fiziki-kimyəvi xassələrinə və sanitar-mikrobioloji vəziyyətinə görə dövlət standartlarına cavab verməlidir. Bu nöqtəyi-nəzərdən hidrogeoloqlar, hidrobioloqlar, ekoloqlar və mikrobioloqlar tərəfindən kompleks tədqiqatların aparılması öz dəyərli töhfəsini verə bilər.

FƏSİL 1

SU MIKROBİOLOGİYASI, ONUN MÜSTƏQİL ELM KİMİ MEYDANA GƏLMƏSİ VƏ İNKİŞAF TARIXİ

Su mikrobiologiyası ümumi mikrobiologiyanın bir istiqaməti olub, son zamanlar müstəqil elm kimi sürətlə inkişaf etməkdədir və onun müasir biologiyada xüsusi yeri var. İlk canlılar su mühitində formalaşaraq mövcud olmuş və sonradan quruya çıxmışlar. Mikroorqanizmlərdən başlamış onurğalı heyvanlara qədər hər bir canlıya suda təsadüf olunur. Suda biomüxtəlifliyin öyrənilməsində əldə olunan bütün məlumatlar biologiyanın inkişafında mühüm əhəmiyyət kəsb edir. İstənilən halda su mikroorqanizmlərinin öyrənilməsi müasir metodların biologiyaya tətbiq istiqamətlərini müəyyənləşdirir.

Su mikrobiologiyası – okeanlarda, dənizlərdə, göllərdə, digər su hövzələrində yaşayan mikroorqanizmləri, onların maddələr dövrəsinə, suların çirklənməsində və təmizlənməsində rolunu öyrənir.

Fənnin obyektini – suda yaşayan bakteriyalar, göbələklər, yosunlar, ibtidailər və viruslardır. Torpaq mikroorqanizmlərindən fərqli olaraq su mikroorqanizmləri tədqiqat obyektini kimi birbaşa mikrobioloji müşahidələrin aparılmasına imkan verir.

Su mikrobiologiyasının əsas vəzifələri – suda yaşayan mikroorqanizmlərin say və növ tərkibini müəyyənləşdirmək; suyun fiziki və kimyəvi tərkibinin formalaşmasında onların rolunu araşdırmaq; yeni su resurslarını aşkarlamaq; onların mühafizəsi tədbirlərini hazırlamaq; istifadə olunan və müəyyən dərəcədə çirklənməyə məruz qalmış suyun təmizlənməsi və təbiətə qaytarılması yollarını müəyyənləşdirmək; suyun biomüxtəlifliyinin hərtərəfli öyrənilməsi üçün suya yeni müasir yanaşma metodlarını hazırlamaqdan ibarətdir.

Su mikrobiologiyası bir neçə istiqamətdə fəaliyyət göstərir: okeanlarda, dənizlərdə, göllərdə, çaylarda, eyni zamanda balıqçılıqda, termal və soyuq mineral sularında və s. su mikrocanlılarını öyrənir və ekosistemin tarazlığını pozan və daimiliyinə mənfi təsir göstərən səbəbləri üzə çıxarır.

Su mikrobiologiyasının inkişaf tarixindən – ilk dəfə olaraq *Antoni van Levenhuq* yağış suyunda canlıların olmasını mikroskopda müşahidə etmişdir. Suyun mikrobioloji tədqiqinə XIX əsrin ortalarından, hələ bakteriyaların becərilməsi metodlarının inkişafına qədər olan zamandan başlanılmış və bu F. Konun adı ilə bağlıdır. İlk vaxtlar mikroskoplama zamanı iri sapşəkilli bakteriyaların – *Beggiatoa*, *Thioploca*, *Crenothrix*, *Sphaerotilis*, *Salmonella*, *Leptothrix*, *Peloploca* cinslərinə aid hüceyrələr müşahidə olunmuşdur. Belə hesab olunur ki, onları və sianobakteriyaları mikroskop altında identifikasiya etmək daha asandır. Bu mikroorqanizmlər su tutarlarının ümumi vəziyyəti haqqında indikator formalar hesab olunurlar və təbiətdə geniş yayılmışlar.

Su mikrobiologiyasının ilk inkişaf mərhələsi XIX əsrin 80-cı illərinə təsadüf edir. Su infeksiyaları epidemiyalarının yayıldığı həmin vaxtlarda *Robert Kox* təbii xlorellanı zəngin təbii qidalı mühitlərdə (ətli-peptonlu, jelatinli və ətli-peptonlu aqar mühitlərində) becərmiş və sonra inkişaf edən koloniyaların say tərkibini öyrənərək mikroskopik müşahidələr aparmışdır.

R. Kox qatı qidalı mühit üzərində koloniyaların birbaşa sayılması metodu ilə başda *Escherichia coli* olmaqla indikator mikroorqanizmlərin identifikasiyasını aparmış və suyun koli-titrini müəyyənləşdirmişdir. Bakteriyaların say tərkibinin becərilmə metodu ilə təyin edilməsi zamanı alınan nəticə, suda birbaşa saymaqla aparılan metodla müqayisədə 100-1000 dəfə aşağı rəqəmlə müşahidə olunmuşdur. Daha az fərq ac aqarlı qidalı mühitdə durulaşdırma (seyrətmə) metodunun tətbiqi zamanı müşahidə olunmuşdur.



Antoni van Levenhuq
(1632-1723)



Robert Kox
(1843-1910)

Bu metodlardan sonralar M. Serte (1884) və B. Fişer (1889) okeanların və dənizlərin, həmçinin A. Kleyver (1894), V.V. Voronin (1897) və A. Pfenniger (1902) göllərin mikrobioloji tədqiqində istifadə etmişlər. Bu sahədə aparılan tədqiqatlardan alınan əsas nəticələrdə suya daxil olan üzvi maddələrlə əlaqədar su mühitində saprotrofların qeyri-bərabər paylanması aşkar olundu.

Daha sonralar bir-birinin ardınca əvvəlki tədqiqatlarda qidalı mühitlərdə müşahidə olunmayan tipik heterotrof su bakteriyaları kəşf olunur. Aralarında həqiqi dəniz növlərinə təsadüf olunmuş və məlum olmuşdur ki, onlar qidalı mühitə yalnız böyük miqdarda NaCl əlavə edildikdən sonra inkişaf edə bilirlər.

XX əsrin əvvəllərində S.N. Vinqradskinin təklif etdiyi kultura yığımı metodunun köməyi ilə selektiv qidalı mühitlərdə metanlı qıvcırmada (N. Şongen – V.L. Omelyanski) və metan oksidləşməsində (N. Şon gen – Q. Kaserer) mikroorqanizmlərin iştirakı təsdiq olundu.

S.N. Vinqradski sonradan hidrogen-sulfid bakteriyalarının xemosintez qabiliyyətini müəyyən etdi.

Su mikrobiologiyasının müstəqil elm kimi formalaşmasında rus alimləri V.L. Omelyanski, Q.A. Nadsonun və b. rolu böyükdür. V.L. Omelyanski Ağ gölün tədqiqini apararkən sellüloz-parçalayan, azotfiksədən, nitritləşdirici mikroorqanizmlərin azotun, karbonun dövrənində rolunu öyrənmişdir. Bu dövrdə xüsusilə, sellülozanın mikrobioloji parçalanmasının geniş öyrənilməsinə başlanılmışdır.



S.N. Vиноqradski
(1856-1953)

Q.A. Nadson su mikroorqanizmlərinin ekologiyasının öyrənilməsi sahəsində geniş tədqiqatlar aparmışdır. Əsas nəticələri Slavyan mineral gölünün lillində öyrənərkən əldə etmiş və özünün «Mikroorqanizmlərin geoloji fəaliyyəti» (1903) monoqrafiyasında qeyd edir ki, qara rəngli lil mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyətinin məhsuludur və onlar kükürdün, dəmirin təbii dövrənində iştirak edirlər. Həmçinin müəyyən olundu ki, mikroorqanizmlər əhəngli substratları parçalayaraq kalsiumun təbiətdə dövrənində də iştirak edirlər. Beləliklə, müxtəlif elementlərin dövrənində və biogeokimyəvi proseslərdə qaynar qazların əmələ gəlməsində, hidrogen – sulfidin, nitratların suda əmələ gəlməsində iştirak edən xemolitotroflar kəşf olundu. Bir qədər sonra isə o, Ladoqa, Xəzər və Ağ göllərin mikrobiotasını öyrənmişdir.

B.L. İsaçenko su mikrobiologiyasının yaranmasında iştirak edən alimlərdən biridir və özünün klassik əsəri olan «Şimal Buzlu okeanın bakteriyalarının tədqiqi» (1914) əsərində dənizlərdə və kontinental sulara biogen elementlərin dövrənində iştirak edən azotfiksəedici mikroorqanizmlər və fitopatogen bakteriyalar haqqında geniş məlumatlar toplamışdır. O, həmin monoqrafiyasında suda bilavasitə mikroorqanizmlərin öyrənilməsi zamanı çətinliyin

baş verməsini təhlil etmiş və qeyd etmişdir ki, istifadə olunan metodlar arasında su nümunələrinin steril toplanmaması, mikrobioloji analizə qədər qeyri standart şəraitdə su nümunələrinin müəyyən müddətdə saxlanması, təbii şəraitlə uzlaşmayan zəngin qidalı mühitlərdən istifadə əsas yer tutur.

B.L. İsaçenko iki istiqamətdə – dəniz və geoloji mikrobiologiyanın öyrənilməsi sahəsində geniş tədqiqatlar aparmışdır. O, əsasən müxtəlif qrup mikroorqanizmlərin Sakit okeanda və faydalı qazıntılar olan yerlərdə təbii proseslərdə rollarını müəyyənləşdirmişdir.

Artıq 1925-1950-ci illərdə su mikrobiologiyasının inkişafı yeni bir mərhələyə qədəm qoydu və bu, bilavasitə keçmiş SSRİ-də, ABŞ-da, Fransada, Almaniyada, Böyük Britaniyada və həmçinin Yaponiyada müxtəlif su sahillərində stasionar elmi-tədqiqat laboratoriyalarında aparılan tədqiqat işləri ilə bağlı idi. Bununla əlaqədar əsas tədqiqatlar su mikroorqanizmlərinin təbii mühitdə öyrənilməsinə və su, lül nümunələrinin steril götürülməsi üçün cihazların hazırlanmasına həsr olunmuşdur. Bakterioplanktonların say tərkibinin öyrənilməsi S.N. Vinqradskinin torpaqda mikroorqanizmlərin say tərkibinin öyrənilməsi metoduna əsasən aparılırdı. Bir qədər sonra suyun mikrobiotasının öyrənilməsi zamanı N.Q. Xolodnının (1928) və A.S. Razumovun (1932) modifikasiyasına əsasən su nümunəsi suyun mikrobiotasının öyrənilməsi zamanı su nümunəsi steril membran filtdən süzülmüş, yığılmış mikrob kütləsi ilkin durulaşdırılmadan (seyrəltmədən) sonra birbaşa mikroskoplama yolu ilə onun say tərkibi müəyyən olunurdu. Daha sonra bu metodla mikrobların sayı əşya şüşəsi üzərində birbaşa hüceyrələrin sayılması (N.Q. Xolodniya görə), yaxud da süzülmüş filtratda birbaşa (A.S. Razumova görə) mikrobların sayılması tətbiq olundu. Beləliklə, müəyyən olundu ki, suda bakteriyaların ümumi sayının əvvəlki becərilmə metodu ilə təyiniyi müqayisə etdikdə fərq nəzərə çarpır və bu fərq 10^5 - 10^6 hüc/ml

arasındadır. Tədqiqatlar zamanı suda mikroorqanizmlərin sayının dərinlikdən asılı olaraq dəyişilməsi də məlum oldu. Belə ki, bakteriyaların daha çox sayına üst qatda, yaxud termoklinin aşağı sərhəddində və dibində rast gəlinir. Mikroorqanizmlərin təbii şəraitdə müşahidəsi məqsədilə N.Q. Xolodni tərəfindən şüşə lövhədə birbaşa mikroskoplama və B.V. Perfilyeva tərəfindən isə kapilyar mikroskoplama metodları hazırlanmışdır. Bu metodlardan istifadə zamanı əvvəllər becərilmədə müşahidə olunmayan çoxlu sayda mikroorqanizmlər ilk dəfə üzə çıxdı; bir çox yeni növlər, o cümlədən *Metallogenium personatum*, yırtıcı *Bdellovibrio bacteriovorans* bakteriya növləri təcrid olundu; laborator şəraitdə qidalı mühitdə ayrılan və təbii mühitdə yaşayan mikroorqanizmlərin ölçülərində fərqi olması müəyyənləşdi; məlum oldu ki, bioörtüyün təbii şəraitdə əmələ gəlməsi mühitdə olan su bakteriyalarının mövcudluğu ilə bağlıdır.

K. Zabella və K. Orant şəraitə uyğun mikroorqanizmləri sudan ayırmaq üçün qidalı mühitə 10 mq/l-dən çox olmayaraq həll olmuş üzvi maddələri əlavə etdikdən sonra istifadə etmişlər.

1934-cü ildən A.A. İmşenetski termal sulara sellülozaparçalayan bakteriyaların öyrənilməsi sahəsində tədqiqatlara başlamışdır. O, əsasən sellülozanın parçalanmasında iştirak edən bakteriyaların morfoloji, fizioloji xüsusiyyətlərini öyrənmişdir.

Tədqiqatçı Q.A. Dubinina maye halında selektiv qidalı mühitdə dəmir bakteriyalarının *Leptotrix*, *Ochrobium* və rəngsiz kükürd bakteriyalarının *Beggiatoa*, *Macromonas* cinslərini, həmçinin sərbəst yaşayan mikoplazmaya aid *Metallogenium* cinsinin növlərini təbiətdən ayırmışdır. Məlum olmuşdur ki, mikrobioloji proseslərin su mühitində intensivliyi orada olan fizioloji qruplara aid olan mikroorqanizmlərin selektiv mühitlərdə sayından asılıdır.

Q.İ. Karavayko sudan Fe^{2+} , S^0 və sulfid minerallarını oksidləşdirən xemolitotrof bakteriyaların kolleksiyasını yaratmışdır. Mikrobioloji proseslərin su tutarlarında qiymətləndirilməsi zamanı

radioaktiv izotoplardan istifadə olunması bu sahədə böyük proqresə səbəb oldu. Artıq biogeoloji işlərdə iki qrup metodlardan istifadə olunurdu:

1. Spesifik mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyətinin qısa müddətli eksperimentlərdə sudan və lildən təcrid olunmuş nümunələrdə uyğun gələn qazlı xromatoqrafiya və ya radioaktiv nişanlanmış metodlardan istifadə;

2. Biogen elementlərlə möhkəm izotopların münasibətinin analizi (karbon, oksigen, hidrogen, kükürd, azot), substratın və mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyətlərinin, həmçinin su nümunələrinin, qazların, üzvi maddələrin və bəzi mineralların təbii yaşayış mühitindən ayrılması.

Birinci qrupun metodlarından istifadə etmiş Q.Q. Vinberg (1934) toplanmış müxtəlif su nümunələrində oksigen metodunun modifikasiyasına əsaslanmış, bununla su anbarlarında (1935), daha sonra evtrof və mezotrof göllərdə məhsuldarlığın və destruksiyanın sürətinin ölçülməsi üçün istifadə etmişdir.

1935-ci ildə Q.Q. Vinberg evtrof sulardan ayrılmış nümunələrdə məhsuldarlığın və üzvi maddələrin destruksiyasını təyin etmək məqsədi ilə yeni metodlar təklif etmişdir ki, onlar sonrakı metodların başlanğıcı hesab olunurlar.

1950-1990-cı illərdə su mikrobiologiyasının inkişafı Rusiyada dağılmış təsərrüfatın bərpası üçün su ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi ilə əlaqədar olmuşdur. Bu sahədə problemin həlli S.İ. Kuznesovun elmi fəaliyyəti ilə bağlıdır və onun rəhbərliyi altında üç istiqamətdə işlər aparılmış, su mikrobioloqlarının məktəbi yaradılmışdır.

Birinci istiqamətdə sudakı bakteriyaların ümumi sayı, ikinci istiqamətdə onların morfoloji və üçüncü istiqamətdə fizioloji müxtəlifliyinin tədqiqi aparılmışdır. Bu sahədə birbaşa flüoressensiyalı rənglərdən istifadə ilə mikroskopik müşahidələr aparmış A.Q. Rodina suda bakteriyaların dəqiq sayını təyin etmişdir.



S.İ. Kuznesov
(1900-1987)



A.A. İmşeneski
(1905-1992)

Suda mikroorqanizmlərin müxtəlifliyi haqqında məlumatlar elektron mikroskopiyadan sonra daha da genişləndi və nəticədə filtrlənən və ultramikroskopik formalar (0,2 mkm-dan kiçik), bakteriyaların digər formaları – gövdəcikli, ulduzşəkilli, halqəşəkilli, üçkənc, sərbəst yaşayan mikoplazmalar və s., kəşf olundu.

Qidalı mühitlərin maye formasında su mikroorqanizmlərinin becərilməsi üçün istifadəsi ideyalarının inkişafı V.İ. Romanenkoun işlərində müşahidə olunur. O, həmçinin koloniyaların sayının (KOE) öyrənilməsi zamanı su nümunələrinə aqar-aqar əlavə etməklə birbaşa sayma metodundan istifadə etmişdir. Bu metodla Rıbinski su anbarlarında bakterioplanktonun oliqotrof xüsusiyyətli olduğunu sübut etmişdir.

Suyun mikrobiotasının öyrənilməsi zamanı məlum olmuşdur ki, suda viruslara da təsadüf olunur. Bu onunla əlaqədardır ki, viruslar suya torpaqdan, çirkab sudan, havadan müxtəlif yollarla daxil olur və suda müəyyən müddət qala bilər. Belə sulardan istifadə zamanı insanlar virus infeksiyalarına, xüsusən də enterovirusların törətdiyi yoluxucu xəstəliklərə yoluxurlar.

V.M. Qorlenko (1968) anoksigen fototrof bakteriyaları öyrən-

miş, onların sistematikasısı və taksonomiyası ilə məşğul olmuşdur.

Su mikrobiologiyasının inkişafında termal sular da aparılan elmi araşdırmaların xüsusi rolu vardır.

Termal sular bütün dünyada yayılmışdır. Onların arasında temperaturu, 130-140°C-yə çatan vulkan mənşəli sular çoxdur.

Termal sular öz fiziki və kimyəvi xüsusiyyətləri ilə bir-birindən fərqləndikləri kimi, yerüstü sulardan da kəskin fərqlənirlər. Sözsüz ki, bu onların mikrobiotasında da özünü aydın göstərir. Termal sular termofil mikroorqanizmlərin daimi məskəni hesab olunur (Karlinsky, 1885, 1895; Miyoshi, 1897; Michaelis, 1899; Tsiklinsky, 1899; Elion, 1924; Emoto, 1933; Имшенецкий (1938); Родина, 1945; Мишустин (1950); Кузнецов, 1955; Егорова, Дерюгина, 1963; Головачева, Егорова, Логина, 1965).

Xarici ölkə alimləri tərəfindən termal suların zaman-zaman mikrobioloji tədqiqi aparılmış və məlum olmuşdur ki, belə su mənbələrində mikroorqanizmlərin ekstremal mühitə uyğunlaşan növləri heç də az deyildir. Daha yüksək temperaturlu termal sular da relik formalar, xüsusilə də ekstremallar üstünlük təşkil edir.

A.Q. Rodina (1945) Tacikistanın Xoca-Obi-Qarım termal suyundan müxtəlif fizioloji qruplara aid termofil bakteriyaların aerob və anaerob növlərini ayırmışdır. Su mənbəyinin temperaturundan asılı olaraq mikroorqanizmlərin sayında və növ tərkibində fərq müşahidə olunmuşdur.

Amerika tədqiqatçıları tərəfindən ABŞ-ın Kaliforniya ştatında Yellustan milli parkının termal və subtermal sularından termofil spor əmələ gətirən bakteriyalara aid ştamları ayrılmış və onlar optimal inkişaf temperaturu 65°C-yə bərabər olan *Bacillus stearothermophilus* növünə aid edilmişdir (James, Williams, 1963). Bir qədər sonra R.S. Qolovaçeva (1965) Kunaşir adasının termal su mənbələrindən optimal inkişaf temperaturu 60°C-yə bərabər olan *Bacillus* cinsinə aid *Bac. stearothermophilus* və digər *Bac. coagulans*, *Bac. brevis*, *Bac. circulans* növlərini də təcrid etdi. Bu

növlərdən *Bac. stearothermophilus* və *Bac. coagulans* növləri ekstremal termofillərə aiddir və onların mezofillər arasında analoguna təsadüf olunmur.

Məşhur amerikan ekoloqu T. Brok (1967) ABŞ-ın Kaliforniya ştatının Yellustan milli parkında yerləşən 300-dən çox termal suların mikrobiotasını öyrənmişdir. Bu sular temperaturuna və kimyəvi xassələrinə görə müxtəlif olduqlarından mikroorqanizmlərin say və növ tərkibində kəskin fərqin olduğu müəyyən olundu. T. Brok tərəfindən ilk dəfə olaraq həmin sulardan *Thermus* cinsinə aid tipik *T. aquaticus* (Brock, 1969) növü ayrılmışdır. Zaman keçdikcə *Thermus* cinsinə maraq daha da güclənirdi və ayrı-ayrı ölkələrdə bu cinsinin növlərinin axtarılması istiqamətində tədqiqatlar davam edirdi. Belə ki, bir müddətdən sonra termal sulardan ilk dəfə olaraq Yaponiyada *T. flavus* (Saiki, 1972), Yaponiyada *T. thermophilus* (Oshima, Imachori, 1974), Rusiyada (Логинова, 1975) və İslandiyada (Rack-Huqles, Williams, 1977) *T. ruber*, *T. flavus*, Yeni Zelandiyada *T. filiformis* (Patel, 1984) növləri ayrıldı.

Azərbaycanda su mikrobiologiyasının inkişaf tarixindən – Azərbaycanada su mikrobiologiyasının inkişafında akademik M.Ə. Salmanovun rəhbərliyi ilə AMEA-nın Mikrobiologiya institutunun böyük xidmətləri olmuşdur. M.Ə. Salmanov uzun illər ərzində Xəzər dənizində, Kür və Araz çaylarında hidrobioloji-mikrobioloji tədqiqat işlərinə rəhbərlik etmişdir. Onun fikrinə görə respublikamızın su ehtiyatlarının qorunması, onların mühafizəsi hələ də lazımı səviyyədə qiymətləndirilmir. Çox zaman təbii su ehtiyatları antropogen təsirlərə məruz qalır və bunun nəticəsində həm balıqçılıq təsərrüfatına ziyan dəyir, həm də içməli suların yararlılıq səviyyəsinin aşağı düşməsinə səbəb olur. Hazırda AMEA Mikrobiologiya institutunun Su mikrobiologiyası laboratoriyasında b.ü.f.d A.T. Hüseynovun rəhbərliyi ilə Xəzər dənizində və ona tökülən əsas çaylarda, xüsusən də Kür çayının və onun əsas qollarının ekoloji, hidrobioloji, mikrobioloji tədqiqi aparılır. Hazırda Cənubi

Xəzərin Qızılağac körfəzinin müasir mikrobioloji və ekoloji vəziyyətinin öyrənilməsi istiqamətində tədqiqatlar davam etdirilir.

Respublikamızın termal su mənbələrinin mikrobioloji tədqiqinə ilk dəfə BDU-nun mikrobiologiya (hazırkı molekulyar biologiya və biotexnologiyalar) kafedrasının yaradıcısı və 25 ildən artıq kafedraya rəhbərlik etmiş, əməkdar elm xadimi, professor H.S. Qasımovanın rəhbərliyi ilə F.R. Əhmədova (1984) tərəfindən başlanılmışdır. Tədqiqatlar əsasən respublikamızın Böyük və Kiçik Qafqaz, eləcə də Talış Dağları ərazilərində yerləşən termal suları əhatə edir. Tədqiqata cəlb edilən termal suların temperaturu 40-75°C arasında tərəddüd edir və onlar müalicəvi xüsusiyyətə malikdirlər.

Tədqiq olunan suların temperaturundan, mühitin fəal turşuluğundan, eləcə də digər fiziki və kimyəvi xassələrindən asılı olaraq mikrobiotada kəskin fərq nəzərə çarpır. Aparılan tədqiqatlar zamanı 30 sayda termal su mənbələrindən ayrı-ayrı vaxtlarda bakteriyalara, aktinomisetlərə, mikroskopik göbələklərə aid ümumilikdə 53 növ ayrılmışdır. Bu növlər arasında temperatura münasibətinə görə ekstremal, obliqat mülayim və termotolerantlara aid olanlar var. Maraqlısı odur ki, respublikamızın termal sularından ekstremal və mülayim-obliqat termofillərin *Thermus* cinsinə aid növləri yalnız yüksək temperaturlu (65-70°C), Çexiyanın Karlovi-var isti suyunun analoqu olan Kəlbəcərin (*T. ruber* və *T. flavus*, 1989) və Masallının (*T. thermophilus*, 2003) termal sularından ayrılmış və onların təmiz kulturası alınmışdır.

Qeyd olunan həmin sulardan *Bacillus* cinsinin ekstremal termofillərə aid *Bac. stearothermophilus* və *Bac. coagulans* növləri



H.S. Qasımova
(1922-2014)

də təcrid edilmişdir.

Hazırda respublikamızın termal sularının mikrobioloji tədqiqi davam etdirilir və qarşıda qəsbkar ermənilərin işğalından azad olunan torpaqlarımızda və alternativ enerji mənbəyi hesab olunan, müalicəvi əhəmiyyətli, dövlətimizin iqtisadiyyatına külli miqdarda gəlir gətirə biləcək, çox qiymətli termal su ehtiyatlarımızda mikrobioloji elmi-tədqiqat işlərinin uğurla davam etdirilməsi üçün geniş imkanlar yaranıb.

FƏSİL 2

YERİN HİDROSFERİNDƏ SUYUN PAYLANMASI VƏ İSTİFADƏ SAHƏLƏRİ

2.1. Suyun yer üzərində paylanması qanunauyğunluqları

Su yer in hidrosferində qeyri bərabər paylanıb, əsasən maye, qaz və bərk halında təsadüf olunur (şəkil 1). Suyun maye halında olan böyük hissəsi səthinə, həcminə görə əsasən okeanların və həmçinin dənizlərin, göllərin, çayların, anbarların payına düşür. Yerüstü sularla yanaşı yeraltı sular da mövcuddur (qrunt, arteziyan, mineral, termal sular) və onlar hətta yerüstü sulardan daha çoxdur. Suyun müəyyən hissəsi buzlaqlarda və daimi qar örtüyünə məruz qalan ərazilərdə, torpağın tərkibində, bataqlıqlarda toplanmışdır. Atmosferdə su bulud, qar, dolu, yağış, şəh çöküntüləri formasında mövcuddur.



Şəkil 1. Yer in hidrosferində suyun paylanmış növləri.

Canlıların orqanizmində də su sərbəst və birləşmiş formada təsadüf olunur. Canlı hüceyrənin 80%-ə qədərini su təşkil edir və hüceyrədə baş verən bütün fizioloji və biokimyəvi proseslərin getməsi üçün su tələb olunur.

Mikrobob hüceyrəsinin inkişafı üçün bir damla su kifayət edə bilir. Suya mikroorqanizmlərdən əlavə digər canlıların da daima ehtiyacı var. Bir sözlə susuz həyat mümkün deyil. Əgər hər hansı planetdə həyatın başlanmasını bilmək istəyiriksə, ilk növbədə orada suyun olub olmaması barədə məlumatları bilməliyik. Bütün bunlar göstərir ki, su planetimizdə təsadüfi yox, qanunauyğun olaraq paylanmışdır. Su təbiətdə daima hərəkətdədir və bu iki yolla – *böyük və kiçik su dövranları* ilə tənzim olunur (şəkil 2).



Şəkil 2. Suyun təbiətdə böyük və kiçik dövranına daxil olması

Böyük su dövranı – okeanlar üzərində yaranmış su buxarının kondensasiyası nəticəsində atmosfer çöküntüləri formasında yenidən okean sularına daxil olması ilə baş verir. Belə ki, suyun buxarlanması nəticəsində okeanın səthindən atmosferin yüksəkliyində toplanan buxar, qar, yağış, dolu, duman kimi formalaşır və nəhayət yenidən atmosfer çöküntüləri kimi yerüstü sulara qarışır. Bu isə o deməkdir ki, suda kimyəvi keyfiyyət dəyişkənliyi baş verir və su təmizlənmiş halda yenidən okeanlara qarışmış olur.

Kiçik su dövranı – su torpaq səthindən atmosferə buxarlanmış

suların yenidən kondensasiya olunaraq yerüstü sulara və torpağa daxil olması ilə baş verir. Göründüyü kimi, təbiətdə su dövrəni fasiləsiz olaraq davam edir, böyük və kiçik su dövrəni bir-birini tamamlayır. Əlbəttə, suyun belə dövr etməsi sadəcə onun yerdəyişməsi kimi qəbul oluna bilməz, çünki bu prosesdə su təkcə müəyyən fiziki halını dəyişmir, kimyəvi tərkibində də dəyişilmələr baş verir.

2.2. Sudan istifadə sahələri

Suyun hər bir insanın və ölkənin ümumi iqtisadiyyatında rolu böyükdür. Dünyada əhali sayının durmadan artımı, sənayenin, əkin sahələrinin genişləndirilməsi və s. suya olan tələbatı daha da artırır.

Suyun tərkibindən və xassəsindən asılı olaraq müxtəlif məqsədlərlə istifadə olunur:

1. *İçilmək üçün* – bunlar əsasən təmiz sulardır və onların tərkibində insan sağlamlığına mənfi təsir göstərən maddələr və patogenlər yoxdur (bulaq, şirin sular, bəzi mineral və termal sular);

2. *Sənayedə istifadə* – sənayedə işləyən insanlara zərər vurmamalı, istifadə olunan texniki vasitələri, avadanlıqları korroziyaya uğratmamalıdır;

3. *Texniki məqsədlə* – (xalq təsərrüfatında istifadəyə yararlı sulardır (camaşırxanalarda, əkinçilikdə suvarılmada, heyvandarlıqda, quşçuluqda);

4. *Alternativ enerji mənbəyi termal sular* – evlərin, müəssisələrin, istixanaların və s. qış mövsümündə qızdırılmasında);

5. *Tibdə* – müxtəlif xəstəliklərin müalicəsində;

6. *Kommunal-məişətdə istifadəyə yararlı sular* (əhali tərəfindən əsasən təmizlik işlərində, çimmək və s.);

7. *Kimyəvi xammal mənbəyi* (bəzi sulardan, xüsusilə termal sulardan müxtəlif qazların, müxtəlif elementlərin, o cümlədən

mikroelementlərin alınmasında).

Bütün bunlarla yanaşı sudan heç də həmişə təyinatı üzrə istifadə olunmur və çox zaman israfçılığa yol verilir. Digər tərəfdən müxtəlif səbəblərdən çoxlu həcmdə əmələ gəlmiş çirkab sular da çox zaman təkrar istifadə olunmamış qalmaqdadır. Bu suların təmizləndikdən sonra təkrar istifadəsinin həyata keçirilməsi üçün yeni planların hazırlanması məsələsi bu günün reallığını əks etdirir.

2.3. İstifadə sahələrindən asılı olaraq suyun keyfiyyətinə olan tələblər

Təbiətdə mövcud olan suların tərkibi mənşəyindən, yerləşdiyi relyefdən, təbii iqlim şəraitindən, kimyəvi və fiziki xassələrindən asılı olaraq müxtəlifdir. Bu fərq onların mikrobioloji durumuna da təsir edir. Bu səbəbdən sudan istifadə zamanı təyinatlı üzrə istifadənin nəzərə alınması vacib şərtidir. İstifadə sahələrindən asılı olaraq suyun keyfiyyətinə olan tələblər də müxtəlifdir. Ona görə də suyun təyinatlı istifadəsi zamanı onun yararlılıq dərəcəsi, xüsusən də mikrobioloji vəziyyəti nəzərə alınmalıdır. Suyun keyfiyyəti onun temperaturundan, tərkibindəki mineral qalıqların növündən, üzvi maddələrin qatılığından, oksigenin, zəhərli maddələrin miqdarından, patogen mikrobların kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərindən və s. asılıdır. Suyun tərkibində üzvi maddələrin miqdarı hədsiz çox olarsa sudan pis qoxunun gəlməsinə, suyun rənginin, dadının dəyişilməsinə səbəb olur və belə su içilmək üçün yararsız hesab olunur. İçməli suya dövlət tərəfindən daima nəzarət olunur və bunun üçün vaxtaşırı monitorinqlər keçirilir, su yalnız bakterioloji – virusoloji müayinədən keçirildikdən sonra əhalinin istifadəsinə verilir.

İnsan orqanizminin sağlamlığı istifadə olunan suyun təmizliyindən çox asılıdır. Sənayedə sudan istifadə edilərkən mütləq nəzərə alınmalıdır ki, orada çalışan insanlara, hazırlanan məhsullara,

istifadə olunan avadanlıq və cihazlara mənfi təsir göstərməsin. Kənd təsərrüfatında əkinçilikdə suvarılma üçün istifadə olunan sular bitkilərə, torpağa, maldarlıqda istifadə olunan sular isə heyvanların sağlamlığına ziyan vurmamalıdır.

2.4. Su ehtiyatlarının tükənməsi və tükənmədən mühafizəsi

Təbiətdə baş verən iqlim dəyişilmələri, təbii fəlakətlər, antropogen təsirlər və s. su ehtiyatlarının getdikcə tükənməsinə səbəb olur. Digər tərəfdən sürətlə inkişaf edən texnoloji proseslər nəticəsində əmələ gələn sənaye tullantıları nəinki yerüstü, həm də yeraltı su mənbələrini güclü şəkildə çirklənməyə məruz qoyur və nəticədə su bəzən istifadəyə yararsız hala düşür. Bütün bunlar ilk növbədə dünya miqyasında içməli su problemi yaradır. Belə bir zamanda su ehtiyatlarının tükənməsi və tükənmədən mühafizəsi məsələsi daha da aktuallaşır.

İnsan orqanizminin hüceyrələrinə qida maddələri, vitaminlər, mineral duzlar su vasitəsilə daxil olur və eləcə də insanın həyat fəaliyyəti nəticəsində yaranan tullantıları da orqanizmdən çıxarır. Orqanizmin bütün sistemlərinin normal işi üçün insana gün ərzində minimum 1,5-2 litrə qədər içməli su tələb olunur və insanın qəbul etdiyi bütün qidalar yalnız suda həll olmuş şəkildə həzm oluna bilir. Su olmasa, bu proseslər dayanar.

Son məlumatlara görə həm respublikamızda, həm də dünya üzrə içməli suyun tükənməsi prosesi sürətlə gedir və bu, global problemlərdəndir. Bu məqsədlə dünya miqyasında su ehtiyatlarının tükənməsinin qarşısının alınması məqsədilə tədbirlər planları hazırlanır və müxtəlif yollar axtarılır. Bunların sırasında mövcud olan sulardan səmərəli və təyinatı üzrə istifadə edilməsi, israfçılığa yol verilmədən istifadə olunması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bununla yanaşı yeni su resurslarının aşkar olunması və çirkab suların yararlı hala salınmasını təmin edən metodların

hazırlanması da görülən tədbirlər sırasındadır.

Hər bir dövlətin suya olan tələbatı əsasən ərazisində olan iri çayların hesabına ödənilir. Hansı ölkədə çayların sayı çoxdursa, demək orada su çatışmazlığından narahatçılıq gözlənilmir. İri çaylar isə həmişə kiçik çayların hesabına həcmi artırır. Ona görə də, ilk növbədə kiçik çayların qurumasının qarşısını alan tədbirlər görülməlidir. Bu tədbirlər əsasən müxtəlif istiqamətlərdə aparılır. İlk növbədə yaşayış yerlərinə yaxın olan çay sahilləri çirklənmədən qorunmalı, yaşıllaşdırma işləri gücləndirilməli, meşə meliorativ tədbirləri həyata keçirilməlidir. Bu məqsədlə bitkilərin növlərinin seçilməsi vacibdir və susaxlayan bitkilərə üstünlük verilməsi tövsiyə edilir. Bundan əlavə yerüstü suların yeraltı sulara çevrilməsi üçün aqrotexniki tədbirlərə diqqət artırılmalıdır.

Respublikamız hazırda öz tarixi və tale yüklü müstəqilliyini tam əldə etmiş, daxili və xarici quruculuq siyasətini, iqtisadiyyatını, sosial problemlərinin həllini öz qanunları əsasında həyata keçirməyə başlamışdır. Bunların içərisində su probleminin həll olması istiqamətində işlərə ciddi önəm verilir. Su resurslarına qayğı ilə yanaşmaq, onlardan qənaətçiliklə istifadə etmək, onları təbii hadisələrdən və antropogen amillərdən qorumaq üçün qabaqlayıcı kompleks tədbirlər görülür.

FƏSİL 3 TƏBİİ SULARIN XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ XASSƏLƏRİ

3.1. Suyun unikal xüsusiyyətləri

Həyatın ilk dəfə əmələ gəlməsində və davam etməsində suyun rolu əvəzsizdir. Su öncə həlledicidir, onsuz orqanizmdə biokimyəvi proseslərin getməsi qeyri mümkündür, su qidamızıdır, təmizlikdir, paklıqdır. Su digər birləşmələrdən fərqli olaraq mühitdə temperaturun dəyişilməsi ilə əlaqədar bərk, maye və qaz halında ola bilir. Hər bir allotropik vəziyyət suyun tərkibinə və xüsusiyyətinə güclü təsir göstərir. Belə ki, su 0-dan aşağı temperaturda buz halına keçir, həcmi azalır, istilik tutumu əksinə xeyli yüksəlir. Temperaturun mühitdə yenidən yüksəlməsi sayəsində buz halında olan su maye hala keçir və 100°C temperaturda qaynayaq buxar halına keçir. Buxara çevrilmiş su yenidən kondensasiya nəticəsində maye hala keçir. Bütün bu çevrilmələrdə suyun xassəsi tamamilə dəyişə bilir. Xüsusilə kondensasiya olunmuş su istər kimyəvi tərkibinə, istərsə də mikrobiotasına görə tamamilə təmiz su hesab olunur. Suyun bütün bu çevrilmələri sayəsində yerin atmosferində temperatur nisbi sabit qala bilir. Onu da qeyd etmək vacibdir ki, həyat ilk dəfə suda yaranıb və suya canlılıq verən də orada yaşayan mikroorqanizmlərdir. Mikroorqanizmlər yerinə yetirdikləri mikrobioloji proseslər sayəsində suyu bir çox fizioloji fəal maddələrlə zənginləşdirir, suyun fiziki-kimyəvi xassələrinə güclü təsir göstərir. Ona görə də su həm də sənayedə bir çox fizioloji fəal maddələrin – preparatların alınması üçün produsent kimi istifadə oluna biləcək mikroorqanizmlərin daimi məskəni hesab olunur.

Təbii suların sənaye, xammal mənbəyi, nəqliyyat və əkinçilikdəki rolunu, həmçinin müalicəvi əhəmiyyətini nəzərə alsaq, onun nə qədər iqtisadiyyatda rolu olduğunu görməmək mümkün deyil.

3.2. Suyun stratifikasiyası (fiziki xassələri)

Suyun stratifikasiyası onun əsas fiziki xassələrindən biridir. Bu təbii mühitdə su qatlarında temperaturun dəyişilməsi ilə baş verən yerdəyişmədir və ekosistemin digər fiziki və kimyəvi xassələrinin dəyişilməsinə birbaşa təsir edir. Suyun dərinliklə, sıxlıqla əlaqədar hərərəti və ilin fəsilələrindən asılı olaraq stratifikasiyanın da sürəti dəyişilir. Buna bir səbəb də orada yaşayan mikroorqanizmlərin inkişafının yüksəlməsi və ona uyğun olaraq mikrobioloji proseslərin sürətlənməsidir. Bu proseslərin içərisində əsas yeri tutan üzvi maddələrin destruksiyasıdır, bu zaman suyun xassəsi əsaslı şəkildə dəyişilir. Bir tərəfdən mikroorqanizmlərin say və növ tərkibinin artımı, onların inkişaf tempi, digər tərəfdən suyun metabolizm məhsulları ilə zənginləşməsi, suda oksigenin miqdarının dəyişməsi oksidləşmə-reduksiya potensialına təsir göstərir. Bütün bunlar isə suyun digər fiziki xassələrinin dəyişilməsində özünü göstərir. Belə prosesləri öyrənmək üçün model kimi əsasən göllərdən istifadə olunur. Bunun əsas səbəbi göllərin digər su ekosistemlərdən fərqli olaraq səthinin və həcmnin daha kiçik olması, sərhədlərinin tam məlum olması və xaricə çıxışlarının olmamasıdır.

Stratifikasiya göllərin 2 tipi üçün xarakterikdir: mülayim qurşaqların şirin göllər və duzlu göllər. Yazda göllərin soyuq sularını günəş şüaları qızdırdığı üçün suyun üst qatında sıxlıq azalır. Bura *epilimnion* qatı adlanır və nisbətən soyuq olan *hipolimnion* qatının üzərində yerləşir. Bu qatlar aralarında olan *termoklin*, yaxud *metalimnion* adlanan keçid zona ilə ayrılır və bəzən bu sərhədlər çox kəskin müşahidə olunur. Dərin göllərdə belə sərhədləşmə bütün yay boyu saxlanıla bilər. Stratifikasiya prosesinin gətməsi üçün aerob destruksiya zamanı suda həll olmuş oksigen dibdən başlayaraq istifadə olunur və bunun hesabına *hipolimnionda* anaerob şərait yaranır. *Epilimnion* qatı adətən atmosfer oksigeni

ilə qarışa bilmir, oksigen yalnız küləklə qarışır və buna görə də burada şərait aerob olaraq qalır. Bu oksidləşmə – reduksiya potensialının qradientinin əmələ gəlməsinə, *termoklin* qatında kimyəvi parametrlərin dəyişilməsinə və yenisinin əmələ gəlməsinə səbəb olur, buna görə termoklini bəzən *xemoklin* də adlandırırlar. Payızda iqlimin dəyişməsi ilə əlaqədar epilimnionun soyuması baş verir və əgər epilimnionun hərərəti hipolimnionun hərərətindən aşağıdırsa, hər iki qatın qarışması baş verir. Tam qarışmadan sonra suyun dərin qatları yuxarıya qalxır və yenidən oksigenlə zənginləşir. Bunun nəticəsində qida elementləri də dərin su qatlarında bərabər paylanmış olur. Göllər su qatlarının qarışma səviyyəsinə görə müvafiq olaraq 2 qrupa bölünür: *halomiktik* və *amiktik*. *Halomiktik* göllərdə su bütün yay ərzində dibə qədər qarışmış olur. *Amiktik* və ya *meromiktik* göllərdə yalnız yayda temperatura görə qarışma baş verə bilər. Yazda üst qatda suyun temperaturu 4°C-dən yüksək olduqda yenidən stratifikasiyada pozulma müşahidə olunur. Dərinliklə əlaqədar suyun hərərəti dəyişir, ilin fəsilərindən asılı olaraq az və ya çox daimi stratifikasiya (fiziki xassələrinin dəyişilməsi) müşahidə olunur. Əgər qida maddələri ilə zəngin olan dərinlikdəki su yuxarıya qalxarsa, bu zaman sianobakteriyaların və yaşıl yosunların intensiv inkişafına əlverişli şərait yaranır.

Su hövzələrində maddələrin çevrilməsi və biokütlənin məhsuldarlığı orada olan qida maddələrinin miqdarından çox asılıdır. Bu maddələrlə zəngin *evtrof* göllərdə belə çevrilmələr çox sürətlə getdiyi halda, zəngin olmayan *oliotrof* göllərdə tədrici xarakter daşıyır. Daha az qida maddələri ilə zəngin olanlar isə *distrof* göllər adlanırlar.

Bu cür göllərdə trofluqdan asılı olaraq aerob zona azalmağa başlayır, dib qatda və ya hipolimnionda anaerob şərait yüksəlir.

Beləliklə, oliqotrof su hövzələrində aerob zona bütün su kütləsində və bütün il boyu saxlanıldığı halda, mezotrof su hövzələ-

rində dib qatda bu zona yayın sonu və qışda azalır, yaz və payızda isə yüksəlir. Evtrof göllərdə isə trofluq dərəcəsiindən asılı olaraq oksigen suyun termoklin qatına qədər daxil ola bilər. Həll olmuş üzvi maddələrin xarakteri və qatılığı ən əhəmiyyətli ekoloji amillər kimi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Göllərin ekoloji vəziyyəti orada yaşayan mikroorqanizmlərin inkişafına güclü təsirini göstərir.

Göl və gölməçələrdə baş verən bioloji proseslərə suyun digər fiziki xassələri də böyük təsir göstərir. Suyun sıxlığının yüksək olmasının hidrobiontların həyatında müstəsna rolu vardır. Su zəif özüllü mayedir. Bu isə hidrobiontların sərbəst üzməsinə şərait yaradır. Temperaturun suda artması özlülüyün azalmasına, duzluluğun artması özlülüyün artmasına səbəb olur. Suyun hərəkətliliyi suda olan qazların, mineral və üzvi maddələrin, temperaturun bərabər paylanmasına səbəb olduğu kimi, hidrobiontların da mühitdə yayılmasına əlverişli şərait yaradır, canlılar su axınları vasitəsilə uzaq məsafələrə qədər gedə bilərlər. Su səthi gərilmə əmsalına malikdir. Lakin su hövzələrində həll olmuş üzvi maddələrin miqdarının artması səthi gərilmə əmsalının zəifləməsinə səbəb olur. Bu zaman suda asılı halda həyat sürən *neyston* orqanizmlərin tamamilə məhv olma təhlükəsi yaranır. Suyun optiki xüsusiyyətləri də fiziki xüsusiyyətlərinə daxildir. Suya düşən işıq şüaları, xüsusilə də infraqırmızı şüalar tezliklə udularaq yayılır. Suda infraqırmızı şüalar digər şüalarla müqayisədə nisbətən daha tez udulur. Daha sonra qırmızı və narıncı şüaların udulması prosesi gedir. Ardınca yaşıl və mavi şüalar udularaq suyun daha dərin qatlarına qədər yayıla bilər. Suda yapışqanlılığın əmələ gəlməsi onun hərəkətinə və hidrobiontların üzməsinə, eləcə də batmasına kömək edir. Temperaturun suda artması onun yapışqanlılığını azaltsa da, duzluluq yapışqanlılığı çoxaldır.

Suyun qoxusu: Suda qoxu müxtəlif səbəblərdən əmələ gəlir. Suda qoxu onun kimyəvi tərkibindən asılı olaraq təbii proseslər

nəticəsində və digər hallarda antropogen amillərin təsirindən əmələ gəlir (çirkab suların, xüsusilə kanalizasiya suyunun, neft mənşəli məhsulların, üzvi maddələrin çoxluğundan və s.).

3.3. Təbii suların kimyəvi tərkibi və xassələri

Suyun kütləsi 11,19% hidrogendən və 88,81% oksigendən ibarət olsa da, təbii suların tərkibində elementlərin əksəriyyətinə rast gəlmək mümkündür. Təbii sularda bu elementlərə müxtəlif qazlar və ya üzvi maddələr formasında təsadüf olunur. Suda olan mürəkkəb quruluşlu maddələr əsasən 3 qrupa ayrılır: suda həll olanlar (duzlar, turşular, əsaslar və s. üzvi maddələr və qazlar); suda kolloid vəziyyətdə olanlar; suda asılı halda olanlar və ya bərk maddələr. Bunlardan suyun kimyəvi xassəsinə yüksək dərəcədə təsir göstərənlərə həll olan maddələr, nisbətən az təsir göstərənlərə kolloidlər, az təsir göstərənlərə isə asılı halda olanlar aiddir.

Suyun tərkibində üzvi maddələrin çoxluğu, nəyinki suyun keyfiyyətini pisləşdirir, eyni zamanda mikrobioloji prosesləri tormozlayır, suda oksigenin miqdarını azaldır, suyun dadının, qoxusunun pisləşməsinə səbəb olur. Su hövzələrinə daima kənardan su axıntıları daxil olmaqla yanaşı, onlar antropogen təsirlərə də məruz qalırlar. Nəticədə suyun kimyəvi xüsusiyyətləri tamamilə dəyişilir ki, bu da orada yaşayan canlıların, xüsusən də mikroorqanizmlərin inkişafına mənfi təsir göstərir. Suyun mikrobiotasının say və növ tərkibinin dəyişməsi suyun kimyəvi tərkibinə güclü təsir edən amillərdəndir. Ona görə də təmiz təbii sulardan fərqli olaraq çirkab suların kimyəvi tərkibi əsaslı olaraq fərqlənir. Suda toplanan üzvi maddələr bir müddət suda qaldıqdan sonra orada mövcud olan mikroorqanizmlər tərəfindən parçalanmaya məruz qalır və suda bioloji yolla yenidən təmizlənmə prosesi gedir, bu da suyun kimyəvi tərkibinin müsbət istiqamətdə dəyişilməsinə səbəb olur. Beləliklə, qeyd olunanlardan aydın olur ki, suyun kim-

yəvi tərkibi sabit qalmır və müxtəlif səbəblərin təsirindən onlarda daima dəyişilmələr müşahidə olunur.

Suyun pH göstəriciləri – mühitin pH-ı mühidə olan hidrogen ionlarının konsentrasiyasının əks loqarifmidir və mühitin fəal xassəsini əks etdirir. pH göstəricisinə görə mühit turş ($\text{pH} < 7.0$), neytral ($\text{pH} = 7.0$) və qələvi ($\text{pH} > 7.0$) xassəli ola bilər. pH səviyyəsinin dəyişilməsi mühitin xassəsinin dəyişilməsi ilə yanaşı, orada yaşayan mikroorqanizmlərin inkişafında da mühüm rol oynayır. Suyun bu xassəsinə uyğun olaraq su hövzələrində mikroorqanizmlərin kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərində müxtəliflik müşahidə olunur.

Suyun minerallaşma səviyyəsi – onun tərkibində olan müxtəlif duzların (əsasən hidrokarbonatlı, xloridli və sulfatlı) qarışığı və miqdarı ilə ölçülür. Suyun minerallıq səviyyəsindən asılı olaraq sular ağır (500-1000 mq/ℓ), orta ağırlıqlı (200-500 mq/ℓ) və yüngül (200 mq/ℓ) sular kimi qiymətləndirilir. Lakin, suyun mənşəyindən, relyefdən, süxurların xüsusiyyətlərindən və dərinlikdən asılı olaraq mirerallaşma səviyyəsində yüksək dəyişilmələrə də rast gəlinir.

Suyun codluğu – Suyun tərkibində olan kalsium, natrium, maqnezium kationlarının müxtəlif anionlarla əmələ gətirdikləri duzlar suya codluluq xarakteri verir: *yumşaq, cod və yüksək dərəcədə cod sular*.

Suyun dadı – onun əsas xassəsi olub, tərkibində olan üzvi maddələrin növündən və qatılığından asılı olaraq dəyişilir. Bu dəyişilmə təbii və həm də antropogen mənşəli ola bilər. Suyun dadı əsasən içməli sularda təyin edilir. Təbiətdə olan suların dadı duzlu, turş, şirin və acı kimi qiymətləndirilir.

Suyun oksigen rejimi – oksigenlə zəngin olan sularda belə onun miqdarı atmosferdəkindən çox az olur və bu zaman hidrobiontlarda tənəffüs prosesi bəzən çətinləşir. Suda oksigenin miqdarı temperaturdan asılı olaraq dəyişilir. Soyuq havalarda su oksigen-

lə daha zəngin olur. Bu prosesə suyun stratifikasiyası ilə yanaşı təbii amillər də təsir göstərir. Baxmayaraq ki, su bitkiləri suda oksigenin çoxalmasına səbəb olur, lakin onların qalıqları suda oksigenin azalmasına şərait yaradır.

Suyun qaz tərkibi – suda oksigen, karbon, metan, azot hidrogen – sulfid və karbohidrogenlərə təsadüf olunur. Bu səbəbdən təbii sular azotlu, karbon qazlı, hidrogen-sulfidli, metanlı və s. qruplara ayrılır. Karbon qazı suya əsasən atmosferdən, müxtəlif canlıların tənəffüsü, qıcqırma prosesləri nəticəsində daxil olur. Su hövzələrində üzvi maddələrin mikroorqanizmlər tərəfindən intensiv parşalanması nəticəsində suda karbon qazının miqdarı çoxalır və ona əsasən karbonat və bikarbonat şəklində rast gəlinir.

Suyun duz tərkibi – təbii sular duz tərkibinə görə bir-birindən kəskin fərqlənir və onlar 3 qrupa ayrılırlar: minerallaşması 1 q/ℓ-ə bərabər olan yerüstü sular; minerallaşması 1-50 q/ℓ-ə bərabər olan sular; Minerallaşması 50 q/ℓ-dən çox olan yeraltı sular. Suda duz tərkibinin dəyişməsinə əsas səbəb maqma qatından ayrılan qazların və yeraltı suların qarışmasıdır.

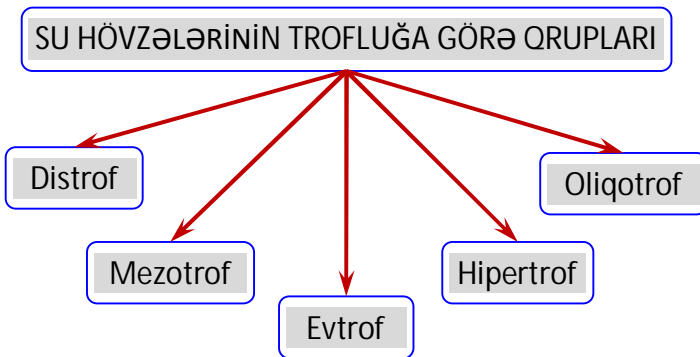
3.4. Suyun eutrofikasiyası

Müasir dövrdə kənd təsərrüfatı istehsalının intensivləşdirilməsi, o cümlədən toksiki maddələrlə çirklənmə, güclü eutrofikasiya təsiri altında olan səthi və yeraltı suların vəziyyətinin pisləşməsi ekoloji problemlərin kəskinləşməsinə gətirib çıxarır.

Eutrofikasiya dedikdə, antropogen və ya təbii faktorların təsiri altında suda biogen elementlərin toplanması nəticəsində su hövzələrinin bioloji məhsuldarlığının artması başa düşülür. Bu işə göy-yaşıl yosunların artımına səbəb olur və suyun «çiçəklənməsinə» və beləliklə də onun keyfiyyətinin kəskin pisləşməsinə səbəb olur. Proses zamanı suda oksigenin azalması orada yaşayan canlıların məhvi ilə müşayiət olunur ki, bu da su hövzələrinə bio-

loji cəhətdən böyük ziyan vurur. Prosesin sürətli getməsinə fosfor, azot və kalium elementləri də təsir göstərir. Bütün bunlar bir tərəfdən günəş şüasının suyun dərinliyinə az düşməsinə, digər tərəfdən fotosintez prosesinin normal getməsinə mane olur. Evtrofikasiya prosesinin güclənməsinə bir tərəfdən də antropogen amillər səbəb olur. Yüngül və ağır sənaye, məişət-kommunal, heyvandarlıq, xəstəxanaların, kimyəvi müəssisələrin, atom elektrik stansiyalarının və s. tullantıları səbəb olur. Belə evtroflaşmanın yaratdığı dəyişikliklərin fəsadları uzun illər ərzində bioloji yola aradan qaldırılı bilmir.

Respublikamızda su anbarları əsasən Kür və Araz çaylarının üzərində yerləşir və onlar qonşu dövlətlərin ərazilərindən keçdikdə güclü çirklənməyə məruz qalırlar. Belə sular su anbarlarına daxil olduqda özləri ilə bərabər müxtəlif çirkləndirici amilləri də anbara daxil etmiş olurlar. Nəticədə su anbarlarının dibində bitki örtüyü formalaşır və təbii ki, uzun müddət təmizlənməmiş qaldığı üçün suyun keyfiyyətinə mənfi təsirini göstərir. Evtrofikasiya suda biogen elementlərin artmasına imkan yaradır və su hövzələri trofluq dərəcəsinə əsasən ayrılır: *distrof* (*dys* – pozulma), *oliotrof* (*oligos* – az), *mezotrof* (*mesos* – orta), *evtrof* (*ev* – yaxşı, güclü), *hipertrof* (*hyper* – normanın hədsiz aşması) (şəkil 3).



Şəkil 3. Su hövzələrinin trofluğa görə qrupları.

Su hövzələrinin evtroflaşması onların təsərrüfat və biosenotik əhəmiyyətinin tamamilə itirilməsinə səbəb olur (toksik təsir, nitrat və nitritlərin toplanması və s.).

Su hövzələrində anaerob şəraitin əmələ gəlməsi orada insan sağlamlığı üçün təhlükə törədən maddələrin, xüsusilə də hidrogen-sulfidin, metanın, ammonyakın əmələ gəlməsinə şərait yaradır.

FƏSİL 4

SU EKOSİSTEMLƏRİ VƏ ONLARIN EKOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Ekosistem anlayışını 1935-ci ildə ingilis ekoloqu A. Tensli elmə daxil etmişdir. 1944-cü ildə isə V.N. Sukaçov ekosistem anlayışını meşədə tapdığı üçün onu «Biogeosenoz» adlandırmışdır. Hər bir ekosistemin əsasını yaşıl bitkilər – üzvi maddələri biosintez edənlər – *produsentlər*, bitkilərlə, heyvanlarla qidalananlar – *konsumentlər* və üzvi maddələri ən sadə mineral birləşmələrə çevirənlər – *redusentlər* təşkil edirlər.

Bütün qeyd olunanlara əsasən okeanlar, dənizlər, göllər və şirin sular tipik təbii su ekosistemləridir. Okeanların, dənizlərin, çayların, göllərin suyunda bütün mikroorqanizmlərin – əsl bakteriyaların, fotobakteriyaların, aktinomisetlərin, arxebakteriyaların, göbələklərin, ibtidailərin və virusların nümayəndələrinə rast gəlinir.

Su mühiti bir çox xüsusiyyətləri ilə torpaqdan və havadan fərqlənir. Belə ki, su mənbələri və onların ayrı-ayrı sahələri düz rejiminə, horizontal qarışma sürətinə, günəş şüasının qarışmasına, dərinliyinə, eyni zamanda kimyəvi tərkibinə, orada olan asılı maddələrin miqdarına və s. görə bir-birindən kəskin fərqlənir. Orada olan canlılara qruntun tərkibinin üzvi birləşmələrinin parçalanması rejiminin də böyük əhəmiyyəti var. Bundan başqa suyun istilik keçiriciliyi, yəni temperatur ötürmə qabiliyyəti hər hansı bir mayedən demək olar ki, 4 dəfə çoxdur. Buzun və qarın istilik keçiriciliyi aşağıdır. Su orqanizmlər üçün zəruri olan xassələrə malikdir, canlıların ilk yaşayış məskənidir və suda mikrobioloji çevrilmələrin əksəriyyəti gedir. Canlıların qruplaşmalarını və onların yaşayış mühitini özündə cəmləşdirən funksional sistem *ekoloji sistem* və ya *ekosistem* adlanır. Ekosistem (yunanca «*oikos*» –

ev, yaşayış yeri, *sistema* – birlik) bir-biri ilə ətraf mühitlə sıx qarşılıqlı əlaqədə olan növlərin əmələ gətirdikləri davamlı, öz-özünü tənzimləyən sistemdir.

Mürəkkəbliik dərəcəsindən asılı olmayaraq hər bir ekosistem müəyyən növ tərkibi, ona daxil olan növlərin sayı, biokütləsi, qida əlaqəsi, produsentliyin və redusentliyin dərəcəsi ilə xarakterizə olunur.

Yer üzərində mövcud olan sular yerləşmələrinə görə yerüstü və yeraltı olaraq 2 qrupa bölünür.

Yerüstü sulara – okeanlar, dənizlər, göllər, çaylar, su hövzələri aiddir. Bu sular həm torpaqla və həm də hava ilə təmasda olmaqla yanaşı, onlara daima kənardan su axınları da daxil olur. Qeyd olunan suların səthindən, dərinliyindən, axma sürətindən və bu sulara daxil olan kənar suların xüsusiyyətlərindən asılı olaraq orada yaşayan mikroorqanizmlər də fərqlənir. Belə ki, səthi geniş olan sularda buxarlanmanın, fotosintez proseslərinin sürətli getməsi üçün hər bir şəraitin mövcud olması, hidrostatik təzyiğin yüksək olması və s. mikrobiotanın formalaşmasına güclü təsirini göstərir. Ekosistemlərin hər birinin özünəməxsus mikrobiotası, bitkilər və heyvanlar aləmi mövcuddur. Canlılar aləmi daima ekoloji amillərin, o cümlədən abiotik, biotik və bəzən antropogen amillərin təsiri altındadır. Ekosistemdə müxtəlif səbəblərdən baş verən dəyişkənlik oradakı canlılara, ilk növbədə mikroorqanizmlərə öz təsirini göstərir. Bildiyimiz kimi, normal şəraitdə torpaqda olduğu kimi suda da yüksək miqdarda mikroorqanizmlər inkişaf edirlər. Normal şərait – mühitin pH-ı, külli miqdarda qida maddələri, suyun olmasıdır. Nə qədər şərait ekosistemdə normal şəraitdən kənarlaşırsa, bir o qədər də mühitin fiziki və kimyəvi xüsusiyyətləri də dəyişmiş olur. Nəticədə bir o qədər növ müxtəlifliyi az, lakin eyni növə aid olan fərdlərin sayı yüksək olur. Fərdlərin sayı ilə növlərin sayı arasında belə qarşılıqlı münasibət şəraitin ekstremallıq dərəcəsindən asılı olaraq müxtəlif ekosis-

temlərdə məs. isti su mənbələrində, şor göllərdə, şaxtaların turş sularında müşahidə olunur. Ekstremal ekosistemlərdə elə orqanizmlər üstünlük təşkil edirlər ki, onlar tamamilə öz yaşayış yerlərinə uyğunlaşırlar və ekstremal şərait nisbətən zəif olarsa inkişaf edə bilmirlər. Bunlara sırf termofil, psixrofil, halofil, alkalofil, osmofil və digər ekstromofil mikroorqanizmlər aiddir.

Yerüstü suların texniki, sənaye, xammal mənbəyi, nəqliyyat və əkinçilikdəki əhəmiyyətini nəzərə alaraq, onun nə qədər iqtisadiyyatda rolu olduğunu görməmək mümkün deyil. İcməli su probleminin dünya miqyasında həlli istiqamətində aparılan tədqiqat işlərinin genişlənməsi, su ehtiyatlarından səmərəli, düzgün və qənaətciliklə istifadə olunmasında su mikrobiologiyasının geniş imkanları var.

Yeraltı sulara – qınt suları, artezian suları və mineral termal su ehtiyatları daxildir. Yeraltı sular fiziki-kimyəvi xassələrinə, eləcə də mikrobiotasına görə yerüstü sulardan fərqlənir. Onların kimyəvi tərkibində olan qaz və düz rejimi, minerallaşma səviyyəsi bu suları müxtəlif qruplara aid etməyə imkan verir. Belə suların əksəriyyəti müalicəvi keyfiyyətlərə malik olduğundan bir çox xəstəliklərin müalicəsində istifadə olunur.

4.1. Okeanların səciyyəvi xüsusiyyətləri

Dünya okeanı planet səthinin 2/3 hissəsindən çoxunu təşkil edir. Dünya okeanının ümumi sahəsi 361,06 mln. km² təşkil edir. Yer səthinin örtən nəhəng su sahəsinə okean deyilir. 4 okeanımız var: Sakit okean, Atlantik okean, Şimal buzlu okean və Hind okeanı. Lakin hazırda 5-ci okeanın da olması barədə müəyyən qədər məlumatlar var və ona Cənub okeanı da deyirlər. Bu okeanın suları Atlantik, Sakit və Hind okeanlarının, planetin ən yüksək qitəsi olan Antarktida qitəsinin əhatə etdiyi sular hesab olunur. Lakin bu yeni okean haqqında məlumat hələlik olduqca

azdır. Dünya miqyasında mövcud olan aysberqlərin çoxu bu okeanda formalaşır. Hazırda dünya okeanlarında 140 dəniz məlumdur. Okeanlar Yer kürəsində iqlim dəyişkənliyinə çox böyük təsir göstərir. Okeanların səthindən ildə 500 mln./km³ su atmosfərə buxarlanır. Yer səthindəki suyun 98,3%-i okeanlarda cəmləşir. Okeanlar torpaqla müqayisədə daha çox günəş şüası almalarına baxmayaraq, şüaların az qismini əks etdirir, qalan hissəsini isə yerə paylayır, yer səthində istiliyin tənzimlənməsində əsas rol oynayır. İsti ərazilərin sərinləşməsində, soyuq ərazilərin donmasının qarşısının alınmasında iştirak edir. Suyun istilikkeçirmə qabiliyyəti havanınkindən 20 dəfə çoxdur. Okean ancaq qütblərdə donur. Lakin buzun altında da canlılar yaşaya bilər. Su yaxşı həlledici olduğundan okean sularının tərkibinə 60-a yaxın kimyəvi element olan mineral duzlar daxildir. Bu onunla əlaqədardır ki, okeanlara çaylar vasitəsilə gələn suların tərkibində mineral maddələr çoxluq təşkil edir. Orada yaşayan mikroorqanizmlərin, bitki və heyvanların həyatı üçün ən vacibi havadan daxil olan oksigen və karbon qazının suda həll olmasıdır. Su heyvanları tənəffüs zamanı karbon qazını buraxır, yosunlar isə fotosintez zamanı suyu oksigenlə zənginləşdirir. Okean suyu duzlu olduğundan o böyük istilik tutumuna malikdir. Orada yaşayan mikroorqanizmlərin, bitki və heyvanların həyatı üçün ən vacibi havadan daxil olan oksigen və karbon qazının suda həll olmasıdır. Okean sularının fiziki xassələri və kimyəvi tərkibi çox sabitdir. Okeanlarda üst səthdə – 100 m-ə qədər dərinlikdə yosunların fotosintezi gedir və burada mikroplankton əmələ gətirən bir hüceyrəli orqanizmlər üstünlük təşkil edirlər. Bütün planetdə gedən fotosintezin 1/3-i okeanın payına düşür. Okeanın üst səthinin yosunları günəş enerjisini kimyəvi enerjiyə çevirən transformatorlarla zəngindir. Okeanın dibində bentoslar toplanır və onlar arasında sürünən bentoslar da mövcuddur. Okeanlarda sahil sıxlaşmalarına da rast gəlinir.

Dünya okeanında bioloji sərvətlərin qorunması, eləcə də artı-

rılması üçün onların çirklənmədən qorunması və geniş mikrobioloji tədqiqatların aparılması çox vacibdir.

4.2. Dənizlərin səciyyəvi xüsusiyyətləri

Dənizlər ərazilərinin kiçikliyinə, duzluluğuna, dərinliyinə və s. xüsusiyyətlərinə görə okeanlardan fərqlənilir. Dəniz suyunun temperaturu və istilik tutumu yüksəkdir və ona görə də onlar gec isinib, gec də soyuyurlar. Dənizlər arasında ən çox bir neçə dərəcəlik temperatur fərqi olur. Dəniz suyunun xüsusiyyətləri ora daxil olan suyun axın sürətindən və kimyəvi tərkibindən çox asılıdır.

Dənizlər temperaturuna görə 3 qrupa ayrılır: tropik, mülayim, qütb dənizləri. Duz tərkibinə görə isə dənizlər iki qrupa bölünür: yüksək və zəif duzlulular. Zəif duzlulular okean duzluluğundan bir qədər də zəif olanlardır.

Dənizlər fauna və florasına görə də bir-birindən fərqlənir. Dənizlərdə ilkin produsentlər təkhüceyrəli fotoplankton yosunlardır. Qida zəncirinə bakteriyalar, ibtidailər, buğumayaqlılar və balıqlar daxildir. Qida maddələri ilə zəngin olan çirkab suların dənizlərə qarışması onun çirklənməsinə səbəb olmur, hətta o dənizlərdə biokütlənin yaranmasına təkan verir. Belə maddələr daima daxil olmasaydı dənizlər böyük balıq ovuna davam gətirməzdilər. Bakterioloji nöqtəyi-nəzərdən çevrilmələr dənizin kənarlarında, çayların isə başlanğıclarında təsadüf olunur. Dənizlərdə hər yerdə sulfatların anaerob zonada və mikrohəyat sahədə təsadüf olunması göstərir ki, sulfatlaşdırıcı bakteriyaların fəaliyyəti nəticəsində hidrogen-sulfid əmələ gəlir, bu isə bütün qalan bakterial qruplara öz təsirini göstərir. Çirkab suların biologiyası barəsində mövcud olan mülahizələrdə qeyd olunur ki, dəniz ekosistemlərində baş verən mikrobioloji çevrilmələrə böyük əhəmiyyət verilməsi vacibdir.

4.3. Göllərin səciyyəvi xüsusiyyətləri

Qurunun təbii çökəkliyində yerləşən və okeanla heç bir əlaqəsi olmayan su hövzəsinə göl deyilir. Dənizlərdən fərqli olaraq göllərin çıxışları olmur, durğun su kütləsinə malikdirlər və səthinə, həcminə görə dənizlə müqayisədə çox kiçikdirlər (Xəzər müstəsna olmaqla). Göllərdə su dövrəni olduqca zəif gedir və su kütləsinin hərəkəti əsasən atmosfer hadisələri ilə – küləklə, temperatur rejimi və s. əlaqədardır. Göllərin hidroloji, meteoroloji və iqlim rejimi dənizlərdən fərqlidir. Ona görə də göllərin flora və faunası da kəskin fərqlənir. Göllər və nisbətən kiçik su hövzələri, sərhəddi yaxşı məlum olan, asan təsəvvür oluna bilən su ekosistemləridir. Bunlarda da digər su tutarlarında olduğu kimi aerob və anaerob zonalər var. Belə zonalara torpaqlarda da rast gəlinə bilər, dənizlərdə belə zonalər çox geniş sahələri əhatə edir və onları öyrənmək də çətinlik törədir. Göllərdə isə belə zonaları asanlıqla tədqiq etmək mümkündür. Digər su hövzələrində olduğu kimi göl və gölməçələrdə də bioloji proseslərə suyun fiziki, kimyəvi xassələri böyük təsir göstərir.

Yer üzərində olan göllərin əksəriyyəti şirin sulu göllərdir. Onların duzluluğu 0,5%-dən çox olmur, pH=7-9 arasında təərəddüd edir.

4.4. Çayların səciyyəvi xüsusiyyətləri

Şirin su hövzələrinə təbii axar sular (bulaqlar) və çaylar daxildir. Bu suların mineralaşması az olduğundan şirin sular adlanır. Çaylar öz fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərinə görə səciyyəvirlər və dünya ölkələrinin hamısında çay sularına böyük tələbat var. Hər bir ölkənin su ehtiyatlarının vəziyyəti orada olan çayların sayı və həcmi ilə müəyyənləşir. Hansı ölkələrdə bol çay suları varsa, demək həmin ölkələr su çatışmazlığı problemi ilə üzləşməyəcəkdir. Çaylar yerüstü sulara daxildir və onlar müəyyən sahədən başlan-

ğıc götürərək müəyyən məsafəni qət edirlər, yəni daima hərəkətdə olan su tutarlarıdır. Çaylar yerləşdikləri ərazinin relyefinə, başlangıç götürdükləri yerlərinə, suyun həcminə, uzunluğuna, sürətinə görə 2 qrupa ayrılır: dağ çayları və düzənlik çayları. Lakin dağ çaylarında bir-birindən fərqli sahələri – çayın dağlıq, dağətəyi və düzənlik hissələr ayırd edildiyi halda, düzənlik çaylarında yalnız mənbə və mənsəb hissələri vardır. Bütün bu qeyd olunan hissələr fiziki-kimyəvi xassələrinə görə fərqləndikləri kimi, fauna və florasına, xüsusən də mikrobioloji durumuna görə müxtəlifdir. Çünki, orada yaşayan canlılar suda həll olmuş oksigenə və suyun hərəkətliliyinə çox həssas olurlar. Çayın düzənlik hissələrində suyun axma sürəti daha da zəifləyir və bu zaman mikrobiotada say və növ tərkibinə görə müxtəliflik nəzərə çarpır. Onlar bəzi hallarda müvəqqəti olaraq qurumaya, bəzən suyun azalmasına məruz qalsalar da, əksər hallarda daimiliyi saxlaya bilirlər. Çaylar əsasən atmosfer çöküntülərindən, xırda çaylardan, eyni zamanda bulaqlardan qidalanır və bu yolla iri çaylara çevrilirlər. Çay suları digər sulara nisbətən az minerallaşmaya məruz qalır, bu isə onların uzun məsafədə süzülərək keçməsindən irəli gəlir. Çayların axma sürəti keçdiyi məsafənin relyefindən, iqlimindən və qidalanma mənbəyindən çox asılıdır. Kənar suların qarışması çay sularının fiziki və kimyəvi tərkibinə təsir etdiyindən orada yaşayan mikroorqanizmlərə də öz təsirini göstərir. Çay suları yaşayış məntəqələrinin yaxınlığından keçdiyi ərazilərdə daha çox çirklənməyə məruz qalır və məntəqədən uzaqlaşdıqca onlarda təbii təmizlənmə prosesləri yenidən davam edir. Bu, suyun kimyəvi-fiziki xüsusiyyətlərində, həm də mikrobiotasında özünü açıq göstərir.

Respublikamızın iri çaylarından Kür, Araz çaylarını göstərmək olar. Bu çayların mikrobiotası və mikrofaunasının tərkibi onun çirklənmə dərəcəsi üçün ən yaxşı indikatorudur. Əgər su hövzəsində dafniyaya rast gəlinirsə, deməli su təmiz, *Sphaerotillis natans-a* (çirkab suların göbələyi) rast gəlinirsə deməli su çirklidir. H₂S-in

qoxusunun olması anaerob şəraitdə sulfat reduksiyasıyanın gətməsini göstərir. Suyun günəş şüası düşən üst səthi, dibi və orta laylarında suyun axın sürətindən, keçdiyi ərazinin uzunluğundan, yaşayış yerinə yaxınlığından, uzaqlığından, suyun mənbəyindən, mövcud olduğu ərazinin təbii iqlim şəraitindən, bitki örtüyündən asılı olaraq ekoloji və mikrobioloji durumunda dəyişilmələr müşahidə olunur. Burada açıq hissələrdə yosunlardan, bakteriyalardan, ən kiçik bitki və heyvanlardan ibarət plankton əmələ gəlir. Bu sular da günəş şüaları az düşən sahələrdə yaşayış şəraiti pis olduğundan canlılar yekcinsdir. Suyun alt qatı az qarışdığından soyuq qalır, oksigen az olur və bu canlılara mənfi təsirini göstərir. Şirin suların mikrobiotası ilin fəsilələrindən, suyun axın sürətindən və yağıntılarının miqdarından asılıdır.

Beləliklə, məlum olur ki, istənilən su ekosistemləri atmosferdə olan su buxarının miqdarını suda baş verən proseslər nəticəsində tənzimləyir və bu planetdə istilik balansının tənzimlənməsinə gətirib çıxarır. Çaylar da digər ekosistemlərdə olduğu kimi yay aylarında günəşin istiliyini toplayıb, qışda tədricən verməklə yerin iqlimini mülayimləşdirir.

4.5. Yeraltı sular və onların səciyyəvi xüsusiyyətləri

Yeraltı sulara qrunt, artezian suları, mineral soyuq və termal sular daxildir.

1. *Qrunt suları.* Yerin üst qatlarına yaxın dərinlikdə formalaşan bu suların mineralaşması yerüstü sulara nisbətən yüksək olsa da, kimyəvi tərkibinə görə onlara yaxındır. Bunlara qrunt suları deyilir. Belə sular tərkibində sərbəst karbon turşusunun və hidrokarbonatların miqdarının çox olması ilə səciyyələnilir ki, bu da qruntun qatlarının infiltrasiyası nəticəsində suyun karbon turşusu ilə zənginləşməsi ilə əlaqədardır. Qrunt qatlarının üst hissəsindəki havada, xüsusən də torpaq qatlarında sərbəst kar-

bonun qatılığı atmosferə nisbətən 10 və 100 dəfələrlə yüksəkdir. Bu üzvi maddələrin mikroorqanizmlər tərəfindən parçalanması – destruksiyası nəticəsində əmələ gəlir. Sərbəst karbon turşusu ilə zənginləşmiş qrunt suyu hərəkəti zamanı kalsium-karbonatı həll edərək tərkibinin minerallaşmasını sürətləndirir.

2. *Artezian suları*. Bu suların temperaturu 20-37°-yə qədər ola bilir. Ümumiyyətlə, torpağın süzmə qabiliyyəti ilə əlaqədar üzvi maddələrin suyun tərkibində olmaması, yeraltı sulara o cümlədən artezian sularında mikroorqanizmlərin sayının hədsiz azalmasına (1 ml-də 10 ədəd) səbəb olur. Belə sulara mikroblar yalnız su torpaq səthinə çıxdıqdan sonra düşə bilir.

3. *Termal sular*. Bunlar da yeraltı sulara daxildir. Əvvəlki ekosistemlərdən fərqli olaraq daha dərin qatlarda yerləşir. Onlar öz mənşəyinə, dərinliyinə, temperaturuna, mühitin fəal turşuluğuna, duz və qaz tərkibinə görə həm əvvəlki ekosistemlərdən, həm də bir-birindən kəskin fərqlənir. Onların temperaturu əsasən 40-80°C arasında dəyişilir. Yeraltı sular olduqca müxtəlif şəraitlərdə formalaşır. Bəzilərinə suların minerallaşması xlor duzlarının, bəzilərinə sulfatların, bəzilərinə kationlardan natriumun, digərlərinə maqneziumun və s. hesabına baş verir. Bəzi hallarda yeraltı sulara çoxlu miqdarda elementlərin qatılığına təsadüf olunur ki, onlara yerüstü sulara ya heç təsadüf olunmur, yaxud da olduqca az miqdardadır. Bəzi sulara sürmə, mis, sink, manqan, bor, brom və başqa mikroelementlərə də təsadüf olunur.

Termal su mənbələrinə Yer kürəsinin demək olar ki, bütün ərazilərində təsadüf olunur. Temperaturu 40°C-dən yuxarı olan termal sulara Antarktidadan başqa bütün ərazilərdə rast gəlinir. Şimali Amerikada Yellüstan Milli Parkında termal suların sayı 10000-ə çatır. Məşhur ekoloq T. Brok buradakı 300-ə yaxın termal suların ekologiyasını öyrənmiş və məlum olmuşdur ki, termal su mənbələri öz kimyəvi və fiziki xüsusiyyətləri ilə digər sulardan kəskin fərqlənir. Eyni zamanda İslandiyada, Yeni Zelandiyada,

Yaponiyada, İtaliyada, Türkiyədə, Qazaxıstanda, Azərbaycanda Böyük Qafqaz, Kiçik Qafqaz, Talış Dağları ərazilərində, həmçinin işğaldan azad olunmuş ərazilərimizdə də müxtəlif temperatura malik olan çoxlu sayda termal su mənbələri mövcuddur. Termal sulara hakim olan yüksək temperatur şəraiti suyun səciyyəvi xüsusiyyətlərinin formalaşmasına təsir etdiyi kimi, orada yaşayan mikroorqanizmlərin inkişafına da bilavasitə təsirini göstərir, mikrobiotanı sadələşdirir.

Yeraltı sular arasında temperaturu aşağı olan çoxsaylı mineral sulara da təsadüf olunur, onların mikrobiotası nisbi zənginliyinə görə termal sulardan tamamilə fərqlidir və bu sulardan müxtəlif xəstəliklərin müalicəsində və süfrə suyu kimi istifadə olunur.

Yeraltı suların insan həyatında xüsusi yeri və əhəmiyyəti var. Onları hidrogeoloqlar xalq təsərrüfatı əhəmiyyətinə görə şərti olaraq 4 qrupa bölürlər:

1. *Birinci qrupa* müxtəlif kimyəvi tərkibə malik olan və ümumi minerallaşma səviyyəsi 1 q/l-ə bərabər olan şirin sular daxildir. Bunlardan içilmək üçün, məişət xidmətlərində, texniki suvarmada və s. istifadə olunur;

2. *İkinci qrupa* kimyəvi tərkibcə balneoloji xüsusiyyətlərə malik olan yeraltı mineral sular daxildir. Onlar bir çox xəstəliklərin müalicəsində əvəzilməz sərvətdir;

3. *Üçüncü qrupa* istilik enerjisini daşıyan termal sular daxildir və onlar temperaturlarına, minerallaşma səviyyəsinə, mühitin pH-a və digər xassələrinə, həmçinin tərkibindəki duz, qaz və mikroelementlərin növ müxtəlifliyinə görə bir-birindən kəskin fərqlənir. Bu tip sular eyni zamanda müxtəlif xəstəliklərin müalicəsində də faydalıdır. Sutkalıq yüksək diabetə malik olan bu sulardan alternativ enerji mənbəyi kimi istifadə olunması ölkə iqtisadiyyatına külli miqdarda gəlir gətirə bilər və bu məqsədlə bir neçə ölkələrdə termal sulardan istifadə olunur;

4. *Dördüncü qrupa* daxil olan sular sənaye sularıdır və onlar

tərkiblərində təsərrüfat əhəmiyyətli elementlərin, hətta bəzi mikroelementlərin olmasına görə fərqlənirlər. Belə sulardan brom, yod, mərgümüş, litium, mərgümüş, rubidium və s. alınır və belə sular kimyəvi xammal mənbəyi hesab olunur. Elə sənaye suları da vardır ki, onların müsbət xassələrindən istifadə edərək çoxlu miqdarda, qısa zamanda keyfiyyətli gübrələr alınmasında istifadə olunur. Bir çox ölkələrdə müasir texnologiyalar əsasında həmin sulardan müxtəlif elementlər alınır və həmin təcrübələrdən bəhrələnməklə respublikamızda da bu yönümlü işlərin başlanılması üçün lazımcı şərait vardır.

Termal suların əksəriyyətindən müxtəlif xəstəliklərin müalicəsində istifadə olunması üçün onların ətrafında müalicə-istirahət müəssisələri tikilir. Bu isə öz növbəsində turizmin inkişafına yaxşı şərait yaratmaqla yanaşı, həm də dövlətin iqtisadiyyatına xeyli gəlir gətirir. Termal sular həm də alternativ istilik mənbəyidir. Ona görə də bir çox ölkələrdə ictimai binaların, evlərin, şitilliklərin qızdırılmasında onlardan istifadə olunur. Kimyəvi tərkibindəki maddələr, mikroelementlər nəzərə alınaraq süfrədə, suvarılmada, gübrələrin hazırlanmasında, kosmetik vasitələrin, kimyəvi maddələrin, elementlərin alınmasında xammal mənbəyi kimi istifadə olunur. Termal suların bütün qeyd olunan keyfiyyətlərinə baxmayaraq təəssüflə qeyd etmək lazımdır ki, respublikamızda mövcud olan termal sularımıza lazımcı qayğı göstərilmir, onlar çox hallarda çay sularına qarışaraq itirilir və ya ən yaxşı halda yerli əhali tərəfindən kor-koranə hamam kimi istifadə olunur. Onların qorunması, lazımcı qiymətləndirilməsi, təyinatlı istifadə olunması üçün kompleks tədqiqatların aparılmasına ehtiyac vardır.

4.6. Su anbarları və onların ekoloji vəziyyəti

Su anbarları süni yaradılan su ekosistemlərinə aiddir və buradakı suyun keyfiyyəti oraya axıdılan suyun çirklənmə dərəcəsin-

dən çox asılıdır. Anbara kənardan daxil olan suyun keyfiyyət göstəriciləri aşağı səviyyədə olarsa, anbarın suyunda pisləşmə müşahidə olunur. Anbardakı suyun çirklənməsinə onun su tutumunun da əhəmiyyəti böyükdür. Çünki adətən su anbarları çayların üzərində tikilir və çayın suyu çirklənməyə məruz qalarsa su anbarında, xüsusən də kiçik həcmliyədə güclü çirklənmə müşahidə olunur. Burada yosunların sürətli inkişafı ilə əlaqədar “suyun çiçəklənməsi”nə şərait yaranır. Su anbarlarının çirklənməsində təbii amillərlə yanaşı (çay daşqınları və s.), antropogen təsirlər də səbəb ola bilər. Antropogen çirklənməni yaradan səbəblər müxtəlifdir. Məs., sənaye müəssisələrinin, xüsusilə alüminium sənayesinin axıntı suları, kənd təsərrüfatının axıntı suları və s.

Hər bir ölkənin su ehtiyatları orada olan çayların sayı və su tutumu ilə qiymətləndirilir. Respublikamızın su tələbatının əsas hissəsi xırda və iri çaylarımız olan Kür, Araz və Samur çayları, onların üzərində tikilən su anbarları hesabına ödənilir. Bu çaylar öz başlanğıcını qonşu ölkələrin ərazisindən götürür, müxtəlif ərazilərdən keçdikcə çirklənməyə məruz qalırlar və respublikamızın ərazisinə daxil olduqda artıq müxtəlif mənşəli çirkləndiricilərlə zənginləşmiş vəziyyətdə olurlar.

Sözsüz ki, belə sular tam təmizlənmədən və ya heç təmizlənmədən su anbarlarına axıdıldıqda onların özləri ilə daşdıqları iri və xırda daş, qum, bitki qalıqları və s. anbara tökülür. Nəticədə onlar suyun dibində çöküntü halında toplanır, mikroorqanizmlərin iştirakı ilə parçalanır, suyun keyfiyyətinə, xüsusən də oksigen rejiminə, fauna və florasına mənfi təsir göstərir (xüsusən balıqçılıq təsərrüfatına).

Yay aylarında su anbarlarında çiçəklənmə prosesi, xüsusilə ekoloji böhran yaradır. Çünki, yosunların parçalanması zamanı yaranan bir çox maddələrin – azotlu və fosforlu birləşmələrin, üzvi azotun, toksiki maddələrin də miqdarı artmış olur. Bu səbəbdən su anbarının heyvanat aləminə və ümumi mikrobiotasına

böyük ziyan dəyir. Bütün bunlardan əlavə suyun tərkibində olan patogen formalı mikroorqanizmlərin inkişafı insan sağlamlığına mənfi təsir göstərə bilər.

Su anbarlarında yaranan xoşagəlməz hallar dünya ölkələrində, o cümlədən respublikamızda da son illərə qədər müşahidə olunurdu (Mingəçevir, Şəmkir, Varvara, Araz, Suqovuşan, Sərsəng və s.). Çünki, bir tərəfdən çayların uzun yol qət etməsi, qonşu ölkələrdən, xüsusilə qəsbkar qonşumuzun ərazisindən keçməsi onlara nəzarəti çətinləşdirir.

Hal-hazırda işğal altından azad olunan torpaqlarımızda su anbarlarının yenidən bərpası və müasir tipli su anbarlarının tikilməsi istiqamətində işlər uğurla aparılır.

Bəs nə etmək olar ki, su anbarlarını güclü çirklənmədən qorumaq mümkün olsun? Bu barədə müxtəlif ölkələrdə fərqli tədbirlər həyata keçirilir. Onlardan ən əsası anbara daxil olacaq çay suyunun ilkin təmizliyinin yoxlanılması, çay sularında çirklənmə səviyyəsi yüksək olarsa, təmiz su ilə durulaşdırılması, dezinfeksiyaedici məhlullardan istifadə edilməsi, anbar sularında oksidləşmə-reduksiya potensialını yüksəltmək məqsədilə aerasiya ilə təmin olunması, suyun fəal turşuluğuna nəzarət edilməsi, bakteriooloji-virusoloji müayinələrin vaxtaşırı aparılması, çayların ətrafının təmizliyinə və yaşıllaşdırılmasına nəzarət, su anbarlarının sahillərində sanitariya zonalar təşkil etmək və əhalini bu sahədə məarifləndirmə işləri aparmaqdan ibarətdir.

Hazırkı dövrdə müasir tələblərə cavab verən yeni su anbarlarının yaradılması, köhnələrin yenilərlə əvəz olunması işlərinin sürətləndirilməsi günün tələbidir.

4.7. Ekosistemin tamlığını və daimiliyini təmin edən amillər

Ekosistemin daimiliyinin saxlanılması və ekoloji tarazlığın qorunması üçün su hövzələrinin canlıları olan produsentlərin, kon-

sumentlərin və redusentlərin inkişafına zərər verə biləcək hər bir amilin qarşısının alınması vacibdir.

Ekosistemdə yaşayan hər bir canlının özünəməxsus daşdığı funksiyaları var və bunlar bir-biri ilə sıxı bağlı olan zəncirvari proseslərlə əlaqədardır. Bu proseslərin baş verməsində iştirak edən produsentlər fotosintez prosesi nəticəsində bir tərəfdən üzvi maddələrin daima əmələ gəlməsinə səbəb olurlarsa, digər tərəfdən suyun oksigenlə zənginləşməsinə təmin edirlər. Nəticədə həm özlərinin, həm də mühitdə yaşayan digər canlıların həyatı üçün əlverişli şərait yaranır. Digər qrupa daxil olan konsumentlər mikroorqanizmlərlə, ibtidailərlə və həm də onların suya biosintez etdikləri metabolizm məhsullarından faydalanır, üzvi maddələrin çevrilməsində iştirak edirlər. Bir tərəfdən xaricdən ekosistemə daxil olan birləşmələr, digər tərəfdən də daxildə yaşayan canlıların biosintez etdikləri müxtəlif birləşmələr, onların cəsədləri və s. ekosistemdə yaşayan üçüncü qrup – redusentlər tərəfindən parçalanmaya məruz qalır. Beləliklə parçalanma prosesi nəticəsində nəyinki üzvi maddələr, hətta polimer birləşmələr də sadə birləşmələrə çevrilir və biogen yolla elementlər təbii dövranə yenidən daxil olur. Elə bir təbii, hətta kimyəvi yolla əmələ gələn bəzi mürəkkəb birləşmə yoxdur ki, o hansısa bir mikroorqanizm qrupunun növləri tərəfindən parçalanmaya məruz qalmasın. Elə bu səbəbdən də su ekosistemlərində mikroorqanizmlər tərəfindən daimi öz-özünə təbii təmizlənmə prosesi gedir. Bütün bu proseslər aerob və həm də anaerob şəraitdə baş verdiyindən bütün ekosistem əhatə olunur.

Ekosistemdə hər bir prosesi aparan canlıların normal həyat fəaliyyəti üçün şərait formalaşır. Məs. aeroblar oksigenlə təmin olunmaları üçün suyun üst qatında planktonları, anaeroblar isə suyun daha dərin qatlarında, suyun dibində toplanaraq bentosları əmələ gətirirlər. Sözsüz ki, suyun fəal turşuluğu, çirklənmə dərəcəsi, çirkləndiricilərin kimyəvi tərkibi, miqdarı, suyun axın

sürəti, ilin fəsiləri və s. bütün baş verən proseslərə öz təsirini göstərməmiş deyil.

Su hövzələrinin ekoloji vəziyyətinin pozulmasında kimi eutroflaşmanı, su bitkilərinin ikili həyat forması arasındakı (fitoplankton və bentos) nisbətən dəyişilməsi əlamətlərini görməmək mümkün deyil.

Əgər qeyd olunan amillərin suda pozulması baş verərsə, bu ekosistemdə qida zəncirinin qırılması, tarazlığın pozulması deməkdir və bu proseslər davam edərsə ekosistem daimi mövcud ola bilməz.

Təəssüf ki, biz insanlar bir çox hallarda ekosistemlərdə ekoloji tarazlığın pozulmasında birbaşa və ya dolaylı yolla iştirak edirik. Neft və neft məhsullarının gəmi ilə daşındığı zaman qəzaların, müharibələrin baş verməsi, çirkab suların təmizlənilmədən təbiətə qaytarılması və s. buna bariz nümunədir. Sağlam və gümrəh yaşamağımız üçün sehirli, qiymətli və müqəddəs sayılan suya qayğı ilə yanaşmaq hər bir vətəndaşın müqəddəs borcudur.

FƏSİL 5

Ekoloji Amillərin Suda Yaşayan Mikroorqanizmlərə Təsiri

Təbii ekoloji sistemlərdə yaşayan canlılar daima ekoloji amillərin təsiri altında yaşayırlar. Ekoloji amillərə abiotik, biotik və antropogen amillər daxildir.

5.1. Abiotik amillərin mikroorqanizmlərə təsiri

1. Fiziki amillərin mikroorqanizmlərə təsiri

Yerin cazibə qüvvəsi – bütün canlılar yerin cazibə qüvvəsinin təsiri altında inkişaf edir və bu amilin bakteriyaların da inkişaf etməsinə təsiri hələlik tam məlum deyil. Lakin bakteriyaların ətraf mühitlə qarşılıqlı təsir spesifikasiyası onların ölçüləri ilə az da olsa əlaqəlidir. Bakterial hüceyrə 10^4 dəfə onu əhatə edən molekullardan daha böyükdür. O, daima ətrafındakı molekulların hücumuna məruz qalır və bu təsir onların nizamsız hərəkətinə səbəb olur. Nəticədə hüceyrələrin yerdəyişməsi baş verir və onun sürəti yerin cazibə qüvvəsinə görə artır. Yerin cazibə qüvvəsi bakteriyaların ölçüsünə görə bir qədər çox olan mikroskopik göbələklərə də təsir göstərir.

Maqnit sahəsi – yerin maqnit sahəsi bütün canlı orqanizmlərə təsiri göstərdiyi kimi, mikroorqanizmlərin də inkişafının stimullaşmasına və böyüməsinə müəyyən dərəcədə təsir edir. Maqnit sahəsi $12 \cdot 10^3$ A/m (amper metr) gərginlikdə bəzi bakteriyaların (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, *Holobacterium salinarium* və s.) böyüməsini sürətləndirir. Buna baxmayaraq $24 \cdot 10^3$ A/m maqnit sahəsində isə inkişafın ləngiməsi nəzərə çarpır. Bəzi bakteriyalar öz hərəkətlərini maqnit sahəsinə

uyğun tənzimləyə bilir və bu bakteriyaların maqnitotaksis hərəkəti adlanır (məs. *Aqua spirillum maqnetatacticum*). Belə bakteriyalara dənizlərdə, bataqlıqlarda, şirin su və bəzən axar su hövzələrində təsadüf olunur. Maqnit bakteriyalarının hüceyrələrində 3,5%-ə qədər dəmir mövcuddur.

Şüalanma – görünən işığa 400-740 nm uzunluğunda olan elektromaqnit dalğaları uyğundur. Adətən belə işıq dalğalarından fototrof bakteriyalar enerji mənbəyi kimi istifadə edirlər.

Tünd-qırmızı və yaşıl bakteriyalar bakterioxlorofil a, b, c, d malikdirlər və onlar anoksigen (oksigensiz) fotosintezi həyata keçirirlər. Onlar adətən anaerob şəraitdə məskunlaşırlar və bu bakteriyaların çox hissəsi ciddi anaeroblardır. Bakterioxlorofillər işıq spektrinin qırmızı və infraqırmızı hissəsində maksimum fototrof udulmaya məruz qalırlar. Bu işıqdan fotosintezdə istifadə edilmir, lakin görünən işıq enerjisi fototrof bakteriyaların hərəkətinə təsir göstərir. Fototrof eubakteriyalarda və arxebakter *Halobacterium salinarium*-da fototaksisin əmələ gəlməsi müşahidə olunur. Eubakteriyalarda fotosensorlar (ışığa həssas) kimi bakterioxlorofillər və karotinoidlər iştirak edir, yəni onlar fotosintez prosesində işığı udan pigmentlərdir. Arxebakterlərdə də xüsusi həssas pigmentlər aşkar edilib. Fototaksisə qadir bakteriya hüceyrələri kəskin şəkildə hərəkət istiqamətini o zaman dəyişirlər ki, həmin bakteriyalar daha çox işıqlı sahədən az işıqlanan və yaxud da heç işıqlanmayan əraziyə düşür. Onlar işıq düşən tərəfə hərəkət edirlərsə, bu onların müsbət fototaksisi hesab olunur. Bəzi hallarda bakteriyalarda mənfi fototaksis də müşahidə edilir, yəni hərəkət işıqlanmanın az olduğu tərəfə istiqamətlənir. Işığın gücünün dəyişməsi bakteriyaların sürətinin dəyişməsinə gətirib çıxarır (*Halobacterium salinarium*). Işıq enerjisi mikroorqanizmlər tərəfindən istifadə edilə bilər. Onun istifadə yolları eukariotlara nisbətən prokariotlarda əhəmiyyətli dərəcədə müxtəlifdir. Eukariotlarda oksigenli fotosintezin ancaq bir növü məlumdur. Işıqlanma zama-

nı bəzi mikroorqanizmlərdə piqment əmələ gəlir, yəni fotoxromluq müşahidə olunur. Piqmentlər mikroorqanizmləri görünən işığın təsirindən qorumağa qadirdir. Günəş işığı güclü antimikrob effekti də verə bilər. Məsələn, 3 dəqiqə ərzində günəş işığının şüalanması nəticəsində *Escherichia coli* hüceyrəsinin 99,9 %-i məhv olur. Ultrabənövşəyi və ionlaşdırıcı şüalanma da mikroorqanizmlərə təsir göstərir, ilk növbədə hüceyrənin DNT (dezoksiribonuklein turşusu) molekulunu zədələyir. Dozadan asılı olaraq bu faktorlar mutagen və letal (ölüm halları) təsir effekti göstərə bilər.

Günəşin aktivliyi – ekoloji faktorlardan biri də günəşin aktivliyidir. Günəşin aktivliyinin artması yerin elektromaqnit sahəsinin gərginliyinin yüksəlməsinə gətirib çıxarır. Bu isə öz növbəsində mikroorqanizmlərdə maddələr mübadiləsinin sürətlənməsinə təsir edir, eyni zamanda epidemiyaların aşkar edilməsini tənzimləyir.

Hidrostatik təzyiq – bakteriyalar və göbələklər adətən hidrostatik təzyiğin dəyişilməsinə nisbətən az həssaslıq göstərirlər. Bəzi bakteriyalarda həyat fəaliyyəti 100 atm.-də ləngiyir, hətta 48 saat ərzində hüceyrələrin 90%-i məhv olur, 5-6 gündən sonra isə onların tamamilə məhv olması müşahidə edilir. Lakin, 200 atm.-də əksinə *Esch. coli*-nin böyüməsi bir qədər stimullaşır və 400 atmosfer təzyiqdə isə yenidən *Esch. coli*-nin inkişafının ləngiməsi və saplaqlı hüceyrələrin əmələ gəlməsi müşahidə olunur.

Okeanın dərinliyindən ayrılmış bakteriyalar təzyiqə davamlıdırlar və onların arasında barotolerant bakteriyalar mövcuddur ki, onlar adi (1 atm.), eləcə də yüksək 500-600 atm. təzyiqində də inkişaf edirlər. Barotolerant bakteriyaların ekstremal şəraitdə, 600 atm.-dən yuxarı olan təzyiqdə yaxşı inkişaf edə bilən növləri barədə məlumatlar vardır (barofillər). Bununla belə müxtəlif ştammlar üçün təzyiğin optimal səviyyəsi müxtəlifdir. Barotolerantlıq və barofillik adətən psixrofil bakteriyalar arasında müşahidə olunur.

Temperaturun mikroorqanizmlərə təsiri – temperaturun yüksəlməsi ilə mikroorqanizmlərdə biokimyəvi reaksiyaların sürəti artır. Lakin temperaturun daha yüksək dərəcəsində zülallar, nuklein turşuları və hüceyrənin başqa komponentləri dönməz şəkildə inaktivasiyaya (aktivsizləşmə) məruz qalırlar ki, bu da onların məhv olmasına gətirib çıxarır. Həddindən artıq aşağı temperaturda da biosintez prosesləri pozulur və inkişaf dayanır. Hər bir orqanizm üçün kardinal temperatur nöqtəsi (aşağı və yuxarı) mövcuddur. *Minimal* – bundan aşağı temperaturda inkişaf müşahidə olunmur, *optimal* – orta temperaturda orqanizmlər daha sürətlə inkişaf edir və *maksimal* – bundan yuxarı temperaturda inkişaf mümkün deyil.

Temperatura münasibətlərinə görə mikroorqanizmlər 3 qrupa bölünür:

1) *psixrofillər (soyuq şəraiti sevənlər)* – 0-15°C temperaturda inkişaf edənlər;

2) *mezofillər (orta temperaturu sevənlər)* – mülayim temperaturda (28-30°C) inkişaf edənlər;

3) *termofillər (istilik sevənlər)* – 45-50°C-dən yuxarı temperaturda inkişaf edənlər.

Mezofillər təbiətdə geniş yayılıblar və hər yerdə onlara rast gəlinir. Psikrofillərə və termofillərə yer üzünün yüksək və aşağı temperaturlu ərazi və regionlarında rast gəlinir. Obliqat psikrofillərə elə orqanizmlər aiddir ki, onların optimal böyümə temperaturu 15°C və ondan aşağı, maksimal böyümə temperaturu isə 20°C-dən yuxarı olmasın (*Bacillus psychrophilus*, *Vibrio psychroerythrus*). Psikrofillərin arasında maksimum 35°C temperaturda böyüyənlərə də rast gəlinir, lakin onların böyüməsinin temperatur optimumu 25-30°C-ə qədərdir. Onlar fakultativ psikrofillərə aid olunur (*Micrococcus cryophilus*, *Arthrobacter glacialis*). Psikrofillər kompleks amillərlə müəyyən olunur və psikrofillərin aşağı temperaturda mövcud olması ancaq onların fiziki-biokimyəvi xü-

susiyətləri ilə izah olunur. Onlar arasında çubuğabənzərlər, kokklar və digər bakteriyalar (*Aerobacter*, *Aeromonas*, *Aetrobacter* və b.), göbələklər və aktinomisetlər vardır. Psixrofillər Arktika şəraitində yaşayırlar. Fitopatogen psixotrof *Pseudomonas sıranqe* yarpaqların ləkələnməsini əmələ gətirir. Onların hüceyrələri buzun – 2°C-ə yaxın temperaturda kristallaşmasına xidmət edirlər. Buzun əmələ gəlməsi bitki hüceyrələrinin mexaniki parçalanmasına gətirib çıxarır.

2. Kimyəvi amillərin mikroorqanizmlərə təsiri

Mikroorqanizmlərə təsir edən kimyəvi amillərə mühitin fəal turşuluğu – pH-ı, molekulyar oksigenə münasibət, müxtəlif kimyəvi maddələrin mikroorqanizmlərə göstərdiyi təsir və s. daxildir.

Mühitin fəal turşuluğu – hidrogen ionlarının konsentrasiyası (qatılığı), yəni mühitin pH-nın dəyəri məhlulların turşuluğunu və qələvililiyini təyin edir. Təmiz şirin suda hidrogen ionlarının konsentrasiyası 10⁻⁷ q ion/ℓ, pH=7.0-dır. pH loqarifmik funksiyadır, ona görə də pH=6.0 məhluluna nisbətən pH=5.0 məhlulu 10 dəfə turş olur. Ətraf mühitdə hidrogen ionlarının konsentrasiyası orqanizmə ya birbaşa və ya qismən təsir edir. Məsələn, pH-ın aşağı səviyyəsində avtotrof prokariotlar üçün karbon mənbəyinin həll olunması aşağı düşür. Cu²⁺, Mn²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ kimi kationların həll olunması toksiki səviyyələrə çatır və yüksəlir. Əksinə, pH-ın yüksək səviyyəsində hüceyrəyə vacib olan bir çox kationların həll olunması aşağı düşür və onlar orqanizmlər üçün əlçatmaz olur. Ətraf mühitdəki maddələrin vəziyyəti pH-ın səviyyəsindən çox asılıdır. Bir çox üzvi turşular turş mühitdə parçalanmayan formada mövcud olur və asanlıqla hüceyrəyə daxil olur və burada toksikləşirlər (mədə şirəsi – pH =1.0, limon şirəsi – pH= 2.0, sirkə – pH= 3.0, şirin sular – pH= 7.0, dəniz – pH= 8.0). Prokariotların müxtəlif növlərinin böyüməsi üçün pH=1.0-11.0 səviyyəsi optimal

şəraitdir. Prokariotlar mühitin fəal turşuluğuna olan münasibətinə görə bir neçə qrupa bölünürlər:

1. *Neytrofillər* – prokariotların əksəriyyətinin böyüməsi üçün neytral mühit optimal variant sayılır. Lakin bir çox neytrofillərin böyüməsi o mühidə mümkündür ki, pH-ın səviyyəsi 4.0-9.0 diapozonunda dəyişilir (*Esch. coli*, *Bac. subtilis* və *Streptococcus faecalis*). Hətta, bəzi neytrofillər göstərilən diapazon hüdudundan da artıq pH-nin səviyyəsində yaşayıb böyüməyə qadirdir. Belə orqanizmlər turşuya və qələviliyə davamlı hesab edirlər, yəni tolerantdırlar.

2. *Asidofillər* – bunlara turş mühiti sevənlər və üzvi turşuları sintez edən bir çox bakteriyalar (süd turşusu, sirkə turşusu və s.) aid edilir. *Bacillus asidocaldarius* növü tipik asidofillərə aiddir.

3. *Alkolofillər* – bunlara pH = 7.5-dən yuxarı qələvi mühiti sevənlər daxildir (*B. pasteurii* – pH-8.5; *Sporosarcina ureae* – pH 8.5). Sonuncu hər iki qrupa aid orqanizmlər arasında neytral mühidə yaşamaq qabiliyyətini itirən obliqat formalar və bu qabiliyyəti saxlaya bilən fakultativ formalar var. Bu, pH-ın aşağı və yuxarı səviyyəsində böyüməyə qadir olan orqanizmə müəyyən üstünlüklər verir. Belə şəraitdə başqa orqanizmlər tərəfindən rəqabət az olur.

Suyun aktivliyi – susuz həyat mümkün deyil. Mikroorqanizmlərlə mühit arasındakı mübadilə su məhlullarından keçir. Təbiətdə kimyəvi təmizlənmiş suya təsadüf olunmur. Onlar həmişə müxtəlif konsentrasiyada olan bu və ya digər birləşmələrə malikdir. Təmiz sərbəst suyun aktivliyi bir vahidə bərabərdir. Suyun səthlərlə, anion və kationlarla, müəyyən hidrofil qarşılıqlı əlaqəsi nəticəsində suyun aktivliyi vahiddən aşağı olur.

Həll olunmuş maddələrin qatılığının yüksək olması ilə suyun aktivliyinin əhəmiyyəti aşağı düşür. Su potensialı – orqanizm tərəfindən suyun hasil edilməsinə sərf olunan termodinamik işin sayıdır və barla ölçülür ($1 \text{ bar} = 10^6 \text{ d sm}^2 = 0,987 \text{ atm}$). Təmiz

suyun potensialı 0-a bərabərdir. Təmiz suya olan münasibətdə bütün məhlullar mənfə potensiala malikdir. Mikroorqanizmlər a_w səviyyəsi 0,99-0,60 olan mühitdə böyüyə bilirlər. Mikroorqanizmlərin çoxu suyun aktivliyi 0,95-dən aşağı a_w -də, askomisetlər – a_w – 0,90, *Saccharomyces* cinsli göbələklər – a_w – 0,85-0,60, bakteriyalar – a_w – 1,0-0,75 böyüyə bilirlər.

Mikroorqanizmlərin suya olan tələbatı və onun çatışmazlığına tolerantlığı, ona uyğun olan ekoloji amillərdən və xüsusən də temperaturdan asılıdır. Mikroorqanizmlərin a_w -in aşağı səviyyəsinə davamlılığı optimal temperatur şəraitində müşahidə olunur. Bakterial hüceyrənin sitoplazmatik membranı yarımkeçirici arakəsmədir və oradan duz qatılığının qradienti üzrə suyun maneəsiz olaraq keçməsi baş verir. Əgər hüceyrənin kənarında duzlar öz qatılığından çoxdursa, onda su hüceyrədən çıxmağa başlayacaq. Suyun hüceyrəyə daxil olması üçün sitoplazma hüceyrənin ətraf mühitinə nisbətən aşağı molekullu maddələrə və yüksək konsentrasiyada ionlara malik olmalıdır, yəni onun osmomolyarlığı ətraf mühitin osmomolyarlığından yüksək olmalıdır. Osmotik təzyiq osmomolyarlıq vahidi ilə ifadə olunur. Orqanizmlərin geniş dəyişən osmomolyarlıq mühitində inkişaf etmə bacarığı osmotolerant adlanır. Hər bir orqanizmin böyüməsi üçün optimal a_w səviyyəsi mövcuddur. Mikroorqanizmlərin çoxu adətən a_w – 0,95-0,99 səviyyəsində yaxşı inkişaf etdikləri üçün osmotolerant mikroorqanizmlər adlanırlar. Osmofillər suyun aktivliyi aşağı olan hallarda, yəni yüksək şəkərin konsentrasiyasında optimal böyüməni nümayiş etdirir. Yüksək duzlu mühitə davamlı olanlar halotolerantlar və ya halofillər adlandırılır. Halofil bakteriyalar şoran torpaqlarda, su hövzələrində, duzlu ərzaqlarda inkişaf edir. Halofillərə *Acinebacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Vibrio* cinslərinə aid növlər daxildir. Onların optimal böyüməsi NaCl-un 5-10% konsentrasiyasında müşahidə olunur, minimal NaCl konsentrasiyası 2-5% hüdudunda tərəddüd edir. Ekstre-

mal halofil bakteriyalar duzların yüksək konsentrasiyasına (15-32%) davam gətirir və çox vaxt yüksək qatılıqlı hovuzlarda məskunlaşırlar. Belə halofillər fototrof eubakteriyalar arasında qırmızı kükürd bakteriyalarından *Ectothiohodospira halophila* növü daha çox müşahidə olunur. Halofillər mikroorqanizmlərin müxtəlif növlərinə eubakteriyalar, arxebakterlər və eukariotlar arasında rast gəlinir.

Molekulyar oksigenin mikroorqanizmlərə təsiri:

Mikroorqanizmlər yeganə canlılardır ki, onlar arasında oksigenli və oksigensiz mühitdə yaşaya bilən növlər var.

Oksigenə münasibətlərinə görə mikroorqanizmlər 5 qrupa bölünür:

1. *Obliqat və ya ciddi aeroblar* – oksigen hesabına oksidləşən maddələrdən özlərinə lazım olan enerjini alır və qida maddələrini alır, ona görə də belə mikroorqanizmlərin həyatı oksigenlə mütləq əlaqədardır. Oksigenli mühitdə mikrob hüceyrəsində oksidləşmənin məhsulu olan hidrogen-peroksid əmələ gəlir. Bu hüceyrə üçün çox zəhərliyədir. Aerob mikroorqanizmlər katalaza fermentinə malik olduqları üçün, hüceyrədə metabolizm prosesində əmələ gəlmiş hidrogen-peroksid suya və molekulyar oksigenə parçalanır, beləliklə də hüceyrə hidrogen-peroksidin zərərli təsirindən uzaqlaşır;

2. *Fakultativ (şərti) aeroblar* – bu mikroorqanizmlərin daima oksigenə tələbləri olsa da, onlar mühitdə oksigenin nisbətən azlığına da dözümlüdürlər;

3. *Obliqat və ya ciddi anaeroblar* – katalaza fermentinə malik olmadıqlarına görə (*Clostridium*, *Treponema* cinsli bakteriyalar) oksigenli şərait onlara toksiki təsir göstərir. Belə mikroorqanizmlər təbii şəraitdə suyun dərin qatlarında, ya da aerob mikroorqanizmlərlə qarşılıqlı münasibətdə – simbiozda yaşaya bilirlər. Bu həyat forması ilk dəfə fransız tədqiqatçısı L. Paster (1857) tərəfindən kəşf edilmişdir. Anaerob mikroorqanizmlər oksidləşdirici

reaksiyalarda hidrogen akseptoru kimi molekulyar oksigendən deyil, nitratlardan, sulfatlardan və ya digər oksidləşən birləşmələrdən istifadə edir.

4. *Fakultativ (şərti) anaeroblar* – oksigenə münasibətlərinə görə obliqat aeroblarla obliqat anaeroblar arasında keçid forma təşkil edirlər. Bu mikroorqanizmlər az miqdarda oksigenli mühitə də davamlıdırlar. Molekulyar oksigen fakultativ anaerob mikroorqanizmlərin maddələr mübadiləsində tənzimləyici rol oynayır, yəni mühitdə oksigen olduqda orqanizm onun istifadəsinə başlayır. Patogen mikrobların əksəriyyəti, o cümlədən stafilokokklar, streptokokklar bu qrupa daxildir.

5. *Mikroaerofillər* – bu mikroorqanizmlər mühitdə molekulyar oksigenin o qədər də çox olmayan konsentrasiyalarında yaşaya bilirlər (*Lactobacillus* cinsinin növləri, süd turşusu bakteriyaları və s.).

Oida maddələrinin mikroorqanizmlərə təsiri: təbii şəraitdə mikroorqanizmlərin böyüməsi həmişə qida çatışmazlığı ilə limitlənir. Mikroorqanizmlərin təbii məskunlaşma mühiti heterogendir və hətta üzvi karbonun ayrı-ayrı yerlərdə axını zamanı ekskrementlərin (ifrazat), ölü hüceyrələrin toplanması nəticəsində üzvi maddələrin yüksək konsentrasiyası əmələ gəlir. Üzvi maddələrin aşağı konsentrasiyasında (0,1 mq/ℓ – 1 gündə) yaşayan bakteriyalar *oliotrof* adlanırlar (yunan sözü *oligos* – az, *trophe* – qida). Bir çox mikroorqanizmlər üzvi maddələrin yüksək konsentrasiyasında (oliotroflara lazım olandan 50 dəfə çoxdur) böyümələrinə üstünlük verirlər. Onlar *kopiotrof* (çox qida istəyən) adlanırlar. Oliotroflar təbiətdə geniş yayılıblar və bir çox hallarda sayca kopiotrof bakteriyalara nisbətən üstünlük təşkil edirlər.

Zahərli maddələrin, metalların mikroorqanizmlərə təsiri: mikroorqanizmlərin normal böyüməsi ona vacib olan həyati elementlərlə təmin olunmasından asılıdır. Lakin orqanizm üçün toksiki maddələrin tamamilə olmaması da nadir hallardan biridir.

Mühitdə bir çox maddələr öz qatılığından asılı olaraq orqanizm üçün faydalı, laqeyd və ya zərərli olurlar. Elə maddələr də vardır ki, mikroorqanizmlər üçün nəyinki faydasızdırlar, hətta daha aşağı konsentrasiyalarda belə zəhərli olurlar (qızıl, uran, civə və s.). Bakteriyalara toksiki olan birləşmələrin və antibiotik maddələrin təsiri bakteriostatik, bakteriosid və ya bakteriolitik ola bilər. İnsanların fəaliyyətində istifadə olunan antiseptiklər (yunanca *anti* – qarşı, *septicos* – çürümə) – bakteriosidlərdir. Bakteriosidlər müxtəlif üzvi və qeyri-üzvi maddələr qrupuna aid edilir. Bunlar spirt, aldehyd, fenol, yağlı turşular və metallardır. Güclü oksidləşdiricilər (hidrogen-peroksid, kalium-permanqanat, halogenlər, ozon və b.) də antiseptik kimi istifadə oluna bilər. Canlı orqanizmlərin əlvan nadir və nəcib metalları toplamaq qabiliyyəti elmə çoxdan məlumdur, məsələn maya göbələkləri hüceyrəsində (quru çəkiddə) 10-15% uran, 9,9% kobalt, 8-15% kadmium toplanır. Mikroskopik göbələklərin mitseliləri sinki, misi, manqanı, kobaltı, xromu məhlullardan ayıraraq hüceyrələrində toplayırlar. Bu göbələklərin köməyi ilə məhlullardan 96-98% qızıl, gümüş, 84% platin və s. ayırmaq mümkündür. Metallar hüceyrə daxilində və hüceyrə divarının səthində toplanırlar. Metalları hüceyrə divarında toplayan mikroorqanizmlər iqtisadi cəhətdən çox səmərəli sayılır. Çünki, bu halda hüceyrə divarını parçalamadan metalları hüceyrə səthindən asanlıqla yuyaraq ayırmaq və həmin hüceyrələrdən yenidən istifadə etmək olur. Mikroorqanizmlərin geoloji fəaliyyəti sayəsində filiz yataqlarından qızıl, qalay, mis, qallium, alüminium, sink, nikel, kobalt, titan, kadmium, selen, tellur, rəpium, tallium, uran, indium və başqa nadir elementlərin və metalların istehsalı praktikada öz əksini tapmışdır. Müxtəlif metalların alınmasında mikroorqanizmlərdən istifadə olunması C.İ. Kuznetsov və onun əməkdaşlarının adı ilə bağlıdır. Metalların mikroorqanizmlərin köməyi ilə sənayedə alınması səmərəli olmaqla bərabər, landşaftın çirklənməsinin qarşısını xeyli alır. Ağır metal-

ların ionları (qurğuşun, kadmium və s.) çox da yüksək olmayan konsentrasiyada bu və ya digər mikroorqanizmlərin inkişafını stimullaşdırır, belə ki, onlar fermentlərə daxil olan vacib, lazımı mikroelementlərdir. Ağır metalların duzlarının konsentrasiyasının yüksəlməsi zamanı onların toksiki effekti görünməyə başlayır.

5.2. Biotik amillərin mikroorqanizmlərə təsiri (mikroorqanizmlər arasında münasibət formaları)

Mikroorqanizmlər yaşadıkları su mühitində, öz aralarında, həmçinin bitkilərlə, heyvanlarla müxtəlif formada qarşılıqlı münasibətdə olurlar. Bu münasibətlər bəzən hər iki orqanizmin həyatı mənafeyinə yönəlmiş halda, bəzən yalnız bir orqanizmin inkişafına, digərinin isə tələf olmasına səbəb olur. Bu münasibət formaları biosenozda onların birgə yaşamasına imkan yaradır.

Ümumiyyətlə, mikroorqanizmlərin öz aralarında mövcud olan münasibət formaları aşağıdakılardır:

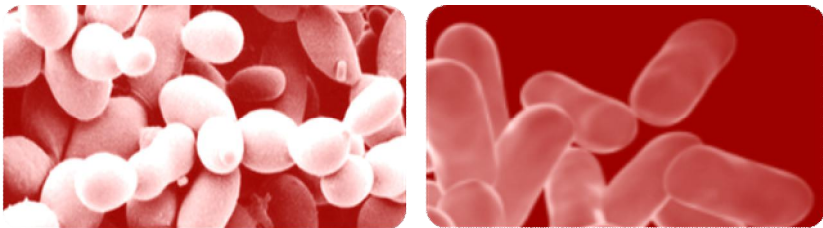
1. *Müsbət (+) münasibət* – bir orqanizm digərindən faydalanır;
2. *Mənfi (–) münasibət* – bir orqanizm digərindən zərər çəkir;
3. *Neytral (0) münasibət* – orqanizmlər bir-birinə təsir etmir.

Mikroorqanizmlər arasında münasibət formaları özünü 3 formada göstərə bilər: simbiotik (simbioz, mutallizm, sinerqizm, satellitizm, metabioz), rəqabətli (antaqonizm, parazitizm, virogeniya, yırtıcılıq) və neytralizm.

Simbiotik münasibətlər:

1. Simbioz – symbiosis (++) – müştərək həyat – bu münasibət zamanı simbiotlar – 2 müxtəlif növlər arasında qarşılıqlı faydalanma baş verir (Debari, 1879). Onlar bir-birinin inkişafını stimullaşdırır və dəstəkləyir, birlikdə məhsuldar inkişaf edirlər, nəyinki ayrı-ayrılıqda. Aralarında elə qarşılıqlı məhsul dəyişməsi olur ki, bunsuz onların həyat fəaliyyəti mümkün deyil. Bu münasibət for-

masına müxtəlif sisteməlik qruplar – əsl bakteriyalar, aktinomisetlər (budaqlanan bakteriyalar), kif göbələkləri, yosunlar arasında təsadüf olunur. Bundan başqa aeroblarla anaeroblar arasında da belə münasibətə təsadüf olunur (aeroblar havasız mühit yaratdığı halda, anaeroblar onlar üçün öz həyat fəaliyyəti məhsullarını verirlər). Digər bir misal: süd turşusu bakteriyaları ilə sirkə turşusu bakteriyaları mühiti turşulaşdırır, maya göbələkləri üçün şərait yaranır. Mayalar isə amin turşuları, vitaminlər sintez edərək süd turşusu bakteriyalarının həyat fəaliyyətini normallaşdırır. Onların birgə fəaliyyəti nəticəsində kefir dənəsi adlanan vahid orqanizm formalaşmışdır. Sirkə turşusu bakteriyalarının maya göbələkləri ilə simbiozu vahid bir orqanizm – çay göbələyi kimi fəaliyyət göstərir. Təbiətdə daha bir simbioz münasibət miseliumlu göbələklərlə yosunlar arasında geniş yayılmışdır. Göbələklər yosunları rütubətlə və mineral maddələrlə, yosunlar isə onları azotlu və karbonlu maddələrlə təmin edir (şəkil 4).



Şəkil 4. Solda maya göbələklərinin, sağda süd turşusu bakteriyası hüceyrələrinin görünüşü.

2. Mutallizm (++) – lat. *mutuus* – qarşılıqlı mənasındadır, iki orqanizmin faydalı simbiotik münasibətidir. Bu halda partnyorun mövcudluğu mütləq şərtədir. Belə ki, mikroorqanizmlər sahib orqanizmə lazım olan bioloji aktiv maddələri (məsələn, B vitaminləri) sintez edir. Bu halda makroorqanizmlərlə yaşayan endo və ekzosimbiotlar ətraf mühitin mənfi təsirindən (qurumaqdan və ekstremal temperaturdan) qorunmuş olur və qidalı maddələrdən

daima istifadə edirlər. Buna maraqlı misallardan biri də bəzi göbələklərin həşəratlar (böcək və termitlər) tərəfindən becərilməsidir (şəkil 5). Bu bir tərəfdən göbələklərin daha geniş yayılmasına şərait yaradır, digər tərəfdən onlar daima qidalı maddələrlə təmin olunurlar. Termitlər ağacın oduncağı ilə qidalanırlar, lakin sellülozanı mənimsəmək üçün onlar lazımı enzimlərə malik deyillər. Onlar yalnız termitlərin bağırsağında yaşayan qamçılı ibtidailərin enzimlərindən istifadə etməklə sellülozanı parçalayıb və sadə şəkərlərə çevirə bilirlər.



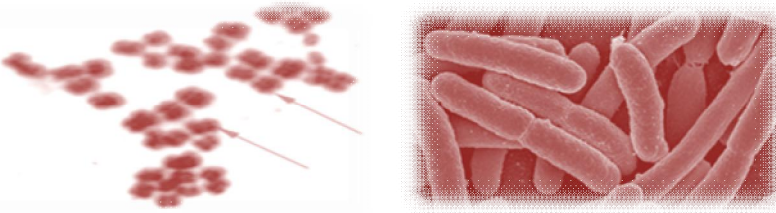
Şəkil 5. Göbələklərin böcək və termitlər tərəfindən becərilməsi

3. *Sinergizm* (++) – son məhsulun artımı ilə nəticələnən müxtəlif mikrob assosiasiyalarının eyni fizioloji prosesidir. Bu zaman mikroorqanizm assosiasiyaları həyat fəaliyyətləri zamanı əmələ gətirdikləri məhsullarla bir-birinin inkişafını sürətləndirirlər. Məs. maya göbələkləri əmələ gətirdikləri vitaminlərlə qatıqda yaşayan süd turşusu bakteriyalarının inkişafını stimullaşdırır. Eyni zamanda süd turşusu bakteriyaları tərəfindən əmələ gələn süd turşusu maya göbələklərinin inkişafı üçün əlverişli şərait yaradır.

4. *Metabioz* (0+) yaxud *sintrofizm* – bu münasibət zamanı bir mikrob növünün əmələ gətirdiyi məhsul digərinin həyat fəaliyyəti üçün zəruri qida kimi sərf olunur. Məsələn, ammonyaklaşdırıcı bakteriyalar zülalları amin turşularına və ammonyaka parçalayırlar. Nitritləşdirici bakteriyalar isə əmələ gələn ammonyakı qida kimi mənimsəyir və onların həyatı məhsulları nitrat turşusu-

nun duzları şəklində denitrləşdiricilər tərəfindən istifadə olunur.

5. *Satellitizm* (0+) – metabiozun bir növüdür. Burada mikrob-satellit mühitə boy maddələri, vitaminlər, amin turşuları və s. ifraz edir ki, onlar da digər mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyətini stimule edir. Məsələn, sarsinalar müxtəlif vitaminləri və amin turşularını biosintez edərək sirkə turşusu bakteriyalarının inkişafını sürətləndirirlər (şəkil 6).

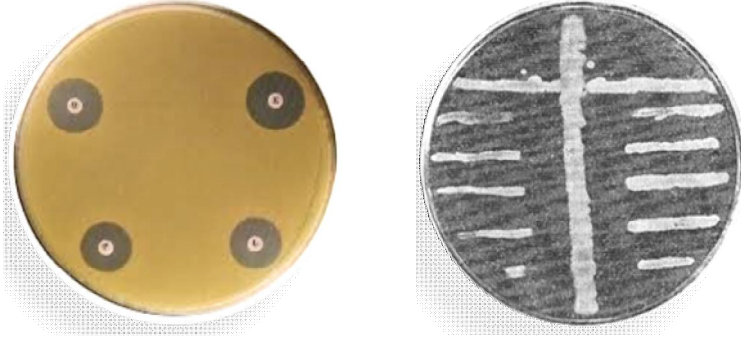


Şəkil 6. Solda sarcinlərin, sağda sirkə turşusu bakteriyası hüceyrələrinin görünüşü.

Rəqabətli münasibətlər – təbiətdə mikroorqanizmlər arasında üç cür rəqabət forması məlumdur: *antaqonizm*, *parazitizm*, *yırtıcılıq*.

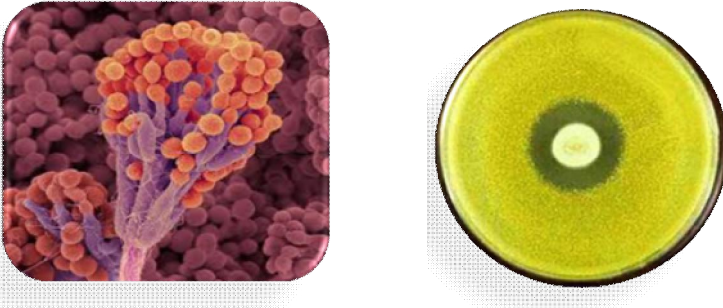
1. *Antaqonizm* (yunan sözü olub antaqonizm mübarizə deməkdir) – mikroorqanizmlər ən geniş yayılmış münasibətlərdən biri olub, böyük praktiki əhəmiyyətə malikdir. Bu, təbiətdə bir mikroorqanizmin digərini sıxışdırması hadisəsi, yəni rəqibini inkişafdan saxlaması, ya da tamamilə tələf etmə qabiliyyətidir. *Penicillium* cinsindən olan bəzi göbələklərin ifraz etdikləri antibiotik maddələrin stafilokokkların inkişafını saxlaması buna aydın misaldır. Antaqonizm mikroorqanizmlərin yaşayış uğrunda mübarizəsi zamanı uzun təkamül prosesində əldə etdiyi xüsusiyyətdir. Tədqiqatlar göstərir ki, mikroorqanizmlər arasında olan antaqonist münasibətlərin mexanizmi müxtəlifdir. Antaqonizmin əmələ gəlməsinə səbəb qida, oksigen uğrunda mübarizə, qidalı mühitə ifraz olunan müxtəlif turşular, mikrobların sürətlə çoxalması nəti-

cəsində qidanın tükənməsi, bir sıra kimyəvi maddələr və s.-dir. Antaqonizm hadisəsi Paster və Jubbert (1877) tərəfindən müşahidə edilib. Lakin xəstəlik əmələ gətirən mikroorqanizmlər əleyhinə bu hadisədən istifadə etmək fikri ilk dəfə İ.İ. Meçnikov tərəfindən irəli sürülmüş, sonradan onun şagirdi K.Q. Şiller bunu daha da genişləndirib, məcburi antaqonizmi (süni şəraitdə qidalı mühitdə əldə edilən antaqonizm) meydana çıxarmışdır. Belə antaqonizmdən mikroorqanizmlərdə məqsədəuyğun dəyişkənlik əldə etmək üçün istifadə edilə bilər. antaqonizm 2 qrupa bölünür: a) mühitdən asılı olan antaqonizm; b) təsirindən asılı olan antaqonizm. Mühitdən asılı olan antaqonizm təbii (*in vivo*) və eksperimental (*in vitro*) şəraitdə müşahidə oluna bilər. Təsirindən asılı olan antaqonizm 3 formada meydana çıxır: 1. Öz rəqibinin inkişafını dayandıran, yəni bakteriostatik təsirli; 2. Öz rəqibini tələf edən və ya bakteriosid təsir göstərən; 3. Əridici – bakteriolitik təsirli, rəqibini tələf etməklə yanaşı onun hüceyrələrini də əridir. Təbiətdə belə mikroorqanizm formaları çoxdur: fəal, məcburi və s. Mikroorqanizmlər arasında antaqonizm hadisəsinin öyrənilməsi sayəsində hazırda xəstəliklərin müalicəsində geniş tətbiq edilən penisillin, streptomisin, tetrasiklinlər və s. kəşf olunmuşdur. Antaqonizm qarşılıqlı rəqabətli əlaqə formalarından biridir. Bir populyasiyanın növləri başqa nümayəndələrə qarşı zəhərli (toksik) təsir göstərən kimyəvi birləşmələr əmələ gətirə bilər. Əgər rəqabət aparıcı populyasiyaların hər ikisi belə maddələr əmələ gətirirsə, bu halda amensalizm, əgər bir növün populyasiyası inhibitor maddə əmələ gətirirsə, bir növ digərinin inkişafını dayandırır və yaxud da onun böyüməsini ləngidir və bu antaqonist münasibətdir. Bəzi mikroorqanizmlər başqa mikroorqanizm növlərinin inkişafına mane olan və ya tam məhv edən spesifik mübadilə maddələri əmələ gətirir. Belə maddələr antibiotik maddələr adlandırılır. Təbiətdəki mikroorqanizmlər arasındakı qarşılıqlı münasibət formalarından biri də amensalizmdir.



Şəkil 7. Bakteriyalarda antaqonist münasibət:
solda aqar-blok üsulu ilə, sağda ştrix üsulu ilə.

2. *Amensalizm* (-0) – antibiozun bir formasıdır. Bu münasibət zamanı bir populyasiya digərinə mənfi təsir göstərir, lakin digəri isə nə mənfi, nə də müsbət təsirə məruz qalmır. Məsələn, *Penicillium* kif göbələyi petri qabında olan bakteriyalara mənfi təsir göstərir, lakin bakteriyalar ona heç bir təsir göstərmir (şəkil 8).



Şəkil 8. Solda *Penicillium* göbələyi; sağda petri qabında becərilmiş bakteriyaya qarşı amensalist münasibət.

3. *Parazitizm* (parasits – havayı yeyən) (- +) – bu iki müxtəlif orqanizmin elə antaqonist qarşılıqlı əlaqə formasıdır ki, bu zaman, onlardan biri (parazit) başqasından (sahib) məskunlaşma mühiti qismində və ya qida mənbəyi kimi ətraf mühitlə öz münasibətinin tənzimlənməsi üçün istifadə edir. Parazitlər obliqat (məc-

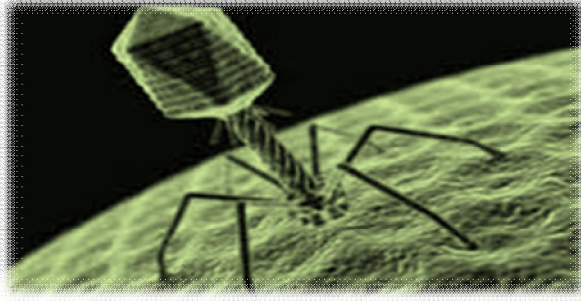
huri) və fakultativlərə (qeyri-məcburi) bölünür. Hal-hazırda antaqonizm və parazitizmə simbiozun növ müxtəlifliyi kimi baxılır. Mikroorqanizmlərin digər mikroorqanizmlər üzərində bir çox parazitizm halları mövcuddur. Bakteriyaların təbiətdə geniş yayılan cinsi *Metanogenium*-dur. Bu bakteriya dəmir turşusu və marqanislə hopdurulmuş nazik tellərdən – saplaqlardan ibarətdir. Çox vaxt yosunların, göbələklərin, bakteriyaların hüceyrə və ya koloniyalarında parazitlik edir.

Parazitizm 2 tipə bölünür:

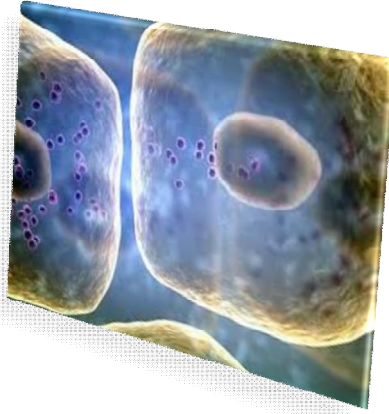
1. Öz rəqibi ilə əlaqədar olmayan;
2. Rəqibi ilə əlaqədar olan.

Birinci tipə göbələklərin hidrolitik fermentləri ilə miksobakteriyaların lizisini – əriməsini misal göstərmək olar. İkinci tip parazitizmdə isə parazit mütləq digər canlı orqanizmə daxil olur. Son vaxtlara qədər mikroblar arasındakı ikinci tip parazitizmə faqların bakteriyalarla münasibəti aid edilirdi. Çünki faqlar mikrob hüceyrəsinin içərisinə daxil olub orada sürətlə çoxalır, nəticədə bakteriyaların hüceyrə divarı partlayır və faqlar xaric olur. 1963-cü ildə Q. Şotll yeni endoparazit bakteriya olan *Bdellovibrio bacteriovorum* və 1966-cı ildə B.V. Qromov *Scenedesmus* cinsli yosunun ibtidailərə bənzər endoparaziti – *Amoebophilidium*-u kəşf etmişlər. Cəld hərəkətli olan *Bdellovibrio* qrammənfi bakteriyalarda parazitlik edir. Bu öz rəqibinin hüceyrəsinə qamçısı vasitəsilə birləşib onun daxilinə keçir və hüceyrədə sürətlə çoxalır (bir hüceyrədə 20-50-ə qədər parazitlər əmələ gəlir), 3-5 saatdan sonra hüceyrə əriyib parazitlər sərbəstləşir (şəkil 9). Bəzi hallarda isə faq hüceyrəyə ziyan vurmadan onunla birgə yaşaya bilir (şəkil 10).

4. *Virogeniya* (- +) – parazitizmin bir formasıdır. Bu cür münasibətdə virusların, bəzi bakteriyalar, maya göbələklərinin, ibtidailərlə birlikdə yaşaması mümkün olur. Faq mikrob hüceyrəsinə daxil olduqdan sonra onu öldürür.



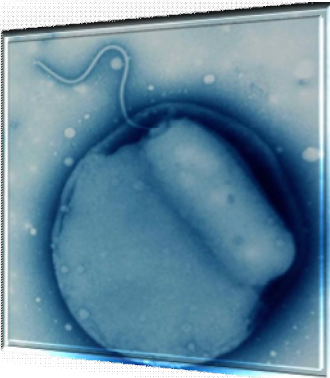
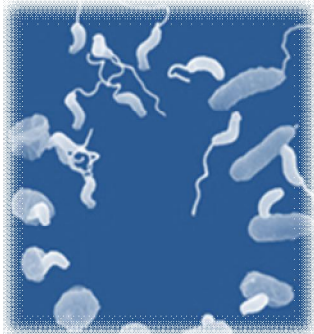
Şəkil 9. Bakteriofaqın hüceyrə ilə parazit münasibəti.



Şəkil 10. Faq hüceyrəyə ziyan vurmadan onunla birlikdə yaşayır.

5. *Yırtıcılıq* (- +) – bu orqanizmlərin 2 qrupunun elə bir münasibətidir ki, burada biri digərindən qida kimi istifadə edir. Misal üçün *Bdellovibrio* növündən olan xırda vibrionlar yırtıcı bakteriyalara aiddir. Bu bakteriyalar əsasən lildə yaşayırlar. Onlar qütb qamçılarının köməyi ilə sürətlə hərəkət edirlər. Potensial qurbanın hüceyrəsi ilə təsadüfən qarşılaşdıqda vibrion hüceyrənin üst qatına möhkəmlənir, oradan dəlik açır və cəld hərəkət etməklə qurbanın periplazmatik sahəsinə daxil olur. Qurbanın hüceyrəsi sürətlə şişərək yumrulanır və bdelloplasta çevrilir. Sonuncu energetik metabolizmi, zülal sintezi prosesini dayandırır və nəhayət

sonda məhv olur. Vibrion böyüyür, lakin bölünmür, nəticədə uzun spiral şəkilli hüceyrəyə çevrilir. Bakteriyalar ehtiyat qidanı sərf etdikdən sonra isə çoxlu sayda hərəkət edən kiçik vibrionlara bölünürlər. Mikobakteriyaların bir çox formaları güclü hidrolitik fermentlərini ifraz edirlər ki, onlar ölü və canlı bakteriyaların hüceyrələrini parçalamaya qadirdir və ona görə də onlara yırtıcı kimi də baxılır. Yırtıcılıq xüsusiyyətinə natamam göbələklər sırasında da rast gəlmək olur. İlk dəfə belə göbələklər 1935-ci ildə Amerika alimi Dreçser tərəfindən müşahidə olunmuşdur (şəkil 11).

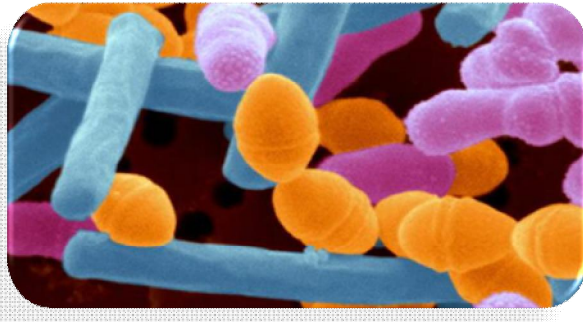


Şəkil 11. *Bdellovibrio* yırtıcı bakteriyasının həyat sikli, saat əqrəbi istiqamətində.

Onlar başqa iri bakterial hüceyrələri tuta bilən hərəkətli tor formasında koloniyaları əmələ gətirir. Orada yad bakteriyalar lizisa uğrayır və koloniya tərəfindən mənimsənilir, qalıqlar isə bayıra atılır.

Yırtıcı göbələklər əsasən nematodlarla qidalanır və ona görə də bunlara nematofaqlar adı verilir. Saprotroflardan fərqli olaraq bu göbələklər yalnız təzəcə öldürülmüş heyvanlarla qidalanır. Göbələklər nematodları özünün xüsusi selik ifraz edən tutucu halqası ilə tutaraq öldürür və mitselilərini onun orqanizminə daxil edir, oradakı qidalı maddələrini sovururlar və beləliklə öz ovundan qida mənbəyi kimi istifadə edirlər. Belə güman olunur ki, göbələk öz əvvəlcə ifraz etdiyi zəhərlə nematodu tezliklə ölümcül vəziyyətə salır, sonra isə tamam öldürür. Bu göbələklər amöblərlə də qidalanır. Bütün bu qeyd etdiklərimizdən aydın olur ki, təbiətdə geniş yayılmış mikroorqanizmlər arasında müxtəlif münasibət formaları mövcuddur və mikroorqanizmlər belə xüsusiyyəti mühitə uyğunlaşma və ya yaşayış uğrunda mübarizə prosesində qazanmışdır.

Neytralizm (00) – bu zaman hər iki populyasiya bir-birinə heç bir təsir göstərmir. Neytralizm zamanı heç bir mikroorqanizm diqərinin böyümə və çoxalma sürətinə təsir etmir. Məs: *Streptococcus*, *Lactobacillus* və *Bifidobacteria* cinsindən olan ştamların yoqurtun tərkibində birgə yaşamasıdır (şəkil 12). Bu mikroorqanizmlərin birlikdə inkişaf sürəti onların təmiz kulturadakı inkişaf sürətindən demək olar fərqlənir.



Şəkil 12. Yoqurtun tərkibi (*Lactobacillus bulgaricus* (mavi), *Streptococcus thermophilus* (sarı) və *Bifidobacteria* (bənövşəyi)).

Mikroorqanizmlər təbii şəraitdə, o cümlədən su mühitində nəinki öz aralarında, həmçinin suda yaşayan bitkilərlə, heyvanlarla da müxtəlif münasibətdə olurlar və onların bu münasibətləri biosenozda birgə yaşayışı təmin edir. Suyun istər mikrobioloji, istərsə də fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin formalaşmasında onların hər birinin mühüm rolu var.

5.3. Antropogen amillərin mikroorqanizmlərə təsiri

Su hövzələrinə təbii təsirlərlə müqayisədə antropogen təsirlər hər bir cəhətdən daha güclü və təhlükəlidir. Təbii proseslərlə çirklənmiş sular adətən o qədər də qorxulu deyil, müvəqqəti xarakter daşıyır və belə sular bioloji yolla təmizlənə bilirlər. Antropogen təsirlər nəticəsində isə su dövrü olaraq daha güclü çirklənməyə məruz qalır və o, bioloji yolla lazımınca təmizlənə bilmir. Antropogen təsirlərlə su bir neçə yolla çirklənə bilər: ağır və yüngül sənaye tullantıları, atom elektrik stansiyalarının tullantıları, məişət tullantı suları (hamam, kanalizasiya və s.), xəstəxanaların tullantı suları, neftin düzgün aparılmayan istismarı, neft məhsulları daşıyan gəmilərin qəzası, müharibələr, çirkab sularının təmizlənmədən su hövzələrinə axıdılması, su hövzələri sahillərində zibilliklərin yaradılması və s. (şəkil 13).



Şəkil 13. Çirkab suyun su hövzələrinə axıdılmasının acı nəticələri.

Bütün qeyd olunan antropogen amillər su hövzələrinin keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir, oranın fauna və florasını dağıdır, ekosistemdə qida zəncirinin qırılmasına şərait yaradır. Böyük bir həcmdə su ehtiyatları yarasız hala salınır, suyun mikrobiotasının say və növ tərkibinin mənfi istiqamətdə dəyişilməsinə səbəb olduğundan orada gedən mikrobioloji proseslərin də istiqaməti dəyişilmiş olur. Belə suların yenidən təmizlənməsi isə dövlət iqtisadiyyatına ciddi mənfi təsirini göstərir (əlavə vəsait, işçi qüvvəsi, enerji və s.). Bəzi ölkələrdə hətta, əhalinin böyük hissəsi çirkab sulardan istifadə məcburiyyətində qalır. Bu kimi xoşagəlməz hallar əhali arasında infeksiyaların daha çox artmasına şərait yaradır.

FƏSİL 6 TƏBİİ SUYUN ÜMUMİ MİKROBIOTASI

S.N. Vinqradskinin 1925-ci ildə irəli sürdüyü konsepsiyaya görə ekosistemdə müşahidə olunan mikroorqanizmləri – avtohton və allohton olmaqla 2 kateqoriyaya bölmək olar.

Avtohton mikroorqanizmlər – mövcud ekosistemin tipik sakinləridir və daima orada mövcuddurlar, burada onlar artıb çoxalırlar. Onları orada hökmən aşkar etmək olar. Ekosistemlərin avtohton sakinlərinə adətən yüksək ixtisaslaşan orqanizmlər, nitritləşdirici bakteriyalar, digər qrupun növləri, isti su mənbələrinin sakinləri və ekstremal mikroorqanizmlər aiddir. Spesifik su mikroorqanizmlərinə *Micrococcus ruseus*, *Micrococcus candidans*, *Sarcina litesa*, *Bacterium aquatilis communis*, *Pseudomonas fluorescens* və *Proteus*, *Leptospira* cinslərinin müxtəlif növləri aiddir. Çırtlənməmiş sulara anaerob zonalarda *Bacillus cereus*, *B. mycoides*, *Chromobacterium violaceum* və *Clostridium* cinsinin növləri mövcuddur.

Allohton mikroorqanizmlər – suda qida maddələrinin qatılığına təsadüfi qalxmasından, yaxud müəyyən maddələrin əlavə olunmasından asılı olaraq sonradan daxil olanlardır. Belə növlər mövcud ekosistemə müəyyən dərəcədə yaddır, orada müvəqqəti olurlar və bu zaman suyu çırtləndirirlər, suyun sanitari vəziyyətini dəyişdirirlər, yaxud da sakit halda olurlar.

Ekosistemlərdə *neuston mikroorqanizmlərə* (neustos-yunan sözü olub üzən mənasına gəlir) də rast gəlinir və bu elə bir yaşayış formasıdır ki, bu zaman mikroorqanizmlərin, bitkilərin və heyvanların xırda və orta ölçülü nümayəndələri yaşadıkları zonada suyun üst səthində örtük əmələ gətirirlər. Buraya bakteriyalar, ibtidailər, yosunlar və s. daxildir. Neuston özü hiponeuston və epineystona ayrılır (Naumannoya görə, 1917).

Su mikroorqanizmlər üçün əlverişli mühit olduğundan (oksi-

gen, rütubət, üzvi maddələr, minerallar, mikroelementlər, sığına-
caq və s.) orada müxtəlif qrupların növlərinə rast gəlmək müm-
kündür: bakteriyalar, göbələklər, viruslar, ibtidailər, yosunlar və
s. Lakin bunlar arasında bakteriyalar digərlərinə nisbətən üstün-
lüyə malikdir.

Mikroorqanizmlər suya torpaqdan, havadan və atmosfer çö-
küntülərindən daxil ola bilər. Yağış və qar suyunda mikroblara çox
az təsadüf olunur.

Təbii sulara əsasən torpaq mikroorqanizmlərinə təsadüf olun-
sa da tipik su mikroorqanizmlərinə də təsadüf olunur. Bunlardan
daha çox təsadüf olunanlara *Micrococcus candidans*, *Micrococcus*
roseus, *Sarcina lutea*, *Bacterium aqiatilis comuris*, *Bacterium*
violaceum, *Pseudomonas fluorecens növlərini* və *Proteus*, *Lepto-*
spira chromobacterium, *Clostridium* cinslərinin növlərini, eyni
zamanda *Serrasinia marcescens*, *Bacillus cereus*, *Bacillus mycoi-*
des və s. növləri də göstərmək olar. Adətən təmiz sulara koklar,
çirkab sulara isə çöp formalılar çoxluq təşkil edirlər. Dafniyanın
suda olması suyun təmizliyindən xəbər verir, ona görə də ona
suyun təmizlik indikatoru deyilir. Ümumiyyətlə təbii sulara sap-
rotroflardan – psevdomonadlara, mikrokoklara, dəmir və kükürd
bakteriyalarına, miseliumlu göbələklərə, mayayabənzər göbələk-
lərə, patogenlərdən isə – *Vibrio cholerae* (xlorə törədicisinə),
Shigella cinsinin növlərinə (dizenteriya törədicisinə), *Salmonella*
typhi (qarın yatalağı törədicisi), enteroviruslara təsadüf olunur.

Su biosenozunda müşahidə olunan mikroorqanizmlər əsasən
yaşayış məskəninə uyğunlaşmış formalardır (yüksək hidrostatik
təzyiqə, osmotik təzyiqə, anaerob şəraitə, az oksigenli mühitə,
soyuq, yüksək temperatura, müxtəlif fəal turşuluğa və s.). Deməli
suyun mikrobiotası suyun fiziki və kimyəvi xüsusiyyətindən, daha
doğrusu abiotik amillərdən çox asılıdır.

Suyun ümumi mikrobiotası – 1 ml suda olan mikroorqanizm-
lərin say və növ tərkibinin cəmi ilə ifadə olunur. Suda yaşayan can-

lılar suda olan qida maddələri hesabına qidalanırlar və kütləvi sürətdə çoxalaraq mikrobioloji prosesləri yerinə yetirirlər. Su nə qədər üzvi maddələrlə zəngin olarsa bakteriyaların və suda yaşayan digər canlıların sayı da çox olur. Məs. bir çox sənaye tullantılarının axıb töküldüyü çayların suları belə mikrobların geniş yayılmasına şərait yaradır. Odur ki, bu səbəbdən şəhərdən yuxarıdakı ərazidə axar sular nə qədər mikroorqanizmlərdən kasıbdırsa, aşağı hissədə zibillənmiş, çirklənmiş sular da bir o qədər zənginlik müşahidə olunur. Şəhərin aşağı hissəsində isə yenidən həmin su təmiz su ilə əlaqələndiyindən təkrar təmizlənir. Su nümunələrinin mikrobioloji tədqiqi göstərir ki, su hövzələrində mikroorqanizmlərin miqdarı yaşayış yerindən uzaqlaşdıqca azalır və ya əksinə.

Mikroorqanizmlər arasında bakteriyalar su sevən – hidrofil mikroorqanizmlər olduğundan mikrobiotada çoxluq təşkil edirlər. Çünki, onların yaşaması üçün suda O_2 , N_2 , CO_2 , S, Fe və s. elementlər birləşmələr formasında, həll olmuş vəziyyətdə və ya sərbəst halda vardır. Ona görə də su mühiti mikroorqanizmlərin artıb çoxalmasına və mühafizəsinə şərait yaradır. Adi temperaturu sularda yaranan belə şərait müxtəlif fizioloji qruplara aid olan mezofil mikroorqanizmlərin inkişafı üçün əlverişlidir. Çirkab sularda müşahidə olunan ibtidailər, xırda heyvanlar mikroorqanizmlərlə qidalandıqlarına görə onlar müəyyən miqdarda bakteriyaların sayını azalda bilir, hətta bioloji amillərdən bakteriofaqlar, bəzi mikrobların, ibtidai və ali bitkilərin ifraz etdikləri antibakterial maddələr də su mikroorqanizmlərinin inkişafını ləngidə bilir. Buzlu su da mikrobsuz olmur, orada onlar bir neçə həftə öz həyatı qabiliyyətini saxlaya bilir. Soyuq qütb sularında psixrofillər üstünlük təşkil edirlər. Lakin termal sularda soyuq sulardan fərqli olaraq yalnız termofillər mövcuddur. Su mənbələrinin temperatura görə mikrobiotası müqayisə edildikdə məlum olur ki, orta temperaturu sularda mezofillər say və növ tərkibinə görə zəngin olsalar da, soyuq sularda psixrofillərin, termal sularda isə termo-

fillərin növ azlığı nəzərə çarpır. Hətta, elə termal sular vardır ki, orada termofillərin 1-2 növünə rast gəlinir. Bu da temperatur amilinin seleksiyaedici təsiri ilə əlaqədar hesab olunur.

Aerob mikroorqanizmlər suyun üst səthində, anaeroblar suyun dibində, fakultativ aerob və fakultativ anaeroblar suyun orta qatlarında ayrı-ayrı mikrobioloji proseslərin iştirakçılarıdır. Onların fəaliyyəti nəticəsində suda üzvi maddələr əmələ gəlir və həm də suda olan digər üzvi maddələr minerallaşmaya məruz qalaraq daha sadə birləşmələrə çevrilir. Su ekosistemlərinin hər birinin ekoloji amillərlə əlaqəli xüsusi mikrobiotası formalaşır. Təbii suyun mikrobiotası daimi olmayıb bir çox səbəblərdən, o cümlədən, temperaturdan, antropogen təsirlərdən asılı olaraq dəyişilə bilər.

Suyun 1 ml-də olan saprotrof bakteriyaların sayına əsasən təmizlik səviyyəsi müəyyən olunur. Belə ki, suda onların sayı 100-ə qədər olarsa təmiz, 100-500 olarsa şübhəli, 500-dən yuxarı olarsa yararsız su hesab olunur. Yararsız suları qaynatmadan və su təmizləyici filtrlərdən süzmədən istifadə etmək təhlükəlidir.

Çirkab sularında mikroorqanizmlərin ümumi sayı üstünlük təşkil edir və həmin mühit üçün xarakterik olan mikrob növlərindən *Leptomitus lacteus*, *Sphaerotilus natans* və *Beggiatoa* cinsinin nümayəndələrinə, çürüdücü bakteriyalara və müxtəlif ibtidailərə rast gəlinir. Patogen növlər suya kənardan kanalizasiya sularının qarışması yolu ilə düşə bilər, bu isə bəzən qanlı ishal, vəba, qarın yatalağı və s. kimi xəstəliklərin su ilə yayılmasına səbəb olur. Bağırsağ infeksiya törədiciləri və bəzi digər patogen bakteriyalar suda uzun müddət öz yoluxuculuq qabiliyyətini qoruya bilər. Məsələn, su kəmərinin suyunda qarın yatalağı amili 93 gün, qanlı ishal çöpləri 15-27, vəba vergülvariləri 4-28 gün, infeksiyon leptospirillər isə daha uzun müddətdə qala bilərlər. Ona görə də, bir çox infeksiyon xəstəliklərin sürətlə yayılmasında suyun rolu danılmazdır. Hətta onların epidemiyaların, pandemiyaların əmələ gəlməsində rolu barədə geniş məlumatlar vardır. Ona görə də əhali

tərəfindən istifadə olunan su mənbələrinin sanitar rejimi vaxtaşırı yoxlanılır. Suda olan patogen mikrobların hamısının bütövlükdə təyin edilməsi üçün müəyyən qədər vaxt, vəsait və insan əməyi tələb olunur. Bütün bunları nəzərə alaraq beynəlxalq miqyasda suyun bakterioloji müayinəsində onun tərkibində olan *Escherichia coli*-nin sayından istifadə tövsiyə olunmuşdur. Suyun tərkibində bu bakteriyaların tapılması sübut edir ki, su insan və heyvan ifrazatı ilə çirklənibdir. Səhiyyə nöqtəyi-nəzərindən suyun təmizlik dərəcəsi 1 ml-də olan saprotrof mikrobların ümumi sayına, koli-titrinə (içərisində bağırsağ çöpü tapıla biləcək suyun ən az həcminə) və koli-indeksinə (bir litr tədqiq olunan sudakı bağırsağ çöplərinin sayına) görə qiymətləndirilir. Təmiz suyun koli-titri 333-ə, koli-indeksi 3-ə bərabər olmalı və suda patogen mikroorqanizmlər aşkar olunmamalıdır. Koli-titri koli-indekslə ifadə etmək üçün 1000 koli-titrin ölçüsünə bölünür. Məs., içməli suyun koli-titri 333-ə bərabərdirsə onun koli-indeksi $1000:333=3$ olacaqdır. Bu onu göstərir ki, su içməyə yararlı o vaxt olur ki, onun koli-titri 300-dən az, koli-indeksi isə 3-ə bərabər olsun. Bəzən su açıq yollarla nəql olunarkən də çirklənə bilər, bunu nəzərə alaraq mümkün qədər şəhərlərə su kəmərlərlə verilir. Suda heyvan və bitki qalıqları, yəni üzvi maddələr çox olduqda mikrobların çoxalması üçün şərait yaranır. Suyun mikrobiotasının dəyişilməsinə suyun axma sürəti, ilin fəsiləri, kənardan daxil olan əlavə axınlar, antropogen təsirlər və s. səbəb olur. Su ekosistemləri yuxarıda qeyd edildiyi kimi oksigenlə təmin olunub, olunmalarına görə aerob və anaerob zonalara ayrılırlar.

6.1. Suyun aerob zonasının mikrobiotası

Bu zona suyun üst qatını təşkil edir və buraya adətən günəş şüaları çox düşür. Ona görə də bu zonada adətən planktonlar inkişaf edir və onlar qeyri-üzvi maddələrdən üzvi maddələr biosintez

edənlərdir. Əsasən bu zonada aerob fotosintezedicilə bakteriyalar, yaşıl yosunlar, sianobakteriyalar, mikrobakteriyalar, *Pseudomonas*, *Artröbakter* cinsinin növləri, evqulenalar və s. canlılara təsadüf olunur ki, bunlara transformatorlar deyilir. Bu canlıların fəaliyyəti nəticəsində kimyəvi enerji bioloji enerjiyə çevrilir, su oksigenlə, eləcə də üzvi maddələrlə zənginləşir və həmçinin suda oksidləşmə-reduksiya prosesləri də sürətlənir. Bu səbəbdən suyun rəngi şəffaflaşır. Sözsüz ki, burada su qatlarının yayda və payızda qarışması nəticəsində bəzən alt qatlarda olan mikroorqanizmlərə, xüsusilə fakultativ aeroblara və fakultativ anaeroblara da təsadüf olunur. Aerob şəraitdə mikroorqanizmlərin inkişafı üçün hava oksigeni tələb olunur. Burada üzvi maddələrin parçalanma prosesi axıra kimi intensiv gedib, nəticədə su, karbon qazı, hidrogen qazı, nitrat və sulfatlar əmələ gəlir. Üzvi maddələrin mineralaşması mikroorqanizmlərin iştirakı ilə baş verir və onlar həyat fəaliyyəti üçün enerji toplayırlar. Şəkərin oksigenli mühitdə oksidləşməsi bir qrup mikroorqanizmlərin iştirakı ilə baş verir. Belə mikroorqanizmlərin hüceyrələrində şəkərləri parçalayan fermentlər mövcuddur. Polisaxaridlərin parçalanmasında isə xüsusi qrup mikroorqanizmlər, o cümlədən bakteriyalar, göbələklər daha fəal iştirak edirlər. Bakteriyalar arasında *Myxobacterales* və *Cytophaqales* sırasına aid olanlar xüsusi yer tutur. Suda olan sellülozanın parçalanmasında daha fəal olan bakteriyalara *Cytophaqa*, *Sporosytophaqa* və *Sporangium* cinsinin növləri daxildir. Əvvəlki iki cinsin nümayəndələri yalnız sellülozanı parçaladıqları halda, sonuncu cinsin nümayəndələri sellülozadan əlavə digər üzvi birləşmələri də parçalayaraq mənimsəyə bilirlər. *Pseudomonas* cinsinə aid olan növlər sellülozanı oksidləşdirmək xüsusiyyətinə malik olsalar da, lakin onlar mikrokoik göbələklərin *Fusarium*, *Trichoderma* və digər cinslərin növlərinə nisbətən az fəaldırlar. Qeyd olunan mikroorqanizmlər sudakı bitki qalıqlarını destruksiya etməklə suyun təmizlənməsində mühüm rol oynayırlar.

6.2. Suyun anaerob zonasının mikrobiotası

Suyun anaerob zonası adından görüldüyü kimi oksigenin olmaması və ya hədsiz az olması ilə xarakterikdir. Bu zonada fakultativ anaerob bakteriyalarla yanaşı xüsusi qrup mikroorqanizmlərə – anaeroblara da rast gəlinir. Anaerob zonada bakteriyaların ümumi sayı aerob zonadakı bakteriyaların ümumi sayına nisbətən kəskin artır. Burada mikroorqanizmlərin xarakterik xüsusiyyəti onların çoxunda qaz vakuollarının mövcud olmasıdır. Bu zonada *Anacalomicrobium*, *Microcylus*, *Sarcina ventricula*, *Achromobacter*, bəzi dəmir bakteriyaları və s. təsadüf olunur. Oksigenin az olduğu anaerob şəraitdə mikrobioloji proseslər adətən zəif gedir və bu səbəbdən su həmişə tədricən təmizlənir. Bu zaman bir çox aralıq məhsullar alınır (ammonyak, hidrogen qazı, kiçik molekullu yağ məhsulları, merkaptanlar və s.). Bunlar isə canlılar üçün zərərli, lakin onlar digər mikroorqanizmlər tərəfindən çevrilmələrə məruz qalırlar. Göllərin anaerob zonasında fərqli ekoloji şəraitdə (nişə) anaerob, fakultativ anaerob bakteriyalardan başqa xüsusi qrup mikroorqanizmlərə də rast gəlinir. Əgər işıq hidrogen-sulfid zonasının üst səthinə daxil olarsa, onda ekoloji şəraitlər (nişə) ayarlanır, hansı ki, fotosintez edici bakteriyaların fərdi növlərinin çoxalması üçün əlverişlidir. Anaerob zonada bakteriyaların ümumi sayı, aerob zonadakı bakteriyaların ümumi sayına yaxınlaşır, lakin dimiktik göllərin üfüqi alt qatlarında və bəzi merametriq göllərdə onlar kəskin artır və 1 neçə ml-nə çata bilirlər. Su mikrobiotasının anaerob zonasının xarakteri praktik cəhətdən öyrənilməyib. Yalnız xüsusi morfoloji müşahidələr var. Kaldvel və Tiedi Miçiqaş ştatında yerləşən Vinterqi və Kalamazo göllərindəki hipolimnion qatından bakteriyaları ayırmış və elektron-mikroskopik müşahidələr aparmışlar. Göllərin hipolimnion qatında oksigenə rast gəlinməmişdir. Hidrogen-sulfid zonasının üst təbəqəsindəki termoklində isə fotosintez edici bak-

teriyalar sürətlə çoxalır. Bundan əlavə alimlər fotosintez prosesini aparmayan bakteriyaların 6 tipini təsvir etdilər, onlar hipolimnion qatının anaerob şəraitində çoxalırlar.

Anaerob şəraitdə nitrifikasiya prosesi getmir və nəticədə ammonyak toplanır. Ona görə də bu sahə nitratlardan kasıbdır. Əvəzinə isə həmin sahədə metana çoxlu miqdarda təsadüf olunur. Əgər sulfatlar çoxdursa onda hidrogen-sulfid də çox müşahidə olunur, azdırsa onda hidrogen kükürd tərkibli amin turşuları hesabına yaranır. Bu zonada purpur və yaşıl kükürd bakteriyaları, sulfatreduksiyaedici bakteriyaları, qaz vakuolu əmələ gətirən formaları tapmaq olar. Bu zonada *Lamprocystis*, *Amoebobacter*, *Thiodistyon*, *Thiopedia*, *Pelodictyon* və *Ancalochloris* və qamçıları ilə hərəkət edən *Chromatium*, *Thiospirillum* cinsinin növlərini müşahidə etmək olar.

Mikroorqanizmlərin burada xarakterik xüsusiyyəti onların çoxunda qaz vakuollarının olmasıdır. Bakteriyaların çoxu bu zonada düz piltələr şəklində aqreqatlar formalaşdırır. Oxşar mikroorqanizmlər dərin olmayan Karelın gölündə də anaerob zonada tapılmışdır. Burada qaz vakuollu bakteriyalar, metalimnion və anaerob zonalarda 50%-ə yaxındır. Onlara adətən göy-yaşıl yosunlarda, purpurlu və yaşıl kükürd bakteriyalarında rast gəlinir. Qaz vakuolları olan mikroorqanizmlərin siyahısını Uelsbi tərtib etmişdir. Bu siyahıya əsasən rəngsiz heterotrof bakteriyalar, *Anacalomicrobium*, *Prosthecomicrobus*, *Microcyclus*, *Pelonema*, *Peloploca*, *Sarcina ventricula* və başqaları aiddir. Siyahıya *Achromobacter sp.*, lifli dəmir bakteriyaları *Spirothrix psevdocuolata*, lifli fototrof yaşıl bakteriyaları *Chloronema*-ni əlavə etmək olar.

Uelsbi və Klimer hesab edirdilər ki, metabolizm məhsullarının yığılması hesabına hüceyrədaxili təzyiq artır, qaz vakuolları sıxılır və hüceyrələr üzmək qabiliyyətini itirirlər. Yığılmış məhsulların xaric edilməsi sayəsində hüceyrə yenidən üzməyə başlayır. Bir sıra faktorlar vardır ki, dərinliklə əlaqəli olaraq dəyişilir və hüceyrə

rənin üzmək qabiliyyətinə təsir edir. Bu faktorlara işıq intensivliyi, temperatur, hidrostatik təzyiq və duzluluq aiddir. Laboratoriya şəraitində fototrof bakteriyalar becərildikdə, qaz vakuollarının formalaşması temperatur 15°C -dən çox olmadıqda baş verir.

Fakultativ anaerobun növü olan *Achromobacter sp.*-də qaz vakuollarının əmələ gəlməsinə təsir edən faktorlar: temperatur, O_2 konsentrasiyası, pH, istifadə olunan substratın xarakteridir.

Anaerob zonada maddələrin istifadə sürəti yüksək deyil. Ona görə də qıvcırma məhsulları burada daha çox toplanır, sonrakı maddələrin parçalanma prosesini tormozlayır və onlar dib çöküntüsü kimi yığılmış olurlar.

6.3. Suyun mikroaerofil zonasının mikrobiotası

Durğunluq dövründə göl suyunun alt qatlarında həll olmuş oksigenin daha sürətli itirilməsi müşahidə olunur, ancaq yuxarı səthdə-aerob zona ilə təmas nöqtəsində mikroaerofil zona müşahidə olunur. Mikroaerofil zonada 1 l suda həll olan oksigenin miqdarı 0-dan 1-1.5 mq-a qədər dəyişilir.

Mikroaerofil zonanın ən əhəmiyyətli xüsusiyyəti burada oksigen ilə yanaşı, həm də üzvi maddələrin parçalanması, kükürd, azot, dəmir və manqan kimi mineral birləşmələrin reduksiyası nəticəsində əmələ gələn məhsulların toplanmasıdır. Bu məhsulların sırasına: H_2 , CH_4 , H_2S , NH_3 , Fe^{2+} , Mn^{2+} daxildir. Bu isə maddələrin oksidləşməsində iştirak edən mikroorqanizmlərin inkişafı üçün əlverişli şərait yaradır. Bu mikroorqanizmlərə hidrogen oksidləşdiricilər, metan oksidləşdiricilər, tion və dəmir bakteriyaları, işıqın mövcudluğu şəraitində yaşayan fotosinzededici bakteriyalar daxildir. Mikroaerofil zona ən çox 2-3 metr dərinliyə qədər su qatını əhatə edir. Reduksiya olunmuş birləşmələrin aşağı enməsi, oksigenin isə yuxarı qalxması hesabına burada qatılıq fərqi yaranır. Eyni zamanda bu zona termoklin qatından temperatur rejimi-

nə görə də fərqlənir. Bu isə ona gətirib çıxarır ki, hər bir bakteriya növünün inkişafı onlar üçün əlverişli şəraiti olan su qatında gedir.

Dib qatlarına daima reduksiya edilmiş məhsulların daxil olunması bakteriyaların kütləvi şəkildə çoxalmasına kömək edir. Bakteriyalar reduksiya edilmiş maddələrdən energetik material kimi istifadə etməklə su hövzələrində üzvi maddələrin ilkin istehsalında iştirak edirlər.

Mikroaerofil zonada baş verən mikrobioloji proseslərdən ən əhəmiyyətli qaz halında olan birləşmələrin – hidrogen və metanın oksidləşməsi, azot, dəmir, manqan və kükürdün isə reduksiya olunmasıdır. Axırıncılar bu elementlərin su hövzələrinin daxili dövriyyəsində mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Kükürd, azot, dəmir və manqan kimi elementlərin dövriyyəsində iştirak edən mikroorqanizmlərin ekologiyası ilə ayrıca bölmələrdə tanış olacağıq.

Mikroaerofil zonada yuxarı hissədə az miqdarda oksigenə təsadüf olunsada, aşağıda metana, ammonyaka, hidrogenə və dəmir oksidləşdirici bakteriyalara, xemotroflara və həmçinin sianobakteriyalardan *Oscillatoria limnetica*-ya da rast gəlinir. Bu zona üçün yüksək bioloji aktivlik xarakterikdir.

6.4. Suyun dib çöküntülərinin ümumi mikrobiotası

Suyun dib çöküntülərinin əsas xarakterik xüsusiyyəti odur ki, 1 neçə sm-lik nazik təbəqədə onlar suyu filtr etmirlər. Beləliklə, lil tullantılarında artan və azalan su cərəyanları, ayrı-ayrı horizontlar arasındakı əlaqələr və su kütləsi istisnadır. Lakin onlar canlılar və minerallarda baş verən zəif diffuziya sayəsində ola bilər. Buna görə də lil tullantıları özü ilə xarakterik ekoloji zonanı formalaşdırır. Müxtəlif tipli göllərdə onlar fiziki və kimyəvi xassələrinə, mexaniki tərkibinə, oksidləşdirici şəraitinə, canlıların saxlanması və lil qarışığının duzluluq tərkibinə görə bir-birindən kəskin fərqlənir. Lil tullantılarında hər bir horizont su kütləsinin çevrilməsi

sayəsində ölçülmüş hissəcikləri və hər il yeni tullantılarla örtülməsi sayəsində formalaşır. Lil tullantılarının klassifikasiyası Lundkvist tərəfindən hazırlanıb və məlum olub ki, lil tullantıları mənşəyinə görə bir-birindən fərqlənən mineral əsaslardan və canlılardan ibarətdir. Mənşəyi müxtəlif olan lillərdə canlıların miqdarı böyük fərqlə müşahidə olunur. Oliqotrof göllərdə lilin tərkibi 3-5% interval arasından quru lilə qədər dəyişilir, hansı ki, evtrof göllərdə 50-60%, mezotrof və evtrof göllərdə isə bir-birinə yaxındır. Vaksmanın analizi göstərdi ki, müxtəlif tipli göllərdə canlıların kütləsində ayrı-ayrı komponentlərin tərkib faizi müəyyən interval arasında dəyişir: hemosellüloza və şəkər – 9,7-14,14; ümumi azot – 3,7-4,5; mum və bitun – 8,0; sellüloza – 7,0-7,5. Belə hesab etmək olar ki, lil tullantılarında sərbəst şəkərlər yoxdur, lakin Vallentayn Amerika göllərinin lillərində saxarozanı, maltozanı, qlükozanı, qalaktozanı, fruktozanı və başqa şəkərləri müşahidə etdi: 1 kq quru lildə onların ümumi miqdarı 10-300 mq olmuş, saxarozanın daha çox miqdarına yuxarı təbəqədə rast gəlinmişdir. 40-45 sm dərinlikdə isə şəkərə təsadüf olunmamışdır. Lil tullantılarında mikroorqanizmlərin yaşaması və fəaliyyəti üçün vacib faktorlarından biri oksidləşdirici-bərpaedici şəraitin olmasıdır. Evtrof göllərdə oksidləşdirici-bərpaedicinin potensialı nisbətən aşağıdır ($rH_2=8$). Bu göllər canlılar və dəmir-sulfidlə zəngindir. Dərinlikdə isə mikrobioloji proseslər sakitləşir və oksidləşdirici-bərpaedicinin potensialı yenidən artır.

FƏSİL 7**MÜXTƏLİF SU EKOSİSTEMLƏRİNİN MIKROBIOTASI**

Müxtəlif ekoloji şəraitə malik olan ekosistemlərin mikrobiotası da bir-birindən kəskin fərqlənir, bu mikroorqanizmlərin say və növ tərkibində müşahidə olunur. Hətta, yeraltı və yerüstü suların mikrobiotasında bu fərq daha çox nəzərə çarpır. Lakin hər bir halda mikrobiotanın formalaşması suyun mənşəyindən, onun fiziki-kimyəvi tərkibindən, həmçinin su hövzəsinə kənardan daxil olan müxtəlif tərkibli axıntılardan və s. amillərdən asılıdır.

7.1. Okeanların ümumi mikrobiotası

Okeanlar səthinin böyüklüyünə, həcminə görə nəhəng ekosistemdir. Baxmayaraq ki, okeanlar günəş enerjisinin çox hissəsini udub saxlayır, onlar qida məhsullarının toplanmasında zəif iştirak edirlər. Yer üzərində istehsal olunan zülalın yalnız 9-10%-i okeanda əmələ gəlir. Onun paylanması ilkin biokütlənin əmələ gəlməsindən, qida maddələrinin miqdarından, əsasən nitrit və fosfatlardan asılıdır. Bu proseslərdə isə azotun və fosforun çevrilmələrində iştirak edən mikroorqanizmlərin birbaşa və ya dolayı yolla iştirakı mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Burada gedən mikrobioloji proseslər nəticəsində ilkin üzvi maddələrin əmələ gəlməsində iştirak edən fotosintezedicilərə, fitoplanktonlara, plankton ibtidailərə, eyni zamanda bentoslara və dib çöküntülərində fəaliyyət göstərən anaeroblara rast gəlinir. Kükürd bakteriyaları, metan bakteriyaları xüsusilə üstünlük təşkil edir. Onu da qeyd edək ki, okeanların həcmnin böyük olması ilə əlaqədar olaraq onların mikrobiotasının dəqiq öyrənilməsi çətinlik törədir. Aparılan mikrobioloji tədqiqatlar göstərir ki, okeanlarda bütün sisteməlik və fizioloji qruplara aid olan bakteriyalara rast gəlinir: *Mycobacte-*

rium filiformis, *M. lacticolum*, *M. luteum*, *Bacterium agile*, *B. candidans*, *Pseudobacterium bifforme*, *Ps. liguida*, *Ps. sinuoza*, *Bacillus catenula*, *Bac. idosus*, *Bac. filaris*, həmçinin koklardan *Micrococcus albicans*, *M. radiatus*, *Sarcina subflava*, *S. luteola*, geniş arealda maya göbələklərinin növləri yayılmışdır. Lakin suyun tərkibindən asılı olaraq bakteriyaların say və növ tərkibində fərq müşahidə olunur. Okeanlarda bakteriyalarla yanaşı yosunların tək hüceyrəli (xlorella), kolonial və çox hüceyrəli formalarına, ibtidailərin tək, kolonial və çox hüceyrəli növlərinə rast gəlinir.

7.2. Dənizlərin ümumi mikrobiotası

Dənizlərdə də üst səthdə nazik təbəqə əmələ gətirən ilkin produsentlər tək hüceyrəli fitoplankton yosunlardır (*Caulobacter*, *Hyphomicrobium* və s.). Aerob şəraitdə *Halobacterium*, *Halococcus*, *Haloarcula* növləri yaşayır və qırmızı pigment əmələ gətirirlər. Bakterioloji nöqtəyi-nəzərdən çevrilmələr dənizlərin kənarında baş verir. Dənizlərdə hər yerdə sulfatlara (*Desulfovibrio halophilus*, *D. retbaense*) təsadüf olunması ona gətirib çıxarır ki, anaerob zonada və mikroaerofil zonalarda sulfat reduksiya edici bakteriyaların fəaliyyəti nəticəsində hidrogen-sulfid əmələ gəlir, bu isə sözsüz ki, bakterial flora üçün öz təsirini göstərir. Dənizlərdə metanəmələ gətirən bakteriyalara da rast gəlinir (*Methanohalophilus*, *Methanohalobium*, *Methanobolus*). Dəniz sularında göy-yaşıl yosunların bir neçə nümayəndəsi yaşayır. Dənizlərin mikrobiotasının tərkibinə yaşıl yosunlar, diatom yosunlar da daxildir və onların müxtəlif növlərinə rast gəlinir. Dənizlərdə həmçinin ibtidailərin əksəriyyətinə təsadüf olunur. Bir çox ibtidailər bentosların və planktonların tərkibinə daxildir. İbtidailərin insanlarda, heyvanlarda və bitkilərdə xəstəlik törədən növlərinə də təsadüf olunur. Bunlardan sarkodinləri, sporluları, qamçılıları və s. göstərmək olar. Dənizlərin sahil zonalarda olan halofil bakteriyalar

hələlİK lazımı səviyyədə öyrənilməmiş qalmaqdadır.

Müasir dövrdə nəzər diqqəti çəkən məsələlərdən biri də dənizlərdə çətin parçalanan maddələrin parçalanmasında iştirak edən mikroorqanizmlərin aşkara çıxarılmasıdır. Çünki dənizlərə axıdılan çirkab suları üzvi qarışıqlarla çirkləndikləri kimi müəyyən miqdarda duzlarla, o cümlədən sulfatlarla və həm də bitki qalıqları ilə zənginləşmiş olurlar. Ona görə də balıqçılıq təsərrüfatı üçün dəniz ekosistemlərində baş verən mikrobioloji çevrilmələrin öyrənilməsinə böyük əhəmiyyət verilməsi vacib məsələlərdəndir.

7.3. Göllərin ümumi mikrobiotası

Göllər, həmçinin gölməçələr haqqında elm (limnologiya) onların nisbi durumunu başa düşməyə imkan verir. Göllər, həmçinin nisbətən kiçik su hövzələri sərhəddi yaxşı məlum olan və asan təsəvvür olunan su ekosistemlərinə aiddir. Bu hövzələrdə aerob, həmçinin anaerob zonaları ayırd etmək asan olur. Göllərdə belə zonalar çox geniş sahələri əhatə edir və ona görə də onlarda mikrobioloji tədqiqatları aparmaq asandır. Bu səbəbdən göllər daha geniş mikrobioloji tədqiq olunmuşdur. Göl və gölməçələrdə gedən bioloji proseslərə suyun fiziki xassələri böyük təsir göstərir. Su 4°C-də ən yüksək sıxlığa malik olur və dərinləşdikcə suyun hərərətində dəyişilmə müşahidə olunur. Hətta ilin fəsillərindən asılı olaraq suyun stratifikasiyasında az və ya çox qatılıq müşahidə olunur. Ona görə də epilimnion, hipolimnion və termoklin zonalarda mikrobioloji proseslərin sürətində fərq də müşahidə olunur. Suda olan oksigen qatların dəyişilməsi ilə əlaqədar olaraq bütünlüklə hər tərəfə yayılmış olur və bu mikroorqanizmlərin də bütün zonalarda qarışmasına səbəb olur. Maddələrin mikroorqanizmlər tərəfindən çevrilməsi və biokütlənin miqdarı su hövzəsində olan qida maddələrinin miqdarından asılıdır. Bu maddələrlə zəngin evtrof göllərdə mikrobioloji çevrilmələr çox sürətlə,

zəngin olmayan oliqotrof göllərdə isə çox zəif gedir. Göllərdə ilk aerob parçalanma dövründə oksigen istifadə olunur və dibdə anaerob şərait yaranır. Anaerob parçalanma nəticəsində hidrogen, hidrogen-sulfid, metan, karbon qazı və s. əmələ gəlir. Göllərin suyunda *Caulobacter*, *Cyclobacter*, *Hyphomicrobium*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Sarcina*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Streptococcus* cinslərinin müxtəlif növlərinə, həmçinin sianobakteriyalara – göy-yaşıl yosunlara, yaşıl və diatom yosunlara aid növlərə də təsadüf olunur. Göllərdə həmçinin sarkodinlərin, qamçılıların, sporluların, knidsporidilərin, kirpikliyənlərin növlərinə də rast gəlinir. İbtidailərin bəzi növləri balıqlarda və digər su heyvanlarında müxtəlif xəstəliklər əmələ gətirirlər.

7.4. Çayların ümumi mikrobiotası

Çaylar axar sulara aiddir və onlar şirin sular adlanır. Çayların mikrobiotası daimi deyil. Burada bakteriyalara, aktinomisetlərə, göy-yaşıl yosunlara, yosunlara, göbələklərə, ibtidai heyvanlara təsadüf olunur. Ona görə də mikrobioloji proseslər çaylarda da baş verir və bu proseslər çayların başlangıcına yaxın sahələrdə daha sürətlə gedir. Məsələn ondadır ki, çaylar uzun məsafəni qət etdiyindən relyefi, iqlim şəraiti müxtəlif yerlərdən, dağlıq ərazilərdən, yaşayış sahələrinə uzaq və ya yaxın yerlərdən, müxtəlif ölkələrin ərazilərindən keçir. Bu zaman çaylar bir çox hallarda çirklənmələrə məruz qalır və belə vəziyyətin əmələ gəlməsi çayların mikrobiotasına güclü təsirini göstərir. Belə ki, alloxton mikrobiota zənginləşir, hətta çay sularından istifadəni məhdudlaşdırır. Bütün bunlara baxmayaraq çaylarda da digər su ekosistemlərində olduğu kimi bütün mikrobioloji proseslər baş verir. İstər suyun çirklənməsində, istərsə də suyun təmizlənməsində iştirak edən mikroorqanizmləri ayırd etmək mümkündür. Çay sularının mikrobiotası da ilin fəsilələrindən, suyun dərinliyindən, axma sür-

ətindən, nəhayət çaya axıdılan çirkab suların miqdarından və kimyəvi tərkibindən asılı olaraq dəyişilir. Digər tərəfdən səthinin geniş olması mikrobiotanı daha da zənginləşdirir. Lakin suyun mikrobiotasının bu zaman tez-tez dəyişilmələrə məruz qalması nəticəsində belə suların daimi mikrobiotası olmur. Bununla belə hər bir şəraitə davamlı olan növlər belə sular üçün xarakterik sayıla bilər. Suyun tərkibinə daxil olan üzvi və qeyri-üzvi maddələrin miqdarının və keyfiyyətinin dəyişilməsi nəticəsində mikroorqanizmlərin inkişafında da dəyişilmələr daha çox nəzərə çarpır. Suda yaşayan bitkilərin, heyvanların həyat fəaliyyətləri nəticəsində əmələ gələn metabolizm məhsulları, günəş şüaları, radiasiya və s. mikroorqanizmlərin inkişafına güclü təsir göstərən amillərdəndir. Yerüstü sulara daxil olan çayların mikrobiotası digər sulara nisbətən sadədir. Bu onunla əlaqədardır ki, su axın zamanı təmizlənir və bu təmizlənmə ilin fəsillərindən və antropogen təsirlərdən çox asılıdır. Lakin çaylara axıdılan çirkab, kanalizasiya suları, xüsusilə zavod və fabriklərin təmizlənmədən axıdılan çirkab suları onların hədsiz çirklənməsinə və yararsız hala düşməsinə səbəb olur. Məsələn, iri çaylarımızdan olan Kür və Araz qonşu dövlətlərin ərazilərindən keçən zaman yüksək dərəcədə çirklənmələrə məruz qalırlar. Çirklənmiş çay suları bəzən heç suvarmaya da yaramır. Çay suları başlanğıcda mikrobioloji cəhətdən təmiz hesab olunsa da, yaşayış yerlərinə yaxınlaşdıqca çirklənmə get-gedə sürətlənir və ya əksinə yaşayış yerindən uzaqlaşdıqca yenidən təmizlənmə prosesi başlanır. Yerüstü sular havanın və torpağın ekoloji tarazlığının pozulması zamanı da çirklənməyə məruz qaldığından mikrobiotada da dəyişkənlik özünü göstərir. Havada olan zəhərli maddələr və bir çox xəstəlik törədiciləri atmosfer çöküntüləri ilə birlikdə küləklə suya çökür və nəticədə kütləvi xəstələnmə – epidemiya halları baş verir. Haqlı olaraq bir çox yoluxucu xəstəliklərin, xüsusən də qorxulu vəba, qarın yatalağı, taun, bir çox virusların yayılmasında, epidemiyaların yaran-

masında yerüstü suların başlıca amil olması qeyd olunur. Çünki, patogen formalar suda bəzən uzun müddət öz həyatı qabiliyyətlərini saxlaya bilirlər.

7.5. Yeraltı suların ümumi mikrobiotası

Təbiətdə yerüstü sulardan əlavə yeraltı sular da mövcüddür və onlara əsasən qrunt suları, artezian suları, soyuq və termal sular aiddir. Bundan əlavə torpağın tərkibində də müəyyən qədər suya təsadüf edilir ki, bu da torpağın rütubətliliyini təmin edir və onun məhsuldarlığını artırır.

1. *Qrunt suları*. Bu sularının da özünəməxsus mikrobiotası formalaşır, burada mikroorqanizmlərin miqdarına az təsadüf olunur və bu torpağın filtrləmə qabiliyyəti ilə əlaqədardır. Qrunt sularının formalaşması torpağın tipindən, bitki örtüyündən asılıdır və onlar mikrobiotasına görə fərqlənir. Sonradan suyun digər sularla qarışması nəticəsində mikrobiotası bu və ya digər tərkibdə formalaşır. Bu sularda əsasən torpaqda yaşayan mikroorqanizmlərə, o cümlədən bakteriyalara, aktinomisetlərə, mikroskopik göbələklərə, onların sporlarına və ibtidailərə rast gəlmək mümkündür. Sözsüz ki, həmin şəraitdə onlar say və növ tərkibinə görə nisbətən azlıq təşkil edirlər. Suyun tərkibi fasiləsiz olaraq müxtəlif vaxtlarda dəyişilir, bu proses bəzən sürətli və bəzən də yavaş gedir. Bu sular yerin dərin qatlarına hərəkət edir və heç zaman demək olmaz ki, onlar ətraf mühitlə tam təcrid olunmuş vəziyyətdə olurlar.

2. *Artezian suları*. Artezian suyu (lat. *Artesium* Fransada yerləşən Artua əyalətinin adı ilə əlaqəlidir) təzyiqli yeraltı su mənasına gəlir. Avropada ilk dəfə fontan quyusu Fransada qazılmış və ona *artezian quyusu* adı verilmişdir. Artezian suları qrunt sularından və laylararası sulardan çox fərqlənir. Materiklərin yeraltı sularının əsas kütləsi artezian sularıdır. Artezian hövzələrinin bü-

tün dərinliklərində suyun yaşı müxtəlifdir. Minerallaşma dərəcəsi sulu horizontların əmələgəlmə vaxtı və yolu ilə təyin olunur. Artezian quyularının və bulaqların suyu demək olar ki mikrobsuz olur (1 ml-də 10 ədəd). Belə sulardan minerallaşma dərəcəsiindən, kimyəvi tərkibindən asılı olaraq müxtəlif məqsədlər üçün, o cümlədən içməli su kimi istifadə olunur. Suda əsasən mikroorqanizmlərin çoxluğu orada olan qidalı maddələrlə əlaqədardır, lakin belə sulara mikroblar yalnız su torpaq səthinə çıxdıqdan sonra düşə bilər. Ümumiyyətlə, torpağın süzmə qabiliyyəti ilə əlaqədar olaraq yeraltı sularda mikroorqanizmlərin miqdarı hədsiz azdır.

3. *Termal sular.* Bunlar əvvəlki ekosistemlərdən fərqli olaraq yerin daha dərin qatlarında (2-3 km) yerləşən yeraltı sulara daxildir. Onlar öz mənşəyinə, dərinliyinə, temperaturuna, mühitin fəal turşuluğuna, duz və qaz tərkiblərinə görə həm əvvəlki ekosistemlərdən, həm də bir-birindən kəskin fərqlənir. Bu suların temperaturu əsasən 40-80°C arasında dəyişilir, lakin daha yüksək temperaturlu sular da mövcuddur. Yeraltı sular olduqca müxtəlif ekoloji şəraitlərdə formalaşır. Bəzilərində suların minerallaşması xlor duzlarının, bəzilərində sulfatların, bəzilərində isə kationlardan natriumun, digərlərində maqneziumun və s. hesabına baş verir. Bəzi hallarda yeraltı sularda çoxlu miqdarda elementlərin qatılığına təsadüf olunur ki, onlara yerüstü sularda ya heç təsadüf olunmur, yaxud da olduqca az miqdardadır. Bu sularda sürmə, mis, sink, manqan, bor, brom və başqa mikroelementlərə də təsadüf olunur. Buna baxmayaraq belə sularda da mikroorqanizmlər mövcuddur və bu sularda mühitdə temperaturun artması ilə əlaqədar mikroorqanizmlərin növ tərkibinin sadələşməsi və say tərkibinin azalması müşahidə olunur. Hətta, yüksək temperaturlu sularda yalnız ekstremal termofil bakteriyalara təsadüf olunur. Bütün bunlar mühitin temperaturunun və pH-nın selektsiyaedici təsirinin nəticəsidir.

Yeraltı sulara mikroorqanizmlər əsasən ana süxurlardan, lay

sularından daxil olsa da, bəzən kənardan qarışmalara da rast gəlmək mümkündür.

Termal suların mikrobiotası digər ekosistemlərin mikrobiotasından kəskin fərqlənir. Burada termofil bakteriyalarla yanaşı suyun temperaturundan asılı olaraq aktinomisetlərə, mikroskopik göbələklərə və yosunlara da təsadüf olunur. Termal sularda mikroorqanizmlərin inkişafı mühitin temperaturu ilə yanaşı oradakı hidrogen ionlarının qatılığından da çox asılıdır. Bu qanunauyğunluğu amerikalı ekoloq T. Brok və əməkdaşı G. Derland ABŞ-da Yellüstan Milli Parkının 300-dən çox müxtəlif tərkibli sularını tədqiq edərkən müəyyən etmişlər.

Termofillərin digər mikroorqanizmlərlə müqayisədə yüksək temperaturda yaşaya bilmələrinin səbəblərinin aydınlaşdırılması bir sıra mülahizələrin əmələ gəlməsinə səbəb olmuşdur. Şübhə yoxdur ki, bu mikroorqanizmlər yeraltı süxurlara xaricdən düşməmiş, güman olunur ki, onlar Yer kürəsi formalaşan zaman ana süxurlar arasında qalmış Arxey erasının ilk sakinləridir. Termal sularda yaşayan bakteriyalar bir qayda olaraq adətən sianobakteriyalarla simbioz vəziyyətdə yaşayırlar.

Termofil mikroorqanizmlərin mənşəyi, yayılması, hüceyrə quruluşu və s. barədə məlumatlar zaman-zaman zənginləşmiş, onların sitologiyası, molekulyar və hüceyrə səviyyəsində, yüksək temperatura davamlılığının mexanizmi molekulyar biologiyanın müasir metodlarının tətbiqi sayəsində mümkün olmuşdur.

Temperaturu nisbətən aşağı olan termal sularda mikroorqanizmlərin növ müxtəlifliyinə təsadüf olunduğu halda, daha yüksək temperaturlu sularda yalnız ekstremal termofil bakteriyaların növləri müşahidə olunur.

Termal sularda hakim olan yüksək temperatur şəraiti suyun səciyyəvi xüsusiyyətlərinin formalaşmasına təsir etdiyi kimi, orada yaşayan mikroorqanizmlərin inkişafına da bilavasitə təsirini göstərir. Qeyri-əlverişli şəraitdə öz həyat fəaliyyətini davam etdi-

rən və termal sulara məskən salan mikroorqanizmlər uzun illər tədqiqatçıların diqqətini cəlb etməmişdir. Lakin sonralar məlum olmuşdur ki, torpaqda, torfda, lildə, üzvi gübrələrdə, yeyinti məhsullarında və s. substratlarda termofil mikroorqanizmlərə təsadüf olunmasına baxmayaraq, onların əsas yaşayış məskəni məhz termal sulardır. Termal sular metanogenlərin, sulfatreduksiyaedicilərin, ekstremal halofillərin, ekstremal asidofillərin və b. ilk yaşayış məskənidir.

Termal sulara yaşayan mikroorqanizmlər orada öz həyat fəaliyyətləri ilə bir çox mikrobioloji proseslərdə iştirak edir, suyun fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin, müalicəvi əhəmiyyətinin formalaşmasını təmin edirlər. Onu da qeyd edək ki, hal-hazırkı dövrə qədər termal suların tərkibində heç bir patogen növlər qeydə alınmamışdır. Bu suların müalicəvi xüsusiyyətini nəzərə alaraq bir çox xəstəliklərin müalicəsində geniş istifadə olunur.

Termal sulara bakteriyaların spor əmələ gətirməyən və spor əmələ gətirən növləri yayılmışdır. Yüksək temperaturlu karbonatlı termal sulara spor əmələ gətirməyən *Thermus* cinsinə aid bakteriyalar üstünlük təşkil edir. Məs., *Thermus aquaticus*, *T. ruber*, *T. flavus*, *T. filiformis*, *T. thermophilus* və s. Bu növlərin mezofillər arasında analoquna təsadüf olunmur.

Termal sulara spor əmələ gətirənlər arasında termotolerantlara aid olan növlərdən əlavə, həm də ekstremal-termofil *Bacillus stearothermophilus* və *Bac. coagulans* növlərinə də təsadüf olunur ki, onların da hələlik mezofillər arasında analoquna təsadüf olunmayıb. Termal sulara *Bacillus* cinsinin termotolerant növlərinə – *Bac. circulans*, *Bac. brevis*, *Bac. mezentericus*, *Bac. megaterium*, *Bac. cereus*, *Bac. mycoides* və s. rast gəlinir. Nisbətən aşağı temperaturlu sulara *Pseudomonas fluorescens*, *Micrococcus rozens*, *Bact. volaceum*, *Spirillum rubrum* və digərlərini müşahidə etmək olur. Onların arasında aerob və anaerob növlər var. Burada aerobların inkişaf edə bilməsinin əsas səbəbi onların göy-

yaşıl yosunlarla assosiativ vəziyyətdə yaşaya bilməsidir. Çünki, göy-yaşıl yosunlar yer üzərində oksigenin əmələ gəlməsində iştirak edən ilk canlılardır. Onlar fotosintez prosesində ətrafa oksigen verirlər. Öz həyatları üçün lazım olan qida maddələrini isə termofillərin metabolitlərindən əldə edirlər. Aktinomisetlərdən termofillərə aid *Thermoactinomyces diastaticus*, *Thermomicromonospora vulqaris* növlərinə, mikroskopik göbələklərdən *Penicillium duponti*, *Pen. chyrosogenium*, *Chaetomium thermophile*, *Aspergillus terreus*, *Asp. tropicalis* növlərinə termal sulara rast gəlinir.

Termal sulara yüksək temperaturun və güclü turşuluğun olmasına baxmayaraq (məs., pH=2) *Sulfolobus acidocaldarius* növü kimi kükürd bakteriyalarına təsadüf olunur. Bütün bunlar göstərir ki, nə qədər mühit ekstremal şəraitli olsa belə, orada hansısa bir və ya bir neçə növ mühitə uyğunlaşaraq inkişaf etmə xüsusiyyəti qazanmışdır. Tədqiqatların nəticələri göstərir ki, mühitin temperaturu və pH-ı mikroorqanizmlərin inkişafına limitləşdirici təsir göstərdiyindən temperatur dəyişdikcə yüksək temperaturlu sular da bəzən yalnız bir və ya bir neçə növün təsadüf olunması təkamül zamanı təbii seçmənin nəticəsi kimi qiymətləndirilə bilər.

Termal sulara yaşayan mikroorqanizmlərdən son zamanlar bir çox bioloji fəal maddələrin istehsalı üçün produsent kimi istifadəyə üstünlük verilir.

7.6. Azərbaycanın termal sularının ümumi mikrobiotası

Azərbaycan ərazisində Böyük Qafqaz, Kiçik Qafqaz və Talış Dağlarında formalaşan 30 sayda termal suların mikrobiotası öyrənilmişdir. Respublikamızın termal sularının əksəriyyəti qaz tərkibinə görə kükürlü sulara aiddir, lakin aralarında karbonatlı, metanlı və azotlu sulara da təsadüf olunur. Termal suların mikrobiotası suyun ekoloji vəziyyətindən asılı olaraq dəyişkəndir. Bu

fərqi əmələ gəlməsi suyun temperaturu ilə yanaşı, həm də suyun qaz, duz tərkibi ilə də əlaqədardır. Belə suların tərkibində müxtəlif növ mikroelementlərə də rast gəlinir. Tədqiq olunan yüksək temperaturlu sulardan ekstremal termofillərdən *Thermus flavus*, *Bac. stearothermophilus*, *Bac. coagulans* növləri, obliqat mülayim termofillərdən *T. ruber*, *T. thermophilus*, nisbətən aşağı temperaturlu sulardan *Bacillus* cinsinin digər növləri, eyni zamanda *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Azotobacter* cinsinin növləri və həmçinin azotun, kükürdün çevrilmələrində iştirak edən cinslərin növləri ayrılmışdır. Həmin sularda aktinomisetlərin, göbələklərin müxtəlif cinslərinə aid növlərə də təsadüf olunur. Onların arasında ekzoferment xüsusiyyətli növlər vardır. Azərbaycanın termal suları mikrobiotasına görə bir-birindən kəskin fərqlənir. Temperaturun mühitdə yüksəlməsi və mühitin pH-ın dəyişməsi mikrobiotanın formalaşmasında limitləşdirici faktorlardır.

Cədvəl 2. Azərbaycan Respublikasının Böyük Qafqaz, Kiçik Qafqaz və Talış Dağları ərəzilərinin termal sularından ayrılan müxtəlif fizioloji qruplara aid növlərin bəzi xüsusiyyətləri (Əhmədova, 1991, 2008)

Növlərin adı və ştam sayları	Orama görə rənglənmə	Oksigenə münasibət	pH-a münasibət			İnkişaf temperaturu, °C		
			opt.	maks.	min.	opt.	maks.	min.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Bakteriyalar</i>								
<i>Thermus thermophilus</i>	(-)	ob. aerob	7,5	9,0	6,5	60-65	70-75	40-45
<i>Thermus ruber</i>	(-)	ob. aerob	7,5	9,0	6,5	60-65	70	40
<i>Thermus flavus</i>	(-)	ob. aerob	7,5	9,0	6,5	60-65	70-75	40
<i>Flavobacterium thermophilum</i>	(-)	ob. aerob	7,0	8,5	6,5	60-65	70-75	40-45
<i>Flav.sp.n.</i>	(-)	ob. aerob	7,0	9,0	6,0	60	75	40-45
<i>Azotobacter chroococcum</i>	(-)	aerob	7,5	7,0	6,5	45	55	30-35
<i>Azotobacter ağılı</i>	(-)	aerob	7,5	7,0	6,5	45	50	30-35

Fəsil 7. Müxtəlif su ekosistemlərinin mikrobiotası

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Azotobacter nigricans</i>	(-)	aerob	7,5	7,0	6,5	45	50-52	30-35
<i>Micrococcus aquaticus</i>	(+)	aerob	7,5	8,0	6,5	40	50	35
<i>Micrococcus albitus</i>	(+)	aerob	7,5	8,0	6,5	40	50	35
<i>Pseudomonas thermophilus</i>	(-)	ob. aerob	7,0	8,0	6,0	40-45	50	30-35
<i>Pseudomonas denitrificans</i>	(-)	aerob	7,0	8,5	6,5	40	50	30
<i>Pseudomonas aeroginoza</i>	(-)	aerob	7,0	8,5	6,5	40	45-50	30
<i>Pseudomonas zelinski</i>	(-)	aerob	7,0	8,0	6,5	35-40	50	30
<i>Mycobacterium phlei</i>	(+)	aerob	7,0	9,0	6,5	50	55-60	35-40
<i>Mycobacterium mucosum</i>	(+)	aerob	7,0	9,0	6,5	«-»	«-»	«-»
<i>Mycobacterium luteum</i>	(+)	aerob	6,5	7,5	7,0	38-40	50	30-32
<i>Mycobacterium rubrum</i>	(+)	aerob	6,5	7,5	7,0	37-40	45-50	30
<i>Mycobacterium sp.n.</i>	(+)	aerob	6,5	7,5	7,0	«-»	«-»	«-»
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	(+)	aerob, fak. anaerob	7,0	7,8	6,5	55-65	70-75	40-45
<i>Bacillus coagulans</i>	(+)	aerob, fak. anaerob	5,0	6,5	4,5	6—65	70-75	40
<i>Bacillus megaterium</i>	(+)	aerob, fak. anaerob	7,1	7,5	6,5	50-60	65-70	40
<i>Bacillus mesentericus</i>	(+)	aerob, fak. anaerob	7,1	7,6	6,5	50-60	65-70	40-45
<i>Bacillus subtilis</i>	(+)	aerob, fak. anaerob	7,5	7,8	6,5	50-55	60-65	40
<i>Bacillus circulans</i>	(+)	aerob, fak. anaerob	7,5	8,0	7,0	50-55	65-70	40
<i>Bacillus brevis</i>	(+)	aerob, fak. anaerob	7,0	8,0	6,5	50-55	60-65	40
<i>Bacillus cereus</i>	(+)	aerob, fak. anaerob	7,0	8,0	6,5	50-55	60-70	40-45
<i>Bacillus mycoides</i>	(+)	aerob, fak. anaerob	7,0	8,0	6,5	50-55	60-65	40-45
<i>Nitrococcus nitrosus</i>	(-)	anaerob	7,0	7,5	6,5	45	55	35
<i>Nitrosomonas europaea</i>	(-)	anaerob	7,0	7,5	6,5	40-45	50-55	35
<i>Nitrobacillus thermophilus</i>	(+)	anaerob	7,0	7,5	6,5	60	70	40
<i>Azotomonas fluorescens</i>	(-)	aerob	7,0	7,5	6,0	45	55	35-40
<i>Beggiatoa alba</i>	(-)	anaerob	7,0	8,0	6,5	50-55	60-70	35-40
<i>Thiobacillus denitrificans</i>	(+)	anaerob	7,0	8,0	6,5	50-55	60	40
<i>Clorobium thermophilus</i>	(-)	aerob, fak. Anaerob	7,5	8,0	6,5	60	70	40
<i>Desulfatamaculum nitrificans</i>	(-)	obliqat anaerob	7,0	8,0	6,0	65	75	40-45
<i>Desulfovibrio thermophilus</i>	(-)	anaerob	7,0	8,0	6,0	60-65	70-75	40

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Clostridium nitrificans</i>	(+)	anaerob	7,5	8,5	7,0	50	60	35-40
<i>Clostridium pasteurianum</i>	(+)	anaerob	7,5	8,5	7,0	40-45	50	30-35
<i>Clostridium thermobutyricum</i>	(+)	anaerob	7,5	8,5	7,0	60-65	70	40
<i>Clostridium thermohydrosulfiricum</i>	(+)	anaerob	7,5	8,5	7,0	60-65	70	40
<i>Methanobacillus omelianski</i>	variabil	anaerob	7,0	8,5	7,0	55-60	70	40
<i>Methanothermus fervidus</i>	(+)	ob.anaerob	7,0	8,5	7,0	60-65	70	40
<i>Methanosarcina</i>	variabil	ob.anaerob	7,0	8,5	7,0	50-55	70	40
<i>Aktinomisetlər</i>								
<i>Thermoactinomyces diastaticus</i>	(+)	aerob	8,5	9,0	7,0	45-50	55-60	35-40
<i>Thermomicromonospora vulgaris</i>	(+)	aerob	8,5	9,0	7,0	45-50	65	40
<i>Mikroskopik göbələklər</i>								
<i>Aspergillus niger</i>	-	aerob	6,5	7,5	5,5	45	55	35
<i>Aspergillus terreus</i>	-	aerob	6,5	7,5	5,5	35-40	45-50	30
<i>Aspergillus flavus</i>	-	aerob	6,5	7,5	5,5	45	52	35
<i>Aspergillus candidus</i>	-	aerob	6,5	7,5	5,5	40-45	50-55	35-40
<i>Penicillium sp.n.</i>	-	aerob	6,5	7,5	5,5	40-45	50-55	30-40
<i>Penicillium chrysogenum</i>	-	aerob	6,5	7,5	5,5	40-45	50	35
<i>Penicillium duponti</i>	-	aerob	6,5	7,5	5,5	50	55-60	40
<i>Chaetomium thermophile</i>	-	aerob	6,5	7,5	5,5	45-50	50-55	35-40
<i>Thermomyces lanuginoza</i>	-	Aerob	6,5	7,5	5,5	45	50	35-40
<i>Mucor pusillus</i>	-	Aerob	6,5	7,5	5,5	45	50	35

Qeyd: Tədqiqat zamanı bəzi mikroorqanizm ştamplarının fizioloji və biokimyəvi xüsusiyyətləri haqqında təyinedicidə qeydlər olmadığından o növləri dəqiqləşdirmək mümkün olmamış və onlar «sp.n» ilə işarə olunmuşdur. Çox güman ki, onlar yeni növlərdir və onların gələcəkdə geniş tədqiqi nəzərdə tutulur.

FƏSİL 8

SUDA YAŞAYAN MİKROORQANİZMLƏRİN MORFOLOJİ VƏ STRUKTUR QURULUŞU

Mikroorqanizmlər morfoloji, struktur quruluşuna, fizioloji-bio-kimyəvi, genetik xüsusiyyətlərinə görə *prokariotlara*, *eukariotlara* və *akkariotlara* (viruslara) ayrılır. Bu mikroorqanizmlər su mühitində də yaşayırlar və müxtəlif mikrobioloji prosesləri torpaqda olduğu kimi eynilə suda da yerinə yetirirlər.

8.1. Prokariotlar

Prokariot orqanizmlərə qədim dövrlərdən qalmış relik formalar kimi baxılır. Bu mikroorqanizmlərin əsas fərqləndirici xüsusiyyətlərindən biri onlarda xüsusi membranla əhatə olunmuş nüvənin, mitoxondrinin, holci aparatının və plastidlərin olmamasıdır. Hüceyrə divarı heç bir eukariotlarda təsadüf olunmayan heteropolimer maddədən təşkil olunmuşdur.

Digər tərəfdən eukariotlardan fərqli olaraq prokariotların müəyyən qrupları anaerob şəraitdə də yaşaya bilir. Onlar oksigensiz şəraitdə özlərinə lazım olan enerjini anaerob tənəffüsün və qıçırma proseslərinin hesabına ödəyə bilir. Əsasən birhüceyrəli orqanizmlər olsalar da, aralarında çoxhüceyrəliyə də təsadüf olunur.

Prokariotların, o cümlədən bakteriyaların, aktinomisetlərin, mikobakteriyaların, göy-yaşıl yosunların arasında atmosfer azotunu fiksə edənlərə də rast gəlinir. Aşağıdakı fəsillərdə prokariotlar barədə geniş məlumatlar verilir.

8.1.1. Əsl bakteriyaların (eubakteriyalar) morfolojiyası və hüceyrəvi quruluşu

1. *Morfoloji görünüşü.* Morfoloji görünüşlərinə görə bakteriyalar dairəvi, çöpvarı, qıvrılmış və digər formaları ilə bir-birindən fərqlənilir.

Prokariotların bəzi qruplarında (propion bakteriyaları, mikobakteriyalar) zəif və ya çoxsaylı budaqlanmaya (aktinomisetlər) rast gəlinir.

Dairəvi (girdə) bakteriyalar – koklar (*coccus* – yunan sözündən olub, *toxum* deməkdir) adlanır. Diametrlərinin ölçüsünə görə bir-birindən fərqlənilir. Adətən onlar kənarları düzgün olan kürəyə bənzəyir, bəzən aralarında lobyə və ya aypara formalılara da təsadüf edilir. Koklar bir, iki, dörd və daha artıq hüceyrələr topasından ibarət olub, təkhüceyrəli orqanizmlərdir (şəkil 14).



Şəkil 14. Kokların morfoloji görünüşü

Hüceyrələrin sayı və düzülüşü onların müxtəlif istiqamətdə bölünmələri ilə əlaqədardır. Bir istiqamətdə gedən bölünmə zamanı tək koklar (*coccus*), qoşa koklar (*diplococcus*) və bölünən hüceyrə

rələr bir-birindən ayrılmayıb zəncirvari formada olarsa, streptokoklar (*streptococcus*) adlanır.

Kokların iki qarşılıqlı perpendikulyar istiqamətdə ardıcıl bölünməsindən sonra 4-4 hüceyrələr topası alınarsa onlar tetrakoklara (*tetracoccus*) aiddir.

Kokların üç qarşılıqlı perpendikulyar istiqamətdə ardıcıl bölünməsi zamanı 8-16 koklardan ibarət kubşəkilli (paket) topalar alınarsa, onlar sarsinlər (*sarcina*) adlanır.

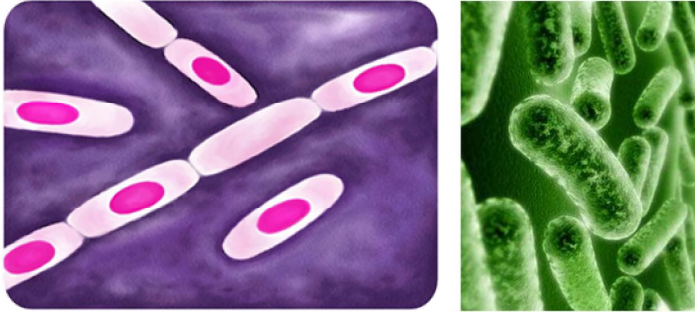
Kokların bölünməsi müxtəlif istiqamətlərdə, yəni nizamsız ardıcıl gedərsə, üzüm salxımını xatırladan topalar əmələ gələrsə, onlar stafilokoklar (*staphylococcus*) adlanır.

Kokların yuxarıda göstərilən formalarından başqa digər formaları da var. Bunlara xırda koklar (*micrococcus*) və bir tərəfi içəri əyilib üz-üzə yerləşən kofe dənəsi və ya lobyanı xatırladan koklar aiddir. Onlara *semikoklar* deyilir.

Koklar əsasən hərəkətsiz olur, lakin *Sarcina ureae* müstəsnalıq təşkil edir. Koklar qeyri-əlverişli şəraitdə spor əmələ gətirə bilmirlər. Onların bir çox növləri hüceyrədən xaricə müxtəlif rəngli piqmentlər ifraz edirlər ki, bunun da onların növ təyininə böyük əhəmiyyəti var. Piqment əmələ gətirənlərə adətən havada daha çox təsadüf olunur. Piqment hüceyrələri günəşin yandırıcı şüalarından qoruyur və hüceyrədə gedən biosintetik prosesləri sürətləndirir.

Çöp və ya silindrik formalı bakteriyalar – bu bakteriyalar düz və ya nisbətən əyilmiş formada olub, ölçülərinin çox və ya azlığı ilə bir-birindən fərqlənir (şəkil 15). Çöplərin uzunluğu enindən azacıq çox olanlara da təsadüf olunur. Çöplər arasında tək-tək, cüt-cüt və sapvarı formalılara (*Leptothrix*, *Beggiatoa* cinsinin növləri) təsadüf olunur. Bakteriyalar təsnifləşdirilən zaman spor əmələ gətirən çöpşəkilli bakteriyalar *Bacillus* cinsinə, spor əmələ gətirməyənlər isə *Bacterium* cinsinə aid olunur. Tək hüceyrədən ibarət olanlar *Monobacterium* və ya *Monobacillus*, cüt hüceyrə-

dən ibarət olanlar *Diplobacterium* və ya *Diplobacillus*, zəncir formasında olanlar isə *Streptobacterium* və ya *Streptobacillus* cinslərində toplanmışdır. Tək çöplərin iyəbənzər spor əmələ gətirən forması *Clostridium* cinsinin növləridir.



Şəkil 15. Çöpşəkili formaların morfoloji görünüşü

Bakteriyalar arasında qıvrılmış formalılar da geniş yayılıbdir.

Qıvrılmışlar və ya *vergülvərilər* – *Vibrio* cinsinə aid olub, azca əyilmiş çöpü, dırnaq kəsiyini və ya vergülü xatırladır, hüceyrənin uç tərəfində yerləşən tək qamçısı ilə cəld hərəkət edirlər. Bu bakteriyaların 3 cinsi məlumdur (şəkil 16):



a)



b)



c)

Şəkil 16. Qıvrılmış və ya vergülvəri formaların görünüşü:

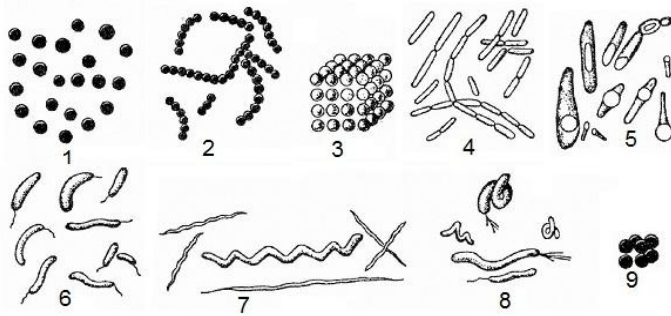
- a) vibrionlar,
- b) spiroxetlər,
- c) spirillər.

1) Vibrionlar yalnız bir sayda qıvrımlarının olması ilə səciyyələ-nirlər və əsl vergülləri xatırladırlar. *Vibrio* cinsinə aid olan növ-lərdən biri insanlarda qorxulu yoluxucu Asiya vəbası xəstəliyini törədən vəba vergülvarisidir (*Vibrio cholerae asiatica*). Təbiətdə ona oxşar *Vibrio metchnikovii* növünə də təsadüf olunur. Lakin bu, insanı yoluxdurmur, yalnız toyuqlar və göyərçinlərdə ağır yoluxucu xəstəlik əmələ gətirir ki, bunun nəticəsində də quşlar tələf olur. Vibrionlar arasında sellülozanı və zülalları parçalayan növlər də suda geniş yayılır.

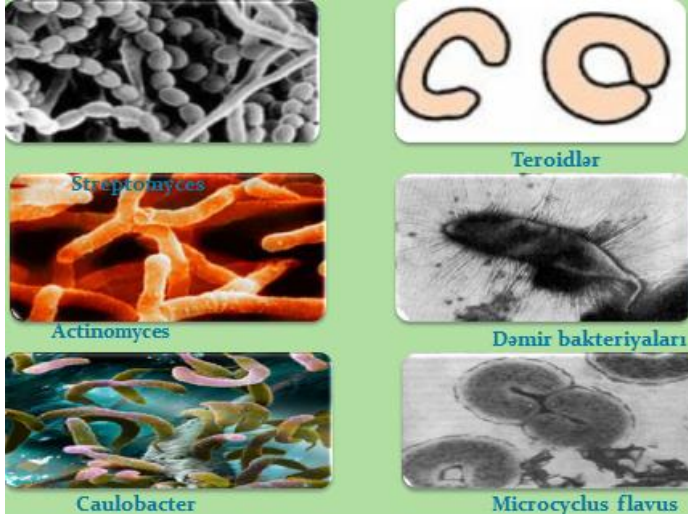
2) Spirillər (*Spirillum*) – bu bakteriyaların kiçik hüceyrələri 2-3 qıvrımlı, nisbətən iri hüceyrələri isə 3-7 qıvrımlı ola bilər. Onlar uç tərəflərində yerləşmiş dəstəşəkili çamçılıqları ilə hərəkət edirlər. Əksəriyyəti saprotrofdur. Yalnız *Sp. minorsi* növü siçovullar tərəfindən dişləmə yolu ilə insanlarda sodaki xəstəliyini törədir. Əsasən suda məskən salırlar və nümayəndələrindən *Sp. rubrum*, *Sp. volutans* və s. göstərmək olar.

3) Spiroxtələr – *Spirochaeta* cinsinə aiddirlər, çox nazikdirlər, qıvrımları daha sıxdır, onların sayı 4-12-yə qədər ola bilər. Açılib-yığılmaqla hərəkət edirlər.

Bakteriyalar arasında qeyd olunan əsas morfoloji quruluşlular-dan əlavə digər formalara da təsadüf olunur (şəkil 17, 18).

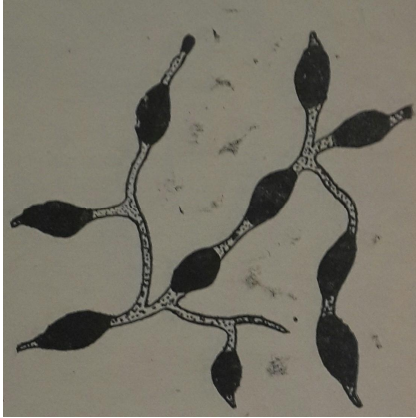


Şəkil 17. Bakteriyaların formaları: 1 – mikrokoklar; 2 – streptokoklar; 3 – sarsinlər; 4 – sporsuz çubuqlar; 5 – sporlu çubuqlar; 6 – vibrionlar; 7 – spiroxtələr; 8 – spirillər; 9 – stafilokoklar.

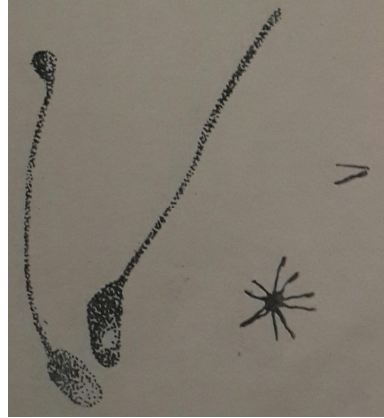


Şəkil 18. Bakteriyaların digər morfoloji quruluşları

Şirin və duzlu su hövzələrində təsadüf olunan tumurcuqlayan (*Hyphomicrobium*) və gövdəcikli (*Caulobacter*) bakteriyaların özlərinə məxsus görünüşləri vardır (şəkil 19, 20). Onların hüceyrələrinin əsas hissəsi qeyri-düzgün çöpvarı və ya armudvarı şəkilli olub, gövdəcik və ya tumurcuğa malikdir.



Şəkil 19. *Hyphomicrobium*-un morfoloji görünüşü



Şəkil 20. *Caulobacter*-in morfoloji görünüşü

Bakteriyaların ölçüləri. Prokariot orqanizmləri morfoloji görünüşcə fərqləndirən əlamətlərindən biri də onların çox kiçik ölçüyə malik olmalarıdır. Ölçüləri mk-ladır (10^3 mm) və onları yalnız mikroskop vasitəsilə görmək mümkündür. Ona görə də onlara mikroorqanizmlər və ya mikroblar adı verilmişdir (cədvəl 3). Bakteriyaların uzunluğu orta hesabla 0,5-3 mk-a bərabər olsa da, onların arasında nisbətən iri və ya çox xırda ölçülü olanlara da rast gəlinir. Məsələn, iri ölçülü spiroxetlərin qıvrılmış saplarının uzunluğu 5-dən 500 mk, eni 0,1-0,6 mk, xırda ölçülü spiroxetlərin uzunluğu isə 4-20 mk, eni 0,25 mk-a qədər ola bilər.

Cədvəl 3. Müxtəlif mikroorqanizmlərin ölçüləri
(Qusev, Minaayeva, 1978; Kodratyeva, 1975; Lehninger, 1974 və s.)

Obyekt	Uzununa ölçüsü (uyğun vahidlər) ¹
1	2
Bəzi diatom yosunlar və adi protistlər	0,1 mm
Birhüceyrəli yosun	mkm ²
<i>Chlorella vulgaris</i>	2-10
Maya göbələyinin hüceyrəsi	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	6-10
Sianobakteriyalar	
<i>Anacystis nidulans</i>	0,8-1,0' 2,0-6,0
<i>Gleocapsa alpicola</i>	1-3
<i>Anabaena cylindrica</i>	2,4-4,5, 5' 3,3-8,3
<i>Nostoc muscorum</i>	2,4-6, 9' 2, 7-8,7
Bakteriyalar	
<i>Beggiatoa gigantea</i>	5-13' 30-55
<i>Bacillus megaterium</i>	5-10x1
<i>Escherichia coli</i>	0,6' 3,2
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,6-1
<i>Bdellovibrio bacteriovorus</i>	1' 0,3
<i>Mycoplasma mycoides</i>	0,12-0,25

1	2
<i>Ricgettsia prowazeki</i>	0,3-0,6' 0,8-2,0
<i>Spirochaeta plicatilis</i>	0,5-0,7' 100-500
Viruslar	
<i>Tütün mozaikası virusu</i>	0,02-0,3
<i>Qara (inək) çiçəyi virusu</i>	0,26
<i>Qrip virusu</i>	0,1
<i>Faq T2</i>	0,06' 0,2
<i>FX 174</i>	25 nm ³
<i>Sarı qızdırma virusu</i>	22
<i>Satellit virus</i>	18

Bir çox xırda bakteriyalarda (psevdomonadlarda) hüceyrənin diametrinin ölçüsü 0,4-0,7' 2-3 mk-dur. Mikrokokların hüceyrəsinin diametri 0,5 mk-dur. Lakin daha iri ölçülü bakteriyalara da təsadüf olunur.

Məsələn, kükürd bakteriyalarından *Thiophysa volutans*-ın hüceyrəsinin diametri 18 mk-a çatır. *Beggiatoa gigantea*-nın uzunluğu isə 30-55 mk-a, bəzi sapvari bakteriyaların hüceyrələrinin uzunluğu isə bəzən 1 sm-ə çatır. Qıvrılmış formalardan olan vibriyonların uzunluğu 2-3 mk, eni 0,5 mk-a bərabərdir. Spirillərin hüceyrəsinin eni və uzunluğu çox dəyişkəndir, onların eni 0,6-3 mk-a qədər, uzunluqları isə 1-50 mk-dək ola bilər. Spiroketlər arasında uzunluğu 3-500 mk-dək olanlara da təsadüf olunur. Budaqlanan bakteriyaların miseliumları göbələklərlə müqayisədə nazik və arakəsməsizdir, ölçüləri 0,2-1,2×100-600 mk-na bərabərdir. Mikroorqanizmlər arasında ən kiçik ölçüyə malik olan viruslar da vardır ki, onların ölçüsü nanometrlərlə ölçülür və onları yalnız elektron mikroskopunda görmək mümkündür. Məsələn, tütünün mozaika xəstəliyini əmələ gətirən virusun ölçüsü 0,02×0,3 nm, inək çiçəyinin virusları 0,26 nm, qrip virusunun ölçüsü 0,1 nm-dir. Rikketsilər hüceyrədaxili parazitlər olub nisbətən daha kiçik ölçüyə malikdirlər.

Bakteriyaların çəkisi. Bakteriyaların çəkiliəri çox azdır (0,001 mq), lakin cüzi çəkiyə malik olan bakteriyaların hüceyrə səthi genişdir. Bu cür həcmə malik olmanın bakterial hüceyrənin fiziologiyası üçün böyük əhəmiyyəti var. Bunun sayəsində hüceyrə onu əhatə edən mühitlə normal maddələr mübadiləsi aparır və onda metabolizm intensivliyi yüksəlmiş olur.

Cavan kulturanın hüceyrələrinin xüsusi çəkisi yaşlı kulturaya nisbətən artıqdır. Əksər bakteriyalar mənfi elektrik yüklü olub, xüsusi çəkisi vahiddən artıqdır (1,03-dən 1,04-ə qədər). Sporların isə xüsusi çəkisi vegetativ formalı hüceyrələrə görə dəfələrlə çoxdur. Mikroorqanizmlərdə xüsusi çəkinin dəyişilməsi onların hüceyrələrində su mübadiləsi və ehtiyat qida maddələrinin toplanması ilə əlaqədardır. Mikroorqanizmlərin xırda ölçüyə və az çəkiyə malik olmasının onlar üçün müəyyən ekoloji əhəmiyyəti var. Belə ki, bu, onların hava cərəyanı ilə hər yerə yayılmasına imkan verir, onlar hər yerdə özlərinə sığınacaq tapa bilirlər.

Bakteriyaların hərəkəti. Bakterial hüceyrənin hərəkəti qamçılarıdır. İlk dəfə bakteriyaların hərəkətində qamçıların rolunu 1838-ci ildə Erenberq müşahidə etmişdir. Lakin bakteriyalar arasında qamçıları olmayan hərəkətsiz formalara da təsadüf olunur. Kokların demək olar ki, hamısı hərəkətsizdir.

Çöp formalılar əsasən hərəkətlidir və onların hərəkət forması və sürəti qamçılanmanın formasından asılıdır.

Qamçılar sitoplazmada yerləşən bazal cisimcikdən başlanğıc götürüb, plazmatik membrana və hüceyrə divarına birləşir. Bakterial hüceyrənin xaricində 3 cür çıxıntılar yerləşir: hərəkəti təmin edən qamçılar; hüceyrənin substrata yapışmasını təmin edən fimbrilə və konyuqasiya prosesini təmin edən pillilər. Fimbri latın sözü olub «fimbriae»dan götürülmüş sap, saçaq, yumşaq tük mənasında işlədilir.

Müxtəlif bakteriyalarda bu saçaq və ya sap şəklində ola bilər. Əsasən çöpvarı və dairəvi formalı bakteriyalarda fimbrilərə təsa-

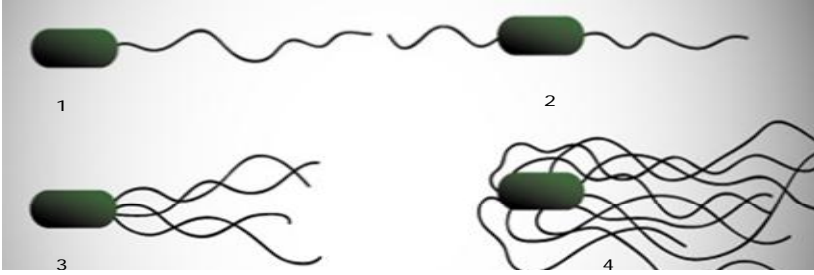
düf olunur. Fimbrilər qamçılardan çox qısa və nazik olması ilə fərqlənir. Fimbrilər hərəkəti təmin etmir, güman edilir ki, bunlar vasitəsilə bakteriyalar substrata yapışırlar. Son zamanlar məlum olmuşdur ki, cinsi saplar şəklində (F – pili) fimbrilər vardır ki, bunlar zülal borucuq şəklində olub, uzunluğunu 0,5-10 mikrometərə qədərdir və onlara donor hüceyrələrində rast gəlmək olur. Belə fimbrilər nisbətən yoğun və uzun olub, hər hüceyrədə 1-2 ədəddir. Bunlar iki hüceyrənin bir-birinə yaxınlaşmasını təmin edir və cinsi borucuq kimi içərisindən irsiyyət daşıyıcısını bir hüceyrədən digərinə axıdır. Beləliklə hüceyrələrdən biri donor (F⁺), digəri isə resepiyent (F⁻) vəzifəsini icra edir (şəkil 21).



Şəkil 21. Bakteriyalarda qamçıların və fimbrilərin ümumi görünüşü

Qamçıların və pillilərin hər ikisi hüceyrə membranından törəyib hüceyrə divarından xaricə çıxır, onlar zülaldan – flagellindən təşkil olunmuşdur. Flagellin 14 amin turşusundan ibarət olub, burada əsas qlutamin və asparagin turşuları üstünlük təşkil edir. Hər bir qamçı sayca 3-dən 11-ə qədər teldən ibarətdir. Bakteriyalardakı qamçıların diametri 12-18 nm olduğu halda, uzunluğu bakterial hüceyrənin öz uzunluğundan dəfələrlə çoxdur (20 mikrometərə). Qamçılanma tipinə görə bütün hərəkətli bakteriyaları əsasən 4 qrupa bölmək olur (şəkil 22):

1. *Tək qamçılılar* – monotrixlər – *monothricha* (*Vibrio* və *Caulobacter* cinslərində);



Şəkil 22. Bakteriyalarda qamçıların tipləri:
1 – monotrix; 2 – amfitrix; 3 – lofotrix; 4 – peritrix

2. Hüceyrənin hər iki ucunda tək qamçıları olanlar-amfitrixlər-amphytricha (*Sprillum* cinsində);

3. Dəstə qamçılılar – lofotrixlər – *lophothrcha* (*Pseudomonas*, *Chromatium* cinslərində);

4. Hüceyrəni hər tərəfdən əhatə edən dövrə qamçılılar – peritrixlər – peritricha (*Enterobacteriaceae* fəsiləsinə aid olan növlərdə).

Bakteriyalarda öz oxu ətrafında fırlanma, daima önə doğru, gah önə, gah da arxaya doğru, mayallaq aşma ilə, sürüşmə yolu ilə hərəkət növlərinə də təsadüf olunur.

Bakteriyalarda hərəkət sürəti də müxtəlifdir. Bir qamçısı olan vəba vibriyonları daha sürətlə hərəkət edirlər (saniyədə 30-60 mk).

Bakteriyalarda olan qamçılar bir neçə hissədən ibarətdir (şəkil 23).

Bakteriyaların hərəkəti bir sıra mühit amilləri ilə sıxı əlaqədardır və onlarda bir neçə müxtəlif istiqamətli taksislər məlumdur: xemotaksis, aerotaksis, fototaksis və maqnitotaksis.

Xemotaksis – sərbəst hərəkət edən bakteriyaların xarici stimula qarşı (məs. kimyəvi qıcıq) istiqamətlənən hərəkətidir.

Aerotaksis – bakteriyaların oksigenə qarşı hərəkətidir. Hərəkətli bakteriyaların metabolizm tipini (aerobluq və ya anaerobluq) aerotaksis hərəkətlə təyin etmək mümkündür. Belə halda aerob bakteriyalar preparatda örtücü şüşənin kənarlarına, anaeroblar

isə mərkəzinə tərəf istiqamətlənirlər.

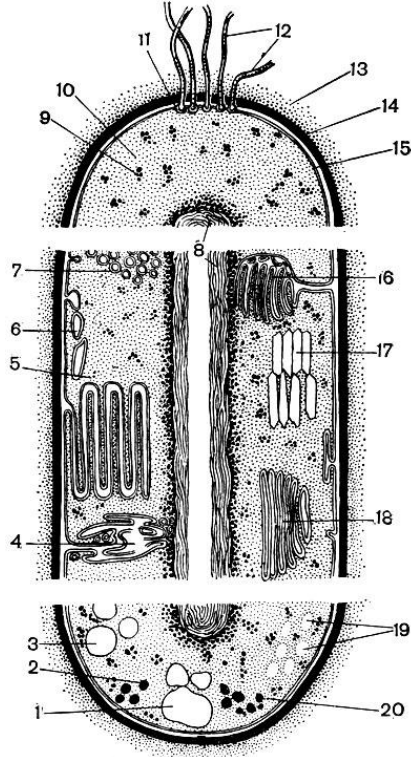
Fototaksis – işığa doğru bakteriyaların hərəkətidir. Qırmızı küürd bakteriyaları enerji almaq üçün həmişə işıqlanan sahəyə toplanırlar. Işığın istiqaməti dəyişdikdə bakteriyalar həmin istiqamətdən geriye yenidən işıqlı sahəyə hərəkət edirlər. Məs., *Chromatium* cinsinin növləri kimi.

Maqnitotaksis – şirin su hövzələrinin lili üzərindən bakteriyaların müxtəlif formalı növləri – çöplər, spirillər, koklar ayrılmışdır ki, bunlar maqnit sahəsinə meyl göstərilər. Bunun əsas səbəbi, həmin bakteriyaların kimyəvi tərkibində maqnit formada çoxlu dəmirin olmasıdır (quru çəkinin 0,4%-i qədəri).

2. *Bakteriyaların hüceyrəvi quruluşu*. Bakteriyalarda hüceyrə divarı, sitoplazma membran, sitoplazma, onun müxtəlif elementləri və nukleoid var. Nukleoid xüsusi membranla əhatə olunmayıb (şəkil 24, 25). Hüceyrə divarı xaricdən hüceyrəni əhatə edir, nazik və çoxqatlıdır, rəngsiz, elastik törəmədən təşkil olunmuşdur. Hüceyrə divarı hüceyrəyə müəyyən forma verir və onun anatomik tamlığını təmin edir. Həmçinin hüceyrəni xarici mühitin mənfi təsirlərindən qoruyur. Güman olunur ki, hüceyrənin hərəkətində və bölünmə prosesində rol oynayır. Lakin metabolitik proseslərdə iştirak etmir. Hüceyrə divarının üzərində faqa həssas reseptorlar olduğuna görə faqların hüceyrə tərəfindən adsorbsiyasını təmin edir. Hüceyrə divarı immunitet reaksiyalarında mühüm rol oynayır və s. Optimal şəraitdə bakteriyalar becərildikdə hüceyrə divarının qalınlığı sabitdir, lakin qida azlığı zamanı o, nazikləşir. Adətən hüceyrə divarının çəkisi biokütlənin quru çəkisinin 20-30%-nə bərabərdir.

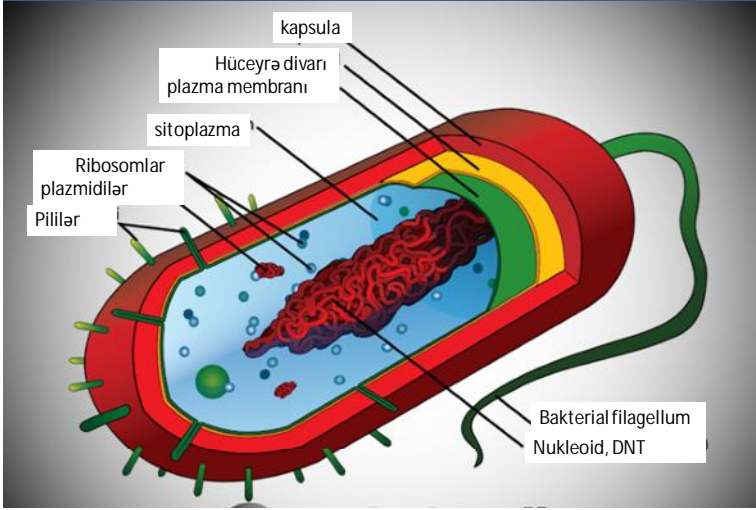
Hüceyrə divarı nisbətən iri ölçülü bakteriyalarda (məsələn, *Beggiatoa mirabilis*) adi mikroskop altında görünə bilər. Hüceyrə divarının qalınlığı 10-20 nm-ə bərabər olan bəzi bakteriyalarda onu yalnız elektron mikroskopunda görmək mümkündür. Bakteriyaların hüceyrə divarının mikroskopda müşahidə edilməsi zamanı

plazmoliz hadisəsindən istifadə olunur. Bunun üçün bakterial hüceyrə 1-2%-li duz və ya şəkər məhlulunda bir neçə dəqiqə saxlanılır və plazmoliz baş verdikdən sonra mikroskoplanır.



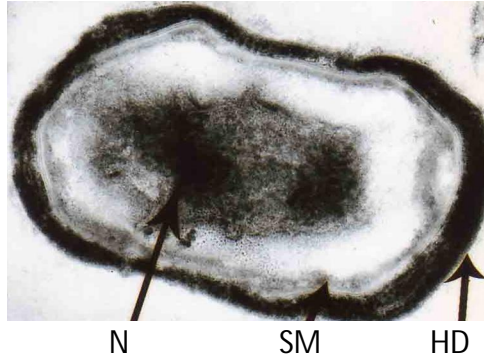
Şəkil 24. Bakterial hüceyrənin anatomik quruluş sxemi:

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1 – yağ turşuları; | 11 – bazal danəcik; |
| 2 – yağ damlaları; | 12 – qamçılar; |
| 3 – kükürd damlaları; | 13 – kapsula; |
| 4 – boruşəkilli tilinkilər; | 14 – hüceyrə divarı; |
| 5 – tiakoud; | 15 – sitoplazmatik membran; |
| 6 – qovuqcular; | 16 – mezosomlar; |
| 7 – xromatofor; | 17 – qaz vakuolları; |
| 8 – nüvə (nukleoid); | 18 – lameryal struktur; |
| 9 – ribosomlar; | 19 – polisaxarid qranulları; |
| 10 – sitoplazma; | 20 – Polifosfat qranulları. |

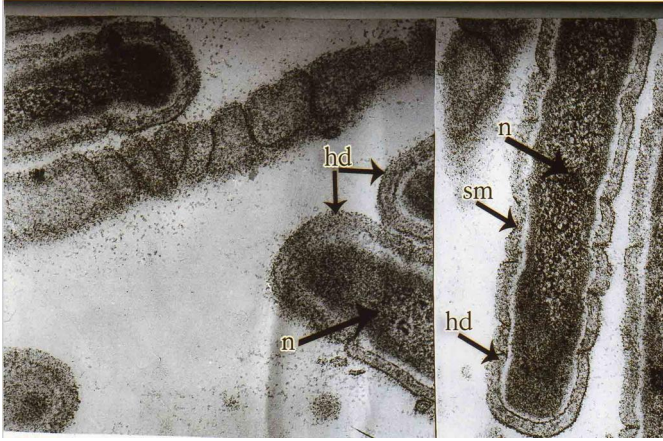


Şəkil 25. Eubakteriyaların ultra-nazik kəsiyinin quruluş sxemi

Termofil bakteriyalarda da hüceyrəvi quruluş demək olar ki, mezofillərlə eynidir. Elektron mikroskopunda hüceyrə divarı aydın görünür və hüceyrə divarının xarici qatından daxili qata doğru çoxsaylı invaginasiya müşahidə olunur (şəkil 26, 27).



Şəkil 26. *Bacillus stearothermophilus*-un hüceyrəsinin elektron mikroskopunda ultra-nazik kəsiyinin görünüşü: N – nukleoid; SM – sitoplazmatik membran; HD – hüceyrə divarı (Əhmədova, 1991).



Şəkil 27. *Thermus ruber* bakteriyasının elektron mikroskopunda ultra-nazik kəsiyinin görünüşü: hd – hüceyrə divarı (xarici qatın daxili qata invaginasiyası aydın görünür); sm – sitoplazmatik membran; n – nukleoid (Əhmədova, 1991).

Tədqiqatçıların fikrincə bunun əsas səbəbi ekstremal şəraitdə qida maddələrinin hüceyrəyə normal şəkildə daxil olmasını asanlaşdırmaq üçün hüceyrə səthinin artırılması ilə bağlı bir uyğunlaşmadır.

Bakteriyaların hüceyrə divarının kimyəvi tərkibi: bakteriyaların hüceyrə divarı kimyəvi tərkibinə görə digər mikroorqanizmlərdən kəskin fərqlənir. Onların hüceyrə divarında azotlu və azotsuz birləşmələrə, murein qatına, peptidoqlikanlara və teyxoye turşularına təsadüf olunur. Lakin, bu maddələrin miqdarı bütün bakteriyalarda eyni olmadığından onlar 2 qrupa bölünür: *qrammənfilər* və *qrammüsbətlər*. Qrammüsbətlərdə qrammənfilərə nisbətən murein qatı daha qalındır. Bu səbəbdən bakteriyaların boyanması zamanı fərq nəzərə çarpır. Bunu ilk dəfə olaraq danimarkalı alim Xristian Qram (1884) müşahidə etmiş və bakteriyaların xüsusi boyanması üsulunu elmə təklif etmişdir.

Hazırda bakteriyaların əsas taksonomik əlaməti kimi qrammüsbət və qrammənfililiyini müəyyən etmək üçün Qram üsulu ilə boyanmadan istifadə olunur (cədvəl 4).

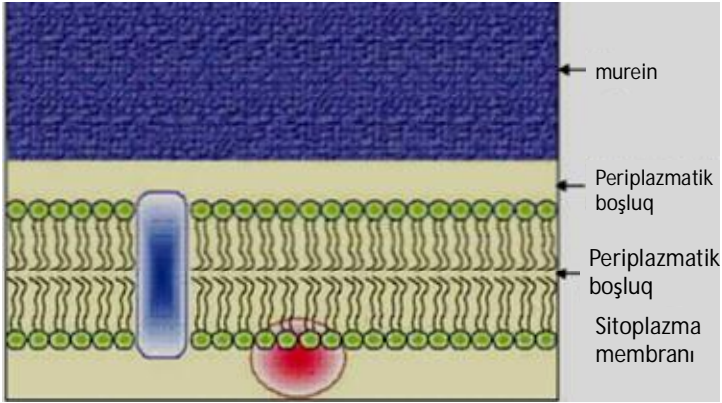
Cədvəl 4. Qrammüsbət və qrammənfi bakteriyaların hüceyrə divarının kimyəvi tərkibi

Hüceyrə divarının kimyəvi tərkibi	Qrammüsbətlər	Qrammənfilər
Peptidoqlikan (murein)	90-95%	5-10%
Lipidlər	2,5%	22%
Zülallar	Az	Çoxdur
Teyxoje turşuları	50%	Yoxdur
Lipopolisaxaridlər	Yoxdur	Var
Lipoproteidlər	Yoxdur	Var
Qram üsulu ilə boyanmada əsasən murein və lipidlərin rolu vardır.	Murein qatı qalın olub, möhkəm peptid körpücük ilə bağlıdır. Murein yüksək miqdarda olduğu üçün hüceyrənin keçiriciliyi çox azdır. Spirt və yuyulma ilə rəngsizləşmir.	Murein qatı nazıkdir. Hüceyrə divarı komponentlərinin molekulyar əlaqəsi olub, kövrək və çoxqatlıdır. Spirtlə murein şişir və hüceyrə divarının məsamələri kiçilir, spirt hüceyrəyə asan daxil olur və ona görə də rəngsizləşir.

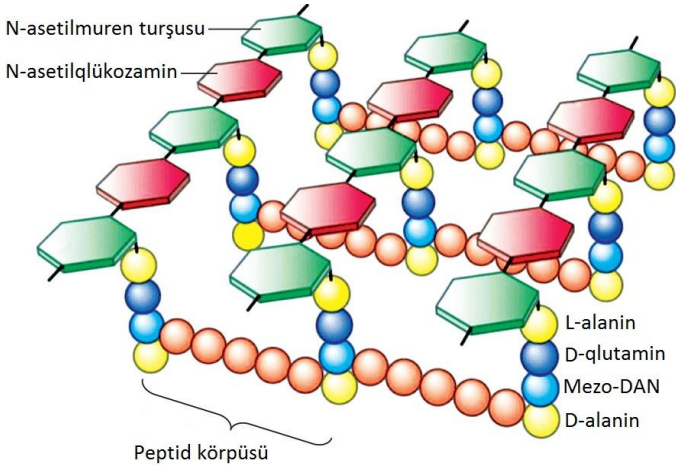
Qrammüsbət bakteriyaların hüceyrə divarında az miqdarda zülallara, əsasən mukopeptidlərə, polisaxaridlərə, teyxoye turşularına təsadüf edilir (şəkil 28). Mukopeptid – peptid əlaqəli N – asteilqlukozaminlə N – asetilmurein turşularının heteropolimeridir (şəkil 29). Teyxoye turşusu – qliserin, qlükoza, fosfat və ya ribit, qlükoza, alanin və fosfatdan ibarət polimerdir. Mukopeptidlər və teyxoye turşuları hüceyrə divarına sərtlik verir və bu hüceyrə divarının ümumi çəkisinin 50-60%-ni təşkil edir.

Qrammüsbət bakteriyaların hüceyrə divarında sitoplazma membranına söykənən bu polimerlər qrammüsbətliyə səbəb olur və onlarda murein qatı çox qalındır.

Cədvəl 4-dən görüldüyü kimi, qrammənfi bakteriyalarda isə hüceyrə divarı az miqdarda peptidoqlikandan, çox miqdarda lipid



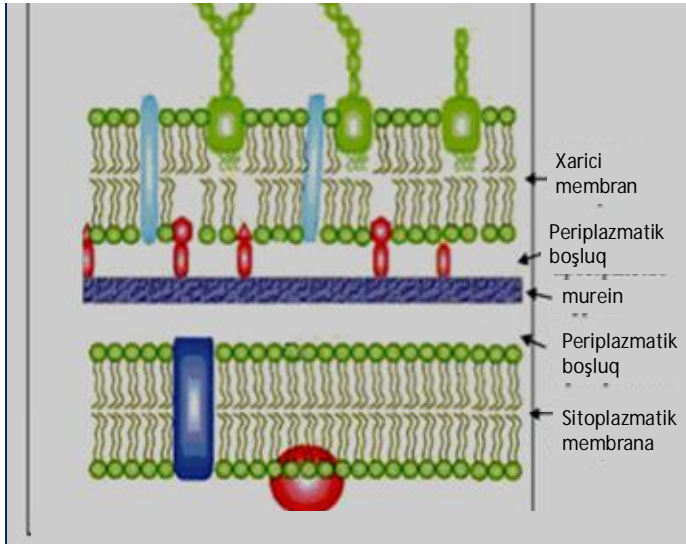
Şəkil 28. Qrammüsbət bakteriyaların hüceyrə divarının sxematik quruluşu: N-asetilqlükozaminlə N-asetil-murein turşularının heteropolimeridir (şəkil 29). Teyxoye turşusu – qliserin, qlükozafosfat və ya ribit, alanindən ibarətdir. Bunlar hüceyrə divarına söykənərək qrammüsbətliyə səbəb olur.



Şəkil 29. Murein kisəsində peptid körpüsünün struktur qatının sxematik təsviri.

lərdən və zülallardan, lipoproteidlərdən, lipopolisaxaridlərdən ibarətdir. Qrammənfi bakteriyalarda peptidoqlikan qatı (murein) çox nazikdir (şəkil 30). Bu bakteriyaların da hüceyrə divarı hete-

ropolimerdən-peptidoqlikandan təşkil olunub, əsasən mukopeptidlərə az miqdarda zülalə və teyxoye turşularına təsadüf olunur.

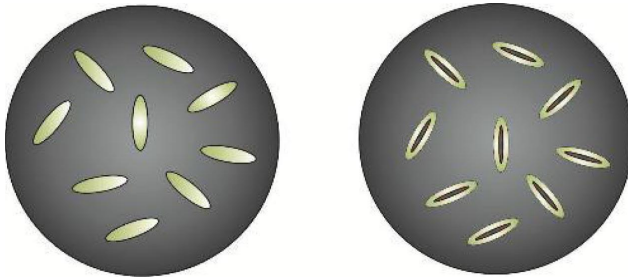


Şəkil 30. Qrammənfi bakteriyaların hüceyrə divarının sxematik quruluşu.

Bakteriyalarda maddələr mübadiləsinə pozmadan hüceyrə divarını ayırmaq mümkündür. Belə hüceyrələr hüceyrə divarının ayrılma dərəcəsindən asılı olaraq *protoplastlar* və *sferoplastlar* adlanır. Protoplastlarda hüceyrə divarı tam ayrılmış olur, sferoplastlarda isə hüceyrə divarı tam ayrılmır, onun müəyyən hissələri qalır, bu da hüceyrənin faqa qarşı həssaslığını qoruyub saxlayır. Protoplastları əsasən qrammüsbət, sferoplastları isə qrammənfi bakteriyalardan almaq mümkündür. Protoplastlar və sferoplastlar osmotik şəraitə çox həssasdır. Bunlar yalnız hipertonic və izotonik məhlullarda yaşaya bilər. Hipotonik məhlullarda isə belə hüceyrələr tezliklə partlayır. Protoplastları sferoplastlardan fərqləndirən xüsusiyyətlərdən biri də odur ki, onlar hüceyrə divarını yenidən sintez edə və üzərilərində qamçıların olmasına baxma-

yaraq hərəkət edə bilmirlər. Bakterial hüceyrənin membranının və anatomik quruluşunun öyrənilməsində protoplastdan model kimi istifadə olunur.

Kapsula: prokariotların bəziləri hüceyrə divarının xaricində üzvi polimerlər sintez edirlər, bu hüceyrə divarının xarici səthində yumşaq amorf təbəqə formasında toplanır və kapsula əmələ gətirir. Kapsula termini hüceyrə divarı ilə əlaqə saxlayan, onu xaricdən örtən təbəqə mənasında işlədilir. Kapsula hüceyrəni xarici mühitin mənfə təsirlərindən mühafizə edir və faqositozu çətinləşdirir. Kapsulanın diametri bakteriyanın növündən asılı olaraq müxtəlif ölçüdə ola bilər. Kapsulanın qalınlığı və onun qatının konsistensiyası ilə əlaqədar mikrokapsulanı və makrokapsulanı fərqləndirmək olur. Kapsulanın əmələ gəlməsində hüceyrə divarı və sitoplazma membranı iştirak edir. Kapsula əmələ gəldikdə bakteriyaların hüceyrə divarı şişir, onun xarici qatı jelatinəbənzər yapışqanvari kütləyə çevrilir (şəkil 31).



Şəkil 31. *Azotobacter chroococcum*-un hüceyrələrində kapsulanın görünüşü (solda kapsulasız, sağda kapsulalı hüceyrələr).

Hamar formalı (S) koloniyaya malik olan bakteriyalarda xaricə ifraz olunan spesifik polisaxaridlər tərkibində maqnezium olan enzimlə birlikdə sintez olunur. Bu ekzopolisaxaridlər olub, kapsulanın əmələ gəlməsində iştirak edir.

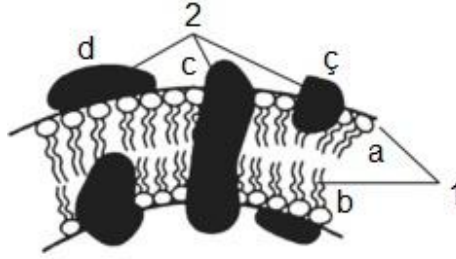
Bir çox patogen bakteriyalarda, xüsusən də qarayara çöplərində kapsulaya təsadüf olunur.

Kapsula əmələ gətirmə növün daimi xüsusiyyəti deyil. Eyni növ-də həm kapsulalı və həm də kapsulasız ştamlara təsadüf oluna bilər.

Ayrı-ayrı bakteriyalarda kapsulanın kimyəvi tərkibi müxtəlifdir. O, əsasən hüceyrələrin özləri tərəfindən sintez olunub xaricə ifraz olunan heksozadan, qlükozamindən və ya üzvi turşuların polimerlərindən, qlükonoproteidlərdən əmələ gəlir. Selikli kapsula əmələ gətirən bakteriyalardan *Azotobacter*, *Leiconostoc* və s. cinslərinin növlərini Gins-Burri üsulu ilə rənglədikdə kapsulanı mikroskopda aydın görmək mümkündür. Kapsuladan fərqli olaraq bakteriyalarda nazik qatlı çexol-örtük də müşahidə olunur ki, bu da fərqli quruluşa malik olan bir neçə qatdan ibarətdir. Kapsuladan əlavə bəzi bakteriyalarda hüceyrə səthində qoruyucu selik və ya xüsusi örtük də əmələ gəlir.

Sitoplazmatik membran. Sitoplazmanı xaricdən örtür, hüceyrədə metabolitik fəallığın əsas mərkəzi hesab olunur. Tərkibində müxtəlif zülallar vardır ki, onlar da katabolitlik funksiya aparır və əksəriyyəti membranın hidrofob sahəsi ilə əlaqədardır. Bakteriyalarda yalnız bir membrana – sitoplazmatik membranaya təsadüf olunsada, o, yüksək keçiricilik xüsusiyyətinə malikdir. Onun əsas vəzifəsi xaricdən daxil olan maddələri nizamlayaraq hüceyrəyə keçirməkdir və ona görə də o, hüceyrənin osmotik baryeri adlanır. Sitoplazmatik membran çoxqatlı olub lipidlərlə, xüsusilə fosfolipidlərlə zəngin, çox yumşaq plastik törəmədir. Onun qalınlığı 60-80 Å-dən artıq olmur. Plazma membranı Danielli-Dauson sxeminə əsasən qurulmuş bioloji membran olub 3 qatdan ibarətdir: Xarici və daxili zülal qatları, mərkəzdə isə üç kliserid və fosfolipid molekullarından ibarət olan iki təbəqəli lipid qatı yerləşir (şəkil 32).

Lipidin hidrofob ucları daxilə, hidrofil başcıqları isə xaricə istiqamətlənmişdir. Onların arasına inteqral zülallar daxil olub məsələlər əmələ gətirir və hüceyrə ATF-azanın köməyi ilə maddələr



Şəkil 32. Elementar bioloji membranın quruluş modeli: 1 – lipid molekulu, a – hidrofil başlıq, b – hidrofob quyruq; 2 – zülal molekulası, c – integral, ç – periferik, d – səthi.

mübadiləsini tənzimləyir. Membran məsamələrlə, nasoslarla və reseptorlarla təşəkkül tapmış selektiv keçiriciliyə malik baryerlər kimi formalaşmışdır. Zülalın digər hissəsi olan periderma zülalı isə membranın səthinə birləşir. Hüceyrənin quru çəkisinin 15-30%-i membranın hesabına düşür. Membranın tərkibində 40-70% zülal, 10-30% lipid vardır. Bəzi bakteriya membranında 2-5%-ə qədər lipidlərə birləşən karbohidratlara da təsadüf olunur. Son zamanlarda bəzi bakteriyaların plazma membranında lipoteyxoye turşuları tapılmışdır. Bir çox bakteriyalarda membran qırçimsız və basılmış vəziyyətdə olmadığı halda, digərlərində membran irəliyə invaginasiya edib sitoplazmaya daxil olaraq membran cismi kimi fəallaşır, yəni mezosomlar əmələ gəlir.

Nitrifikasiya bakteriyalarında lamell qədəhcikləri mövcuddur. Hüceyrədaxili membranla fototrof qırmızı bakteriyalar daha zəngindir. Bunlar borucuq, qovuq, qədəhcik görünüşlü ola bilər. Fotosintetik membranın kimyəvi tərkibində işıq şüasını udan piqmentlər (bakterioxlorofillər, karotinoidlər, sitoxromlar) var. Sianobakteriyalar tilakoidlərlə fotosintetik prosesdə iştirak edir.

Mezosomlar hüceyrədə eninə arakəsmənin əmələ gəlməsində iştirak edir. Lipopolisaxaridlər hüceyrə divarının xarici örtüyünün əsas komponentidir.

Sitoplazma membranı və mezosomlar ali orqanizmlərdə olan

mitoxondrinin analoqudur. Bakteriyaların membran zülallarına permeazlar, biosintetik fermentlər və müxtəlif makromolekullar toplanmışdır. Şəraitdən asılı olaraq nəinki membranın kimyəvi tərkibi və hətta fermentlərin də fəallığı dəyişə bilər.

Sitoplazma membranı çox möhkəm olduğuna görə, bakteriyanın müvəqqəti hüceyrə divarını əvəz edə bilər. Hüceyrə divarı olmayan mikoplazmalarda sitoplazma membranı onu xaricdən əhatə edir. O, bakteriyaların protoplastı ilə birlikdə xarici mühitlə maddələr mübadiləsi aparır, tənəffüs edir, zülal, fermentlər sintez edir və hətta bölünə də bilər. Burada ATF-əzə generasiya aparatının komponentləri də vardır. Qırmızı kükürd bakteriyalarının membranında fotosintezəzəzə aparat lokalizə olunmuşdur. ATF-əzə həmişə membranla əlaqəlidir. Replikasiyada fəal iştirak edən xromosomların və plazmidlərin birləşdiyi sahə burada yerləşir. Qrammənfi bakteriyalarda sitoplazma membranı və hüceyrə divarı qrammüsbətlərə nisbətən bir-biri ilə daha çox əlaqəlidir. Prokariotlarda elementar membrandan fərqlənən zülal membranla əhatə olunmuş 3 tip orqanellərə (qaz qovuqları, xlorobium, vezikulyar və karboksisomlar) də təsadüf olunur. Bir çox suda yaşayan prokariotlar qravitasiya qüvvəsinə müqavimət göstərmək üçün xüsusi uyğunlaşma qazanmışlar ki, bu da onların hüceyrələri daxilində qazla dolu vakuolların (aerosomlar) olmasıdır. Elektronlu mikroskopda bunlar konusvarı nəhayəti olan silindr formasında, diametri 75 nm və uzunluğu 200-1000 nm ölçüsündə müşahidə olunur. Hər qaz qovuğu 2 nm qalınlıqlı zülal qatla örtülüdür.

Sitoplazma. Bu hüceyrə divarından sitoplazma membranı ilə ayrılır. Sitoplazmada müxtəlif törəmələr (hava qovuqları, qranullar) və nüvə maddəsi – nukleoid var. Elektronlu mikroskopda müşahidələr və biokimyəvi tədqiqatlar göstərir ki, sitoplazma zülalın homogen məhlulu deyil, o çoxlu miqdarda membranlar və müxtəlif membran strukturlu olub, qalan sahəni isə maye fəza və

ribosomlar doldurur. Sitoplazmada maddələrin parçalanmasını və sintezini aparan müxtəlif fermentlər və zülal sintezində iştirak edən RNT-lər yerləşir. Zülallar peptid əlaqəli polipeptid zəncirli amin turşularından ibarətdir (ilk, ikinci, üçüncü və dördüncü strukturlu). Ribosomlar zülal sintez edən sahədir. Elektronlu mikrofotoqrafiyada sitoplazmada bu ribosomlar hissəciklər formasında görünür. Bakterial RNT-nin 80-85%-i ribosomlarda olur. Hüceyrə daxilində təxminən 5000-50000-ə qədər ribosomlar (ölçüləri 16x18 nm) mövcuddur. RNT onu təşkil edən monomerləri və ikincili strukturu ilə DNT-dən fərqlənir. RNT-də polipeptid zəncirin əsas oxu riboza və fosfat turşusundan ibarətdir. Ribosomlar fəal zülal sintezi zamanı düzgün zəncir formasında görünürlər ki, bunlar da poliribosomlar və ya polisomlar adlanır. RNT-nin tərkibindəki əsasda adenin, quanin, sitozin və DNT-də olan timinin əvəzinə urasil olur.

Sitoplazmanın qalınlığı 20 A° olub, daha az olan yarımmaye, kolloidal, şəffaf və azca özüllüdür. Kimyəvi tərkibcə 70-80% su, zülallar, nuklein turşuları, yağlar, karbohidratlar, mineral maddələr və digər üzvi birləşmələrin kolloidal qarışığından ibarətdir. Hüceyrənin sitoplazmasında çox xırda və 200-300 A° ölçüdə onlarla cisim – ribosomlara təsadüf olunur. Zülal əsaslarından adenin, quanin, sitozin və urasildən ibarətdir. Bəzi bakteriyalarda psevdourasil də ola bilər. Hüceyrə daxilində RNT bir zəncirli formada olur, yalnız bəzi sahələrdə belə zəncirlər yaxınlaşa bilər.

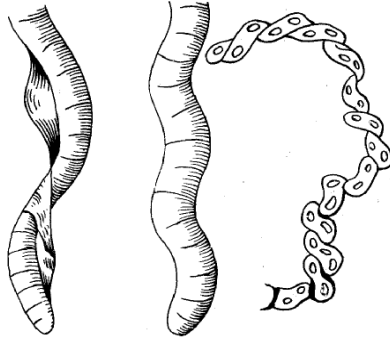
Hüceyrə yaşlaşdıqda onun sitoplazmasında silindrik formalı hava vakuolları əmələ gəlir. Bunların üzəri birqatlı, nazik membranla əhatə olunmuşdur və bəzi hüceyrələrdə onların miqdarı 40-60 ədəd ola bilər. Mikrob hüceyrəsinin protoplazması qələvi reaksiyalıdır.

Bakteriya hüceyrələrində quruluş elementlərindən əlavə ehtiyat qida maddələri də vardır. Bunlar polisaxaridlər, lipidlər, kalsium-karbonat kristallarından və s. ibarət olur. Polisaxaridlərdən

nişasta, qlikogen, qranulyoza və s.-ni göstərmək olar.

Nukleoid materialı. Hüceyrənin mərkəzi hissəsində nüvə maddəsi – DNT toplanmışdır. Klassik sitoloji üsullar və ultranazik kəşiklərin hazırlanması texnikası üzrə aparılan tədqiqatlar göstərdi ki, bakterial DNT sitoplazmada diffuz vəziyyətdə deyildir. O, müəyyən nahiyədə lokalizə olunub və hüceyrə bölünmədən əvvəl o bölünür. Bakterial nüvənin strukturunun öyrənilməsində radioavtoqrafiyanın da rolu böyükdür. Bununla alim Geris *Esch. coli* bakteriyasında sübut etdi ki, nüvə materialı DNT-dir və bu qapalı həlqəvarı sapdan ibarət olub, uzunluğu 1000-1400 mkm, ağırlığı 2-109 mq-dır. Onun strukturu makromolekuldur və hidroliz zamanı struktur elementlərə – dezoksiriboza, fosfat turşusu və azot əsasına parçalanır. DNT-də iki purin (adenin və quanin) və iki pirimidin (sitozin və timin) əsası vardır. Çarqaff (1950) bu amin turşuları arasındakı bir sıra qanunauyğunluğu aydınlaşdırmış və məlum oldu ki, DNT-də adeninin miqdarı timinə, quaninki isə sitozinə müvafiqdir (A+T:Q+S). Növdən növə bunların miqdarı dəyişsə də, oxşar növlər üçün daimidir. Alman alimləri Uotson və Krik (1953) bu nəticələr əsasında DNT-nin strukturu barədə nəzəriyyə vermişlər. Onların modelinə əsasən nukleoid zənciri hidrogen əlaqəli iki qat spiral burulmuş formadadır və hər bir adeninin qarşısında timin, quanin qarşısında isə sitozin yerləşir. Buruğun hər qatında 10 cüt əsas var. DNT genetik mənada bakterial xromosom – *genom* adlanır. DNT genetik informasiya daşıyıcısı olduğundan onun ikiləşməsi nəticəsində bölünmə baş verir. Hüceyrədə genomun miqdarı müxtəlif növlərdə dəyişkən olub, kulturanın becərilmə şəraiti ilə əlaqədardır. Məs. *Esch. coli*-də 2-dən 4-ə qədər, *Azot. chroococcum*-da 20-25 və s. Spiroxtlərin hüceyrəvi quruluşunda bəzi fərqləri nəzərə alaraq onlar haqqında məlumatların geniş verilməsi məqsədəuyğun hesab olunur.

Spiroxtlərin hüceyrə quruluşu barədə. Onların hüceyrəvi quruluşu bir qədər fərqlidir (şəkil 33). Bunlar spirillərdən sərt qılaf-



Şəkil 33. Spiroxtlərin quruluş sxemi

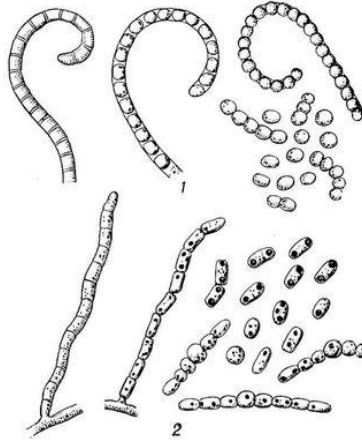
lərinin olmaması ilə fərqlənirlər. Əsasən 3 struktur quruluşa malikdirlər: protoplazma silindri, aksial sap (dayaq) – aksostil və 3 qatlı qılaf. Aksial sap ayrı-ayrı fibrillərdən ibarət olub, hər fibril sitoplazma silindrinə yapışmışdır. Onların qılafı çox nazik və elastikdir. Bu xüsusiyyətlərinə görə spiroxtlər fəal hərəkət edə bilərlər. Hərəkətlərindən asılı olaraq spirallar dəyişir və bütünlüklə hüceyrə hərəkət edir. Bu orqanizmlərin fəal qısalıb açılması dəstə halında olan elastik, qıvrılmış fibrillərin köməyi ilə baş verir. Fibrillər əsasən hüceyrənin xaricində yerləşir və sayı müxtəlif növlərdə dəyişkəndir (4-100 ədədə qədər). Spiroxtlərin tipik növlərində olan fibrillər xitinəbənzər maddə olub, yalnız heyvanlarda təsadüf olunan kutindən ibarətdir.

Hüceyrədə hüceyrə divarı, sitoplazmatik membran, nukleoid və mezosomlar var, eyni zamanda volyutin və yağ damllarına təsadüf olunur.

8.1.2. Aktinomisetlərin (budaqlanan bakteriyaların) morfolojiyası və hüceyrəvi quruluşu

Morfolojiyası. Aktinomisetlər öz morfoloji görünüşünə və ölçülərinə görə əsl bakteriyalardan fərqlənirlər. Onların əksəriyyəti miseliumlardan təşkil olunmuşdur və miseliumlarda sporəmələ-

gəlmə prosesi müxtəlifdir (şəkil 34). Lakin mikroskopik göbələklərdən fərqli olaraq bu miseliumlar çox incə, qısa və arakəsməsizdir. Bəzi aktinomiset növlərində hətta miseliumlar olmur, onlar hərəkətsiz düzgün və ya əyilmiş çöplər formasında müşahidə olunular.



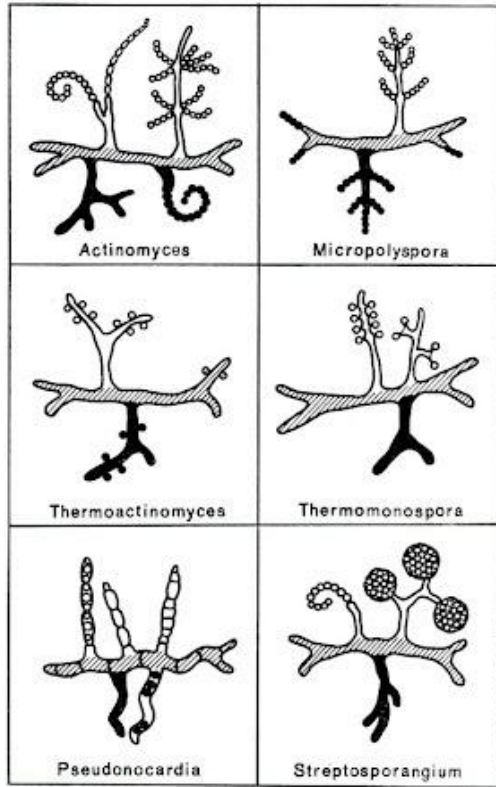
Şəkil 34. Aktinomisetlərdə sporun: 1 – fraqmentləşmə; 2 – seqmentləşmə yolu ilə əmələ gəlməsi prosesi.

Aktinomisetlərin hüceyrəvi quruluşu. Hüceyrə quruluşuna görə həm göbələkləri və həm də bakteriyaları xatırladırlar. Aktinomisetlərin orqanizmi radial düzülən miseliumlardan ibarətdir. Onlarda iki cür – hava və substrat miseliumlara təsadüf olunur (şəkil 35).

Hava miseliumları müxtəlif rəngli, məxmərəbənzər, pambıqvarı və s. görünüşlü olub qidalı mühitin üst səthində yerləşir, əsasən reproduktiv funksiya daşıyırlar.

Substrat miseliumları isə qidalı mühitə daxil olur və adətən rəngsizdirlər. Əsasən substrata yapışmaqda və qidalı mühitdən istifadədə iştirak edirlər.

Miseliumlar eni və quruluşuna görə kif göbələklərinin miseliumlarından fərqlənir. Bunların miseliumları çox incə və arakəsməsiz olub, eni 0,12-1,1 mk-a, çox zaman 0,6-0,8 mk-a bərabərdir, uzunluqları isə bəzən bir neçə mm-ə çatır.



Şəkil 35. Aktinomisetlərin müxtəlif cinslərində miseliumların quruluş sxemi: tünd rənglilər aqarın dərinliyində olan substrat miseliumları; rəngsiz olanlar hava miseliumlarıdır.

Aktinomisetlərdə hüceyrə daxilində xromatin dənəcikləri var və formalaşmış nüvəsi yoxdur. Hüceyrə qıfığında sellüloza və xitin olmur.

8.1.3. Sianobakteriyaların (*Cyanobacteria* – göy-yaşıl yosunlar) morfoloji və hüceyrəvi quruluşu

Sianobakteriyalar rənglərinə əsasən göy-yaşıl yosunlar olaraq da adlandırılır və planetin ən qədim bitkiləri hesab olunur. Onlar

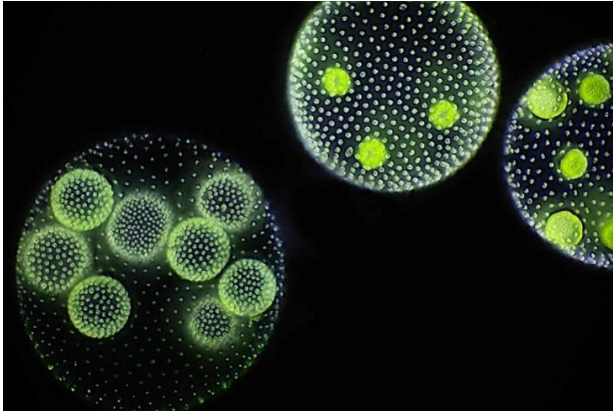
Yer kürəsi üzərində 3 milyard il əvvəl meydana gəlmiş və təxminən 1,5-2 milyon il planetimizin vahid bitkiləri olmuşlar, əsasən suda yaşayırlar.

Morfologiyası. Sianobakteriyalar morfoloji quruluşlarına görə müxtəlif formalarda təsadüf olunurlar. Qamçıları yoxdur və hərəkətsizdirlər. Onlar arasında tək və koloniya halında yaşayan formalar mövcuddur (şəkil 36).



Şəkil 36. Sianobakteriyaların morfoloji quruluşunun müxtəlifliyi

Tək-tək yaşayan formalar ifraz etdikləri seliklər vasitəsilə birləşərək koloniya əmələ gətirirlər (şəkil 37).



Şəkil 37. Sianobakteriyaların koloniyal formaları.

Sianobakteriyaların hüceyrəvi quruluşu. Sianobakteriyaların (göy yaşıl yosunların) hüceyrəvi quruluşu digər bakteriyalarla oxşardır və ona görə də onlar prokariotlara aid edilir. Sianobakteriyaların xarici qatı nisbətən sərtədir və hüceyrəni ətraf mühitin mənfi təsirlərindən qoruyur. Hüceyrə divarının qalınlığı 35-50 mk arasında dəyişir. Sianobakteriyaların hüceyrə divarı özünün quruluşuna görə qram-mənfi bakteriyaların hüceyrə divarı ilə oxşardır. O, bircinsli olmayan təbəqəli quruluşlu olub, buraya periplazmatik matriks, heteropolimer peptidoqlikanmurein, əlavə olaraq xarici membran daxildir. Periplazmatik sahə iki hüceyrə membranı arasında bir-birindən aralı sitoplazmanın xaricindən kənarında yerləşir. Onun kimyəvi tərkibi qeyri-üzvi birləşmələrdən, oliqosaxaridlərdən, nəqliyyat zülallarından və hidrolitik fermentlərdən təşkil olunmuşdur. Hüceyrələrdə nüvə maddəsi mövcuddur, lakin əsl bakteriyalarda olduğu kimi bunlarda da xüsusi membranla əhatə olunmuş nüvəyə rast gəlinmir. Sianobakteriyalar yalnız sürüşmə yolu ilə hərəkət edirlər.

8.1.4. Bakteriyaların kimyəvi tərkibi

Bakteriyaların yaş biokütləsinin çəkisini təyin etmək üçün maye qidalı mühitdəki hüceyrələri sentrifüqadan keçirməklə ayırmaq mümkündür. Məlum olmuşdur ki, çökmüş bakterial hüceyrə kütləsinin 70-80%-i sudan, 15-30%-i isə quru biokütlədən ibarətdir. Hüceyrələrdə ehtiyat qida maddələri (lipidlər, polisaxaridlər, polifosfatlar və ya kükürd) çox olduqda quru biokütləsi nisbətən artıq ola bilər. Bakterial hüceyrədə su sərbəst və birləşmiş formadadır.

Bakteriyaların quru maddəsi əsasən polimerlərdən (zülallar 50%), hüceyrə divarı komponentlərindən (10-20%), RNT-dən (10-20%), DNT-dən (3-4%), lipidlərdən (10%) və s. ibarətdir. Bakteriya hüceyrəsində olan 10 əsas kimyəvi elementlər təxminən aşağıdakı miqdarda müşahidə olunur (%-lə): karbon – 50, oksigen – 20, azot – 14, hidrogen 8, fosfor – 3, kükürd – 1, kalium – 1,

kalsium – 0,5, maqnezium – 0,5, dəmir – 0,2.

8.2. Eukariotlar

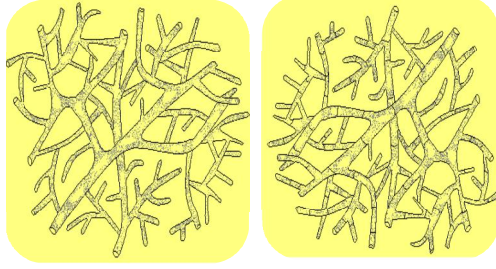
Eukariot orqanizmlərdə prokariotlarla müqayisədə kifayət qədər diferensiasiya müşahidə olunur. Eukariotlarda prokariotlardan fərqli olaraq əsil nüvə vardır və nüvə membranla əhatə olunmuşdur, ribosomlar, mitoxondrilər, holci aparatı plastidlər, çoxlu vakuollar və ehtiyat qida maddələri (qlikogen, valyutin, yağ) mövcuddur. Nüvədə xromosom yığını vardır ki, bunlar ikiləşdikdə iki qız hüceyrə verə bilər. Hüceyrə daxilində sitoplazma membranı endoplazmatik şəbəkəyə və nüvə membranına keçir.

8.2.1. Göbələklərin morfoloqiyası, hüceyrəvi quruluşu və kimyəvi tərkibi

Morfologiyası. Miseliumlu quruluşa malikdirlər. Göbələklərin vegetativ cisminin əsasını budaqlanan incə saplardan və ya hiflərdən ibarət miseliyumlar təşkil edir. Miseliyumlarının arakəsməsiz və arakəsməli olmalarına görə onlar ibtidai və ali göbələklərə ayrılır (şəkil 38).

Arakəsməsiz miseliyumların uzunluğu 0,5 mk və ya çox ola bilər. Buraya *Xitridimycota*, *Oomycota*, *Ziqomucota* şöbəsinə daxil olanlar aiddir. Arakəsməli miseliumlarda çoxsaylı arakəsmə əmələ gəlir. Hüceyrələr çoxnüvəlidir. Kisəli, bazidili, qeyri-müəyyən göbələklər bura daxildir (şəkil 39).

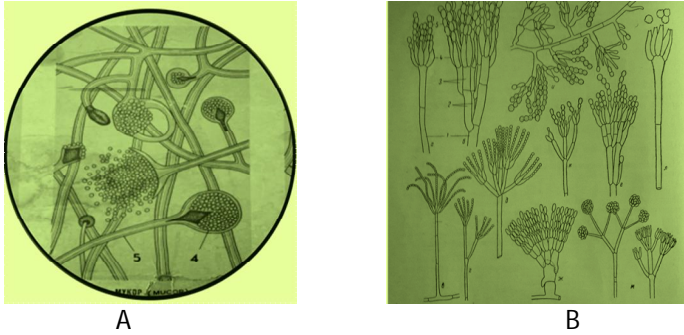
Göbələklər arasında miseliumlu quruluşlulardan başqa bir hüceyrəyə malik olan maya göbələkləri də var. Onların hüceyrələri oval, armudvarı, limonvarı formada olur. Çoxalmaları tumurcuqlama yolu ilə olduğu üçün mikroskop altında tumurcuqlanma müşahidə olunur (şəkil 40). Hüceyrələrin ölçüsü bakteriyalardan böyükdür (5-8 mkm).



bırhüceyrəli

çoxhüceyrəli

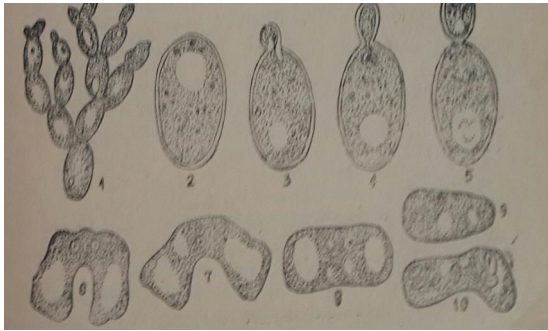
Şəkil 38. Göbələklərin sxematik morfoloji quruluşu.



A

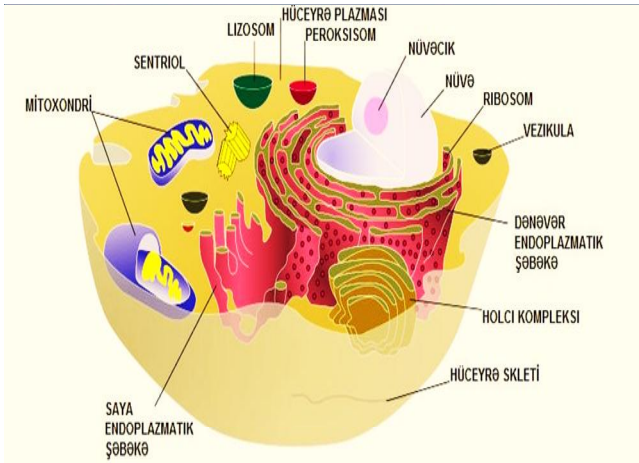
B

Şəkil 39. A – *Mucor* (endogen spoxlar əmələ gətirir) və B – *Penicillium* (ekzogen spoxlar-konidilər əmələ gətirir) göbələklərinin morfoloji quruluşu: 1 – konididaşıyan, 2 – konidin budaqlanması, 3 – steriqmalar və onların üzərində konidilər, 4 – spoxdaşıyan, 5 – spoxangi və daxilində formalaşan külli sayda spoxlar.



Şəkil 40. Maya göbələyinin morfoloji görünüşü (1) və tumurcuqlanma mərhələləri (2-10).

Göbələklərin hüceyrəvi quruluşu. Göbələk hüceyrələri müxtəlif görkəmdə olmalarına baxmayaraq əsas quruluşları, xüsusilə də hüceyrə orqanoidləri ilə bir-birinə oxşardır (şəkil 41). Bu xüsusiyyət nəinki göbələklər, həm də eukariotların əksəriyyəti üçün səciyyəvidir. Əksər göbələklərin hüceyrələri qalınlığı adətən 0,2 mk-a qədər olan və yaxşı görünən qılafa (hüceyrə divarına) malikdir. Qılaf özü bir neçə təbəqədən ibarətdir. Onun xarici təbəqəsi amorf xassəyə malikdir, daxili təbəqələri isə müəyyən qaydada səmtlənmiş və matriksin içərisində yerləşmiş mikrofibrillərdən təşkil olunmuşdur. Hüceyrə qılfı hüceyrədaxili hidrostatik (turqor) təzyiqlə tab gətirməklə hüceyrəni osmotik qüvvələrin təsiri ilə dağılmaqdan qoruyur. Hüceyrənin ən mühüm elementlərindən biri də protoplazmadır. Göründüyü kimi, quruluşlarına əsasən eukariotlar prokariotlardan kəskin fərqlənirlər. Eukariotlardan olan maya göbələklərinin sitoplazmasında diferensə olunan və xüsusi membranla əhatə olunan nüvə, ribosomlar, mitoxondrilər, çoxlu vakuollar və ehtiyat qida maddələri (qlikogen, valyutin, yağ) qranulları vardır. Kif göbələklərinə gəldikdə onların uzun budaqlanan hifləri var ki, bunlar da göbələyin miseliumlarını təşkil edir. Onların



Şəkil 41. Göbələk hüceyrəsinin anatomik quruluşu

bəziləri arakəsməli və bəziləri isə arakəsməsiz olur. Miseliymların hiflərinin diametri 5-50 mkm və daha çox ola bilər.

Göbələklərin kimyəvi tərkibi. Göbələklər xlorofilsiz orqanizmlərə daxildir. Bakteriyalar kimi onların da orqanizmində əsas kimyəvi elementlərə təsadüf olunur. Göbələkləri səciyyələndirən əsas xüsusiyyətlərindən biri yaxşı inkişaf etmiş xitinli hüceyrə divarına malik olmalarıdır. Göbələk hüceyrəsi qılıfının 80-90%-ə qədəri zülal və lipidlərlə birləşmiş polisaxaridlərdən ibarətdir.

Bundan başqa qılıfın tərkibinə polifosfatlar, piqmentlər və digər maddələr də daxildir. Qılıfın təbəqələrindəki mikrofibrilyar komponentlər kimyəvi tərkibinə görə sellüloza və ya xitindən təşkil olunmuşdur. Maya göbələklərinin çoxunda qılıfın mikrofibrilləri sellülozadan fərqli olaraq qlükan və mannadan ibarətdir.

8.2.2. Yosunların (*Algae*) morfolojiyası, hüceyrəvi quruluşu və kimyəvi tərkibi

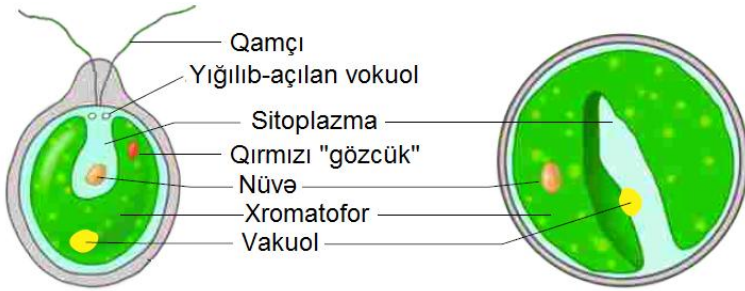
Yosunlar tipik ibtidai su bitkiləridir. Onlar əsasən günəş şüası düşən şirin sulara, dənizlərdə, okeanlarda geniş yayılmışdır. Əsl kök, gövdə, yarpaq və s. olmadığına görə yosunlar ali bitkilərdən fərqlənir. Lakin onların təbiətdə, o cümlədən suda rolu böyükdür. Yaşıl bitkilərin quruda apardığı prosesləri yosunlar su mühitində aparır, üzvi maddələr və oksigen hazırlayırlar. Onlar fotosintez prosesi zamanı suya sərbəst oksigen verən yeganə orqanizmlərdir və onların suda yaşayan heyvanların normal tənəffüsündə, oksidləşmə-reduksiya proseslərinin sürətlənməsində, suyun öz-özünə təmizlənməsində mühüm rol var. Suda yaşayan digər canlılar yosunlardan qida kimi istifadə edirlər. Yosunların çoxalıb yayılması ilə dənizlərin, göllərin, digər su hövzələrinin məhsuldarlığı hesablanır. Lakin ziyanlı cəhətləri də vardır. Bəzi yosunlar durğun sulara hədsiz çoxalmaqla onun çürüntülərlə çirklənməsinə səbəb olurlar.

Mikrobioloji tədqiqatlarda nəzər diqqəti cəlb edən əsasən göy-yaşıl, yaşıl və diatom yosunlardır. Bunlardan göy-yaşıl yosunlar barədə fəslin əvvəlində məlumatlar təsvir edilmişdir.

Xlorellanın və xlamidomonadanın quruluşu. Yosunlar tək hüceyrəli, çoxhüceyrəli və kolonial yaşam tərzində olub müxtəlif ekoloji şəraitə uyğunlaşmışlar. Biri hüceyrəli ibtidai yosunların suda yaşayan növlərinə xlorella və xlamidomanada aiddir. Onlar çoxalaraq suyun üzərində yaşıl örtük əmələ gətirirlər.

Hər iki yosunun oxşar və fərqli xüsusiyyətləri var. Hər ikisi bir hüceyrəli olub, orqanizmləri *tallom* adlanan gövdə cisimdən ibarətdir.

Xlorella yosunu daha sadə quruluşludur. Onun qamçısı olmadığına görə yalnız suyun hərəkəti istiqamətində hərəkət edə bilər. Hüceyrələrini şəffaf qlaf örtür, nüvə, sitoplazma, xromatoforları və vakuolları var (şəkil 42).



Şəkil 42. Xlamidomonada (solda) və xlorellanın (sağda) struktur quruluşu

Xlamidomonada armudvari formaya malik olub ön tərəfində yerləşən bir cüt qamçısının köməyi ilə hərəkət edir (şəkil 42).

Xlamidomonadanın önündə qırmızı rəngli işığa həssas gözcüyü var. Gözcük günəş şüasını qəbul etdikdə hüceyrə qıçıqlanır və beləliklə işığa doğru hərəkət edir. Hüceyrənin içərisində şirə ilə dolu iki yığılıb-açılan kiçik və bir iri həcmli vakuolu vardır ki, bunlar vasitəsilə xlamidomonada daxilindəki artıq suyu xaricə ifraz edir.

Yosun anatomik quruluşuna görə qılafdan, sitoplazmadan, nüvədən və iri ölçülü kasaşəkilli xloroplastdan təşkil olunmuşdur. Xlamidomonadada xlorofilin olması onun işıqlı mühitdə qeyri-üzvi maddələrdən üzvi maddələrin biosintezinə şərait yaradır və onlar müstəqil qidalanırlar, lakin onlar hazır üzvi maddələri də öz bədən səthi ilə mənimsəyə bilirlər.

Yosunlar arasında birhüceyrəli yosunlarla yanaşı çoxhüceyrəli yosunlara da təsadüf olunur. Bu yosunları bir-birindən fərqləndirən xüsusiyyət müxtəlif rəngli – göy-yaşıl, zeytuni, tünd-yaşıl pigment əmələ gətirmələridir. Onlar hüceyrə divarında pektinli maddələrin və az miqdarda seliynin olmasına görə də fərqlənilirlər (şəkil 43).



Şəkil 43. Yaşıl yosunların morfoloji quruluşu.

Yaşıl yosunlar (*Chlorophyta*). Buraya əsl yaşıl yosunlar və ya bərabərqamçılılar, konyuqat yosunlar və xaralar aiddir. Bunların

əsas nümayəndələri şirin sularda, dənizlərdə, göllərdə yaşayırlar. Yaşıl yosunlar çirkab suların təmizlənməsində iştirak edirlər.

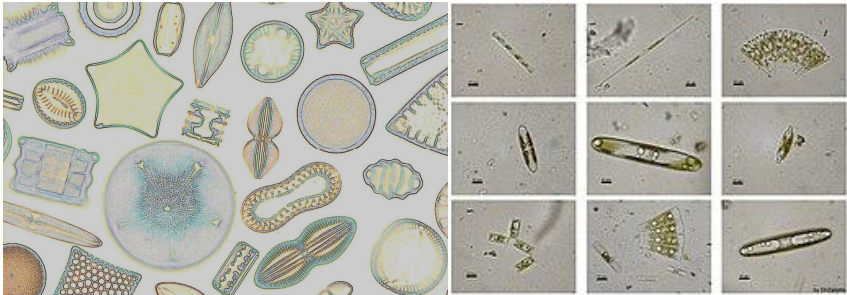
Morfoloji quruluşu. Müxtəlif formalarda olurlar. Ölçüləri müxtəlif olub 0,1 mm-dən 2-10 mk-a qədər ola bilər.

Hüceyrəvi quruluşu. Bəzi növləri qlaflı, bəziləri isə qlafsız olub plazmolemma ilə əhatə olunmuşdur. Qılafları əsasən iki qatlıdır. Daxili qat sellülozlaşmış, xarici qat isə pektinləşmişdir. Hüceyrələrində nüvə, sitoplazma, iri vakuol və həmçinin yaşıl xlorofil pigmentə malik yaşıl xromotofor vardır. Xromotoforların hesabına fotosintez prosesi nəticəsində əmələ gəlmiş nişasta və yağlar orqanizmdə ehtiyat qida maddəsi kimi toplanır. Təkhüceyrəliliklə çoxhüceyrəlilik arasında bəzi fərqlər müşahidə olunur. Çoxhüceyrəli yosunlarda nüvələrin və xloroplastların sayı çoxdur.

Diatom yosunlar (*Bacillariophyta*). Bu yosunlara dənizlərdə, şirin sularda və s. sularda rast gəlinir. Üzvi maddələrin suda toplanmasında mühüm rol oynayırlar.

Diatom yosunlar su hövzələrinin planktonunun tərkibində geniş, bentoslarında isə az miqdarda yayılmışlar.

Morfologiyası. Bu yosunların yumurtavarı, iynəşəkilli formalarına təsadüf olunur. Onlar tək-tək və ya koloniya halında yaşayırlar (şəkil 44). Ölçüləri 2 mm-dən çox olmur. Hərəkətli və hərəkətsiz formaları var.



Şəkil 44. Diatom yosunların morfoloji görünüşü.

Hüceyrəvi quruluşu. Diatom yosunların üzəri tərkibində silisi-um olan qılafla örtülüdür. Qılaf sanki bir-birinə geydirilmiş iki qapaqdan ibarət qutunu xatırladır. Qılaflın daxili qatında pektin maddəsi vardır. Protoplazma hüceyrənin əsasən kənar hissəsində yayılmışdır. Hüceyrənin mərkəzində bir nüvəsi, vakuolu, bir lövhəşəkilli və yaxud bir neçə xırda dənəvər formada sarı, qonur rəngli xromotoforu var.

8.2.3. İbtidailərin (Protozoa) morfolojiyası, hüceyrəvi quruluşu və kimyəvi tərkibi

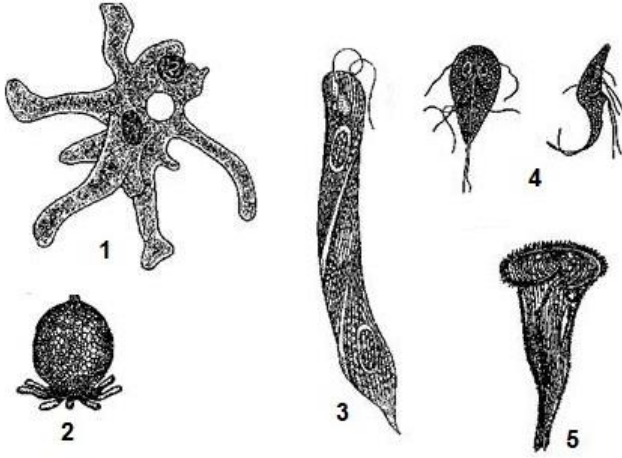
Eukariotlara aid olan ibtidailərin əksəriyyəti birhüceyrəli sadə quruluşlu, lakin sərbəst orqanizmə xas olan bütün funksiyaları yerinə yetirə bilən mikroorqanizmlərdir. Aralarında sərbəst həyat təzi keçirənlərlə yanaşı, parazit növlərinə də təsadüf olunur. İbtidailərin bəziləri avtotrof, digərləri isə heterotrof qidalanırlar. Onların əksəriyyəti dənizlərdə yaşayır. Bir çox ibtidailər şirin su bentosunun və planktonunun tərkibinə daxildir. Su mühitində bir çox funksiyaları yerinə yetirirlər.

Zoologiyadan dərsləklərdə ibtidailər haqqında geniş məlumatların verildiyini nəzərə alaraq onlar barədə qısa məlumatları verməklə kifayətlənirik.

İbtidailərin morfolojiyası. İbtidailər morfoloji görünüşlərinə görə müxtəlif olub, aralarında dairəvi, oval, uzunsov və hətta dəyişkən formalılara (amöblər) də təsadüf olunur (şəkil 45).

İbtidailər qamçılarla, kirpiklərlə və yalançı ayaqlarla hərəkət edirlər.

Hüceyrəvi quruluşu. Hüceyrə xaricdən qılafla örtülü olub, sitoplazma və nüvədən ibarətdir. Sitoplazması xaricdən 3 qatlı, qalınlığı 7,5 nm olan membranla əhatə olunmuşdur. Membran əsasən zülal və lipoidlərdən ibarət olub, vəzifəsi hüceyrəyə daxil olan maddələri tənzimləməkdən ibarətdir. Sitoplazma 2 qatlıdır,



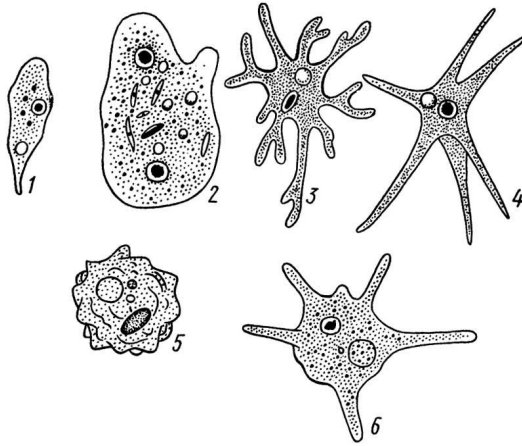
Şəkil 45. İbtidailərin morfoloji müxtəlifliyi: 1 – Amoeba proteus; 2 – Difflugiya prirform; 3 – Euglena oxyuris; 4 – Lambliya intestinalis; 5 – Stentor coeruleus.

xarici – ektoplazma, daxili isə endoplazma adlanır. Sitoplazmada mitoxondrilər, endoplazmatik şəbəkə, ribosomlar, holci aparatının elementləri mövcuddur. Bunlardan əlavə burada müxtəlif orqanellərə, o cümlədən qida vakuoluna və yığılıb-açılan vakuola, dayaq rolu oynayan fibrillərə də təsadüf olunur. İbtidailər bir və ya bir neçə qatlı nüvə örtüklə örtülən tipik hüceyrə nüvəsinə malikdir. Nüvə möhtəviyyəti, içərisində xromatin materialı və nüvəciklər yerləşən nüvə şirəsindən (karioplazmadan) ibarətdir. İbtidailərin nüvələri ölçülərinə, karioplazmanın miqdarına, nüvəciklərin sayına və paylanma xarakterinə, onların nüvədə yerləşməsinə, sentrosoma (hüceyrə mərkəzinə) münasibətlərinə görə də dəyişkəndir.

Zirehli qamçıllardan olan Yaşıl evqlenada stiqla adlı xüsusi işıq qıcıqlarını qəbul edən aparat var. O, primitiv gözcük vəzifəsini yerinə yetirir.

Amöbalar (*Amoebina*). Amöbaların əksəriyyəti şirin sularda yaşayır. Bəzi növlərinə dənizlərdə təsadüf olunur. Bunlar çox sadə quruluşlu kökayaqlılardır və skeletləri yoxdur.

Morfoloji quruluşu. Mikroskop altında müşahidə zamanı onlarda çoxsaylı müxtəlif formalı çıxıntılar – psevdopodilər və ya yalançı ayaqlar görünür. Amöbaların əksəriyyəti birnövəlidir, lakin çoxnövəli növlərinə də rast gəlinir. Onların forması mühit şəraitindən (pH, temperatur, suda duzların miqdarı və s.) asılı olaraq kəskin şəkildə dəyişilə bilər. Amöbaların növləri psevdopodilərin sayına və formasına görə fərqlənilir (şəkil 46).



Şəkil 46. Müxtəlif növ amöbalarda psevdopodilərin formaları (Dofleyne görə): 1 – *Amoeba limax*; 2 – *Pelomyxa binucleata*, 3 – *Amoeba proteus*, 4 – *A. radiosa*, 5 – *A. verrucosa*, 6 – *A. polypodia*.

Psevdopodilər formalaşarkən əvvəlcə ektoplazmanın kiçik çıxıntısı əmələ gəlir. Amöbanın psevdopodiləri adətən şaxələnmə əmələ gətirmir. Yalançı ayaqlar qısa, uzun, küt, uclardan sivri və s. formalarda ola bilər. Psevdopodilərin formasının daima dəyişilməsi sayəsində substrat üzərində amöbanın hərəkətini asan müşahidə etmək olur.

Amöbaların ölçüləri müxtəlif olub, 10-15 mkm-dən 2-3 mm-ə qədər ola bilər. Adi şirin su amöbü *Amoeba proteus* iri amöbə olub, ölçüsü hətta 0,5 mm-ə yaxındır.

Hüceyrəvi quruluşu. Amöbə xaricdən nazik sitoplazmatik mem-

branla örtülü olub, onun altında şəffaf və nisbətən qatı ektoplazma yerləşir. Bundan başqa orqanizmin əsas kütləsini təşkil edən dənəvər yarım-maye endoplazma yerləşir.

Həzm vakuollarından başqa, amöbanın daha bir yığılıb-açılan və ya döyünən vakuolu da vardır. Bu sulu mayeli qovuqcuq dövrü olaraq böyüyür, sonra isə müəyyən həcmə çatdıqda partlayır və öz möhtəviyyatını xaricə boşaldır. Tezliklə həmin yerdə eynilə kiçik damla əmələ gəlir. Yığılıb-açılan vakuolun əsas funksiyası orqanizmdə osmotik təzyiqli nizamlaşdırmaqdır. Su ətraf mühətdən amöbanın bədənində xarici membrandan osmotik yolla keçir. Amöbanın bədənində həll olmuş müxtəlif maddələrin qatılığı şirin suyun qatılığından yüksək olur, bunun da sayəsində ibtidai orqanizmin bədən daxili ilə onun mühiti arasında osmotik təzyiqli fərqi yaranır. İbtidai orqanizmdə bədənədən artıq suyu mütəmadi olaraq xaricə çıxaran özünəməxsus boşaldıcı funksiya daşıyan yığılıb-açılan vakuol var. Lakin şirin sudan fərqli olaraq daha yüksək osmotik təzyiqli malik maye ilə əhatə olunmuş mühətdə – dənizdə yaşayan və parazit formalarda yığılıb-açılan vakuollar adətən olmur. Yığılıb-açılan vakuol osmotik təzyiqli nizamlaşdırma funksiyasından başqa, qismən maddələr mübadiləsi məhsullarını su ilə birlikdə ətraf mühətə çıxararaq ifrazat funksiyasını da yerinə yetirir. Bununla belə əsas ifrazat funksiyası bilavasitə xarici membran vasitəsilə yerinə yetirilir. Yığılıb-açılan vakuol ehtimal ki, tənəffüs prosesində də mühüm rol oynayır. Belə ki, osmos nəticəsində sitoplazmaya daxil olan su özü ilə həll olmuş oksigen də gətirir. Amöbanın endoplazmasında nüvə şirəsi ilə zəngin qarbarcıq şəkilli nüvə vardır. Bu, hüceyrə nüvəsi komponentlərinə, çoxlu məsamələri olan örtüyə, nüvə şirəsinə, xromatinə, bir və ya bir neçə nüvəciyə malikdir. Elə amöba növləri də mövcuddur ki, onlarda bir yox, bir neçə nüvə vardır.

Çanaqlı kökayaqlılar – şirin sularda yayılmışdır, onlara əksər hallarda sahilə yaxın dib hissədəki bitkilər arasında rast gəlinir.

Testacea-ların növlərinin böyük əksəriyyəti torf bataqlıqlarında yaşayır.

Foraminiferlər – əsasən dənizlərdə yaşayırlar, digər kökayaqlılardan fərqli olaraq onlar daha mürəkkəb quruluşludur. Foraminiferlərin çanağında tədricən mürəkkəbləşmənin bir sıra mərhələsi müşahidə edilir.

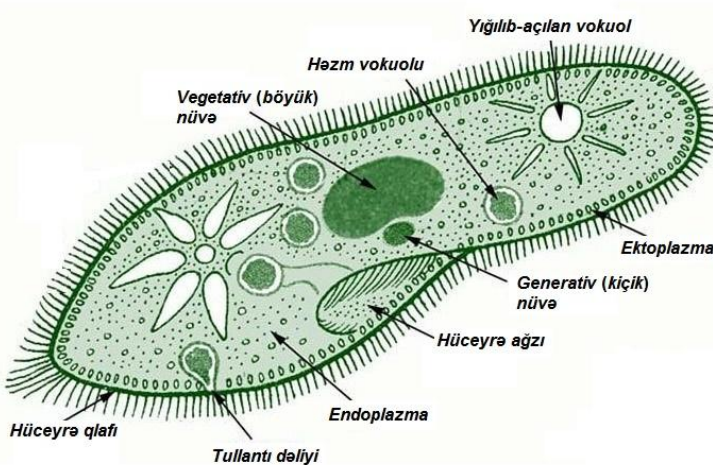
Morfoloji quruluşu. Bunların çanağı möhkəm üzvi maddədən – psevdopoditindən ibarətdir. Bu maddəni ekto plazma ifraz edir. Digər növlərdə bu nazik pərdəyə psevdopodilərlə tutulan kənar hissəciklər, əsasən qum zərrəcikləri yapışır. Foraminiferlərin əksəriyyətində çanağın kalsium-karbonatla hopmuş nazik xitinli əsası var. Bu cür çanaqlar bəzəkli çanaqlardan fərqli olaraq yüksək davamlılığı və yüngüllüyü ilə fərqlənir. Foraminiferlərin çanaqlarının forması olduqca müxtəlifdir. Bəzi növlərdə çanaq uzunsov kisə, digərlərində isə boru şəklindədir. Çanağı xarici aləmlə əlaqələndirən və psevdopodilərin çıxmasına xidmət edən dəlik ağız adlanır. Əksər kökayaqlılarda ağızdan başqa çanağın bütün divarları incə məsamələrə malikdir ki, bunlar da yalançı ayaqların çıxmasına xidmət edir. Foraminiferalarda rizopodilər adlanan psevdopodilərin özünəməxsus quruluşu vardır. Onlar özlüyündə nazik, uzun bir-birinə dolaşan və birləşən saplardan ibarət olub, çanaq ətrafında mürəkkəb tor əmələ gətirir. Rizopodilərdə sitoplazma daima hərəkət edir. Eyni bir rizopodin daxilində sitoplazmanın bir axını mərkəzə qaçan (çanağa doğru), digəri mərkəzdən qaçan istiqamətdə olur. Rizopodilər qidanın tutulmasına və qismən həzm olunmasına, habelə heyvanın hərəkətinə xidmət edir.

İnfuzorlar – kirpikli infuzorlar (*Ciliata*) sinfinin tipik nümayəndəsi durğun sularda yaşayan infuzorlardır. Bunlar mürəkkəb quruluşlu təkhüceyrəli orqanizmlərdir.

Morfoloji quruluşu. Ayaqqabı içini, tərtiyi xatırladır, onlar elastik və ya son dərəcə möhkəm pellikulanın olması sayəsində müəyyən sabit formaya malikdirlər. İnfuzorun üzəri 10-15 minə qə-

dər nazik tükcüklərlə örtülüdür. Onların bir tərəfində qıfşəkili ağız yerləşir. Ağızın ətrafında olan kirpiklərin yardımı ilə qida ağıza ötürülür. Bunların hərəkət aləti çoxlu miqdarda kirpiklərdir. Tərliyin özünü müdafiə etməsi üçün trixosistləri var. Pellikulanın altında yerləşən bu trixosistlər uzun yapışqanlı saplar buraxaraq onların yardımı ilə öz ovunu tuta bilir. Ölçüsü 0,1-0,3 mm arasında dəyişilir.

Hüceyrəvi quruluşu – tərliyin əsas fərqləndirici xüsusiyyəti orqanizmində iki nüvənin (makronukleus və mikronukleus) olmasıdır (şəkil 47).



Şəkil 47. Tərliyin hüceyrəvi quruluşu.

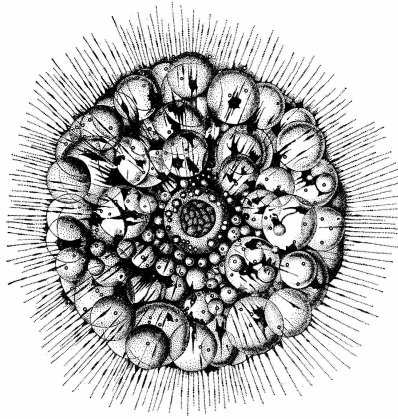
Orqanizmə daxil olan qida həzm vakuoluna düşüb orada həzm olunur və buradan da anal dəliyi vasitəsilə həzm olunmayan qida hissəcikləri xaricə atılır.

Şüalılar (*R. adiolaria*). Şüalılar yalnız plankton həyat tərzini keçirən dəniz heyvanlarıdır. Onlara suyun bütün dərinliklərində təsadüf olunur. İsti dənizlərdə daha çox müxtəlifliyə malikdirlər.

Morfoloji quruluşu. Bunlar həndəsi cəhətdən düzgünlüyü və son dərəcə müxtəlif formaları ilə fərqlənirlər. Radiolariyalardan

əksəriyyəti mürəkkəb quruluşlu daxili mineral skeletə malikdir. Onların orqanizmi çox halda kürə şəkillidir, lakin başqa formalarda da ola bilər. Orqanizmdən hər tərəfə çoxlu sapşəkilli, qismən anastomozedici psevdopodilər çıxır. Şüalılərin əksəriyyəti mərkəzdə yerləşən bir iri nüvəyə malikdir, lakin çoxnüvəli formalarda da rast gəlinir. Hüceyrənin orta hissəsini tutan nüvə, homogen və nisbətən qatı kapsuladaxili sitoplazma sahəsi ilə əhatə olunmuşdur. Onların orqanizminin bu hissəsi davamlı mərkəzi kapsula içərisində yerləşir. Mərkəzi kapsula dəliklərə malik olub, üzvi maddədən təşkil olunmuş, qalın qabıqlı membrandan ibarətdir və üzvi çanağa oxşayır. Radiolariyalərin skeleti möhkəm və yüngüldür. O, iki funksiya daşıyır: ibtidailərin orqanizmini müdafiə edir və orqanizmin ümumi səthinin böyüməsinə səbəb olur. Bu isə onların suda «ası» qalmasına imkan yaradır. Çox halda skelet həndəsi düz formadadır.

Koloniyaları. Radiolaria-ların bəzi formalarında kapsuladan kənar maddənin ümumi kütləsinin tərkibinə daxil olan və hər biri bir fərdə uyğun gələn çoxlu sayda mərkəzi kapsulaya malik kürəşəkilli və ya kolbasaşəkilli koloniyalar əmələ gəlir (şəkil 48).

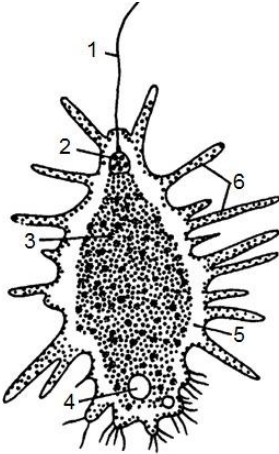


Şəkil 48. *Thalassophysa pelagica* radiolariyası (Qrassedən). Mərkəzdə iri nüvə və mərkəzi kapsula görünür.

Qamçılılar (*Mastigophora*) sinfi. Qamçılılar əsasən hərəkət orqanoidləri olan qamçıların olması ilə xarakterizə olunurlar. Onların sayı bir, iki və ya çox ola bilər. Qamçılıların bəzi növlərində müvəqqəti və ya daimi psevdopodilər də ola bilər.

Qamçılıların bir sıra qruplarının nümayəndələri tərkibində xlorofil olan xromatoforlara malikdir. Bu formalar əsl yaşıl bitkilər kimi işıqda fotosintez etmə qabiliyyətinə malikdirlər. Lakin aralarında heterotrof mübadiləyə malik olan qamçılılara da təsadüf olunur və onlar bütün heyvanlar kimi hazır üzvi maddələrdən qida kimi istifadə edə bilirlər.

Morfoloji quruluşu. Qamçılılar formasına və ölçülərinə görə olduqca müxtəlifdir. Onlar çox hallarda yumurtavarı, silindrik, kürəvarı, butulkavarı və s. formalarda olurlar. Bəzən *Dinoflagellata* dəstəsinin nümayəndələrində olduğu kimi bədən müxtəlif çıxıntılara malik olur və qəribə formalar ala bilər (şəkil 49).



Şəkil 49. *Mastigamoeba aspera*

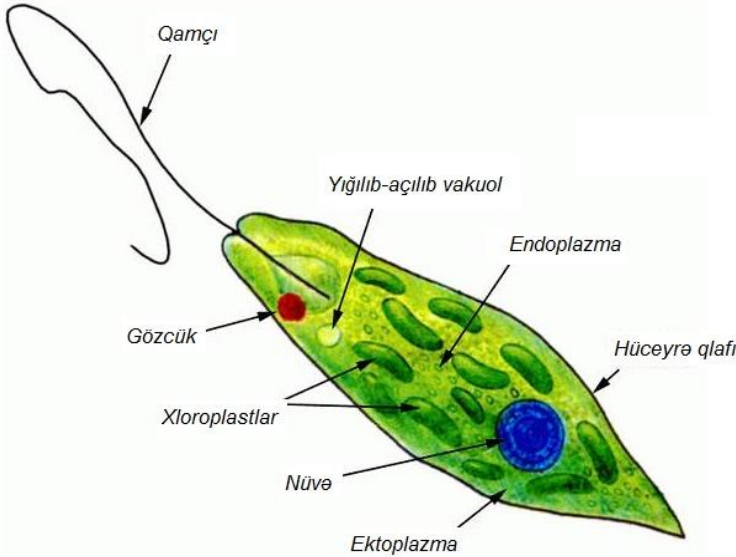
qamçılısı:

- 1 – qamçı;
- 2 – nüvə;
- 3 – endoplazma;
- 4 – yığılıb açılan vakuol;
- 5 – ektoplazma;
- 6 – psevdopodilər.

Hərəkəti. Orqanizminin ön qütbündə qamçılar 1-dən bir neçə minə qədər ola bilər. Qamçıların uzunluğu çox kiçik ölçüdə, bir neçə on mikrometrə qədər dəyişir.

Qamçıların iş mexanizmi müxtəlifdir, lakin onun əsasını vintvarı hərəkət təşkil edir. Bunlar sanki ətraf mühitə «burulmaqla»

daxil olurlar. Qamçılar saniyədə 10-dan 40-a qədər dövr edə bilər. Qamçılar tək-cə hərəkətə deyil, eyni zamanda qidanın tutulmasına da xidmət edir. Qamçının hərəkətilə suda sanki burulğan yaradılır və bunun sayəsində suda asılı halda olan kiçik hissəciklər (o cümlədən bakteriyalar və s.) qamçının əsasına doğru yönəldilir (şəkil 50).



Şəkil 50. Evqlenanın struktur quruluşunun sxemi.

Hüceyrəvi quruluşu. Sitoplazması ekto- və endoplazmaya ayrılır. Bəzi *Mastigophora*-larda sitoplazma xaricdən yalnız elementar membrana ilə əhatələnir. Digərlərində ektoplazmanın xarici qatı qalınlaşır və pellikula əmələ gətirir ki, bunun sayəsində orqanizm öz formasını dəyişmək qabiliyyətini itirir. Bir çox qamçılılarda hüceyrənin səthinə xüsusi örtük ifraz olunur və bu müxtəlif dəstələrə aid olanlarda müxtəlif maddələrdən: xitinli üzvi maddədən, həlməşik maddədən və yaxud tipik bitki hüceyrələrində olduğu kimi sellülozadan (bitki qamçılılarında) təşkil oluna bilər. Müasir elektron mikroskopik tədqiqatlarla təsdiq olunmuşdur ki,

parabazal cisim holci aparatının homoloqudur.

Bərk qida ilə qidalanan bəzi qamçılılarda, pellikulada kiçik dəlik – hüceyrə ağızığı vardır ki, o orqanizmin daxilinə açılan dərin kanalla – udlaqla əlaqələnir. Qida ağıza və udlağa düşür, sonra isə endoplazmada qida vakuolu əmələ gəlir. Digər növlərdə hüceyrə udlağı yoxdur və qamçının əsasında pellikuladan məhrum olan yapışqanlı sitoplazma sahəsi vardır ki, bunun vasitəsilə qida qəbul olunur. Qidanın həll olunmayan hissəcikləri ibtidailərin orqanizmindən xaricə atılır.

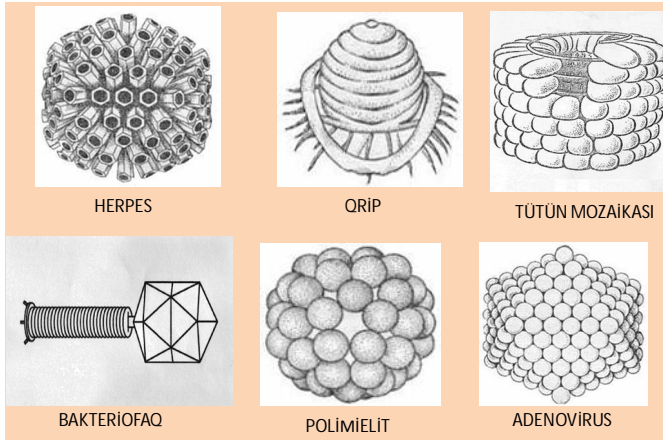
Bəzi autotrof qamçılılar (məsələn evqlenalar) müəyyən şəraitdə (qaranlıqda və mühitdə həll olmuş üzvi maddələr olduqda) saprotrof qidalanmaya keçir və bu halda xlorofil tərəfindən yaranan yaşıl rəngi itirə bilər. Hətta bir sıra evqlenalarda maddələr mübadiləsinin hər iki tipi – autotrofluq və heterotrofluq müşahidə olunur. Onlar eyni vaxtda həm fotosintez, həm də saprotrof qidalanmanı həyata keçirə bilərlər. Qamçılıların orqanizmində müxtəlif ehtiyat qida maddələri də toplanır. Bu, sitoplazmada səpələnmiş piyvarı maddələrin damllarından, qlikogen, polisaxarid törəmələrindən, rəngli bitki qamçılılarında isə nişasta dənəsindən və ya ona yaxın olan karbohidrat-paramildən (evqlenada) ibarətdir.

8.3. Akkariotlar (viruslar-tam hüceyrəvi quruluşa malik olmayan canlı varlıqlar)

Viruslar qeyri-tam hüceyrəvi quruluşa malik olan, hüceyrə-daxili parazit canlı varlıqlardır və onlara su mühitində də təsadüf olunur. Onlar hüceyrə daxilində parazit halda viruslar, hüceyrə xaricində anabioz vəziyyətdə virionlar adlanır. Viruslar bəzi hallarda su vasitəsilə epidemiyaların, pandemiyaların yaranmasına səbəb olurlar. Suda viruslarla yanaşı mikroorqanizmləri yoluxdurən faqlara da rast gəlinir.

Virusologiyadan dərslük kitablarında viruslar haqqında geniş məlumatların verildiyini nəzərə alaraq onlar barədə qısa məlumatları verməklə kifayətlənirik.

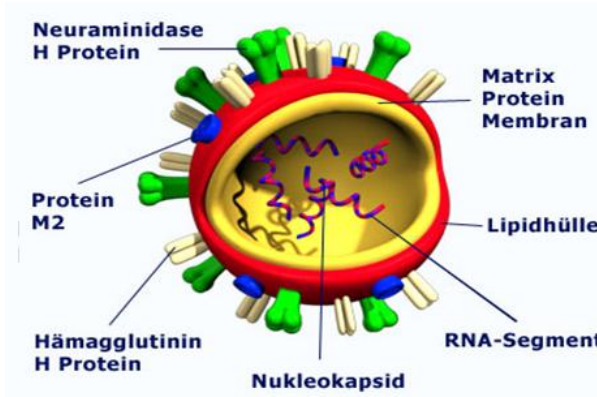
Virusların morfolojiyası – viruslar morfoloji görünüşlərinə görə sferik, kubvarı, basil, çöp, sapvarı, spermatazoid (faqlar) formalı ola bilərlər (şəkil 51). Virusların ölçüləri nanometrlə ölçülür, aralarında nisbətən iri, orta ölçülü və daha kiçik olanlara rast gəlinir. Hərəkətsizdirlər, qamçılı yoxdur.



Şəkil 51. Virusların morfoloji quruluşu.

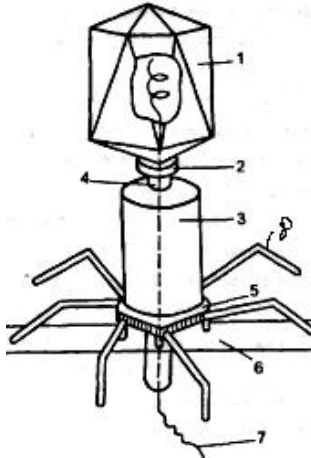
Virusların struktur quruluşu – nüvəsi, sitoplazması və hüceyrə divarı olmayan canlı varlıqlardır və bu quruluş onları digərindən əsaslı fərqləndirir (şəkil 52). Viruslar 2 komponentdən ibarətdir: nukleinin turşularından biri (DNT və ya RNT-dən) və nukleinin turşusunun üzərini örtən zülal örtükdən. Zülal örtük bir və ya ikiqatlı olub kapsid adlanır (*kapsa* – yunanca yeşik deməkdir). Nisbətən mürəkkəb quruluşlu viruslarda lipidlərdən ibarət xarici örtüyə də təsadüf olunur.

Kapsid və nukleinin turşusu nukleokapsid adlanır. Nukleokapsidin 3 simmetriya tipi var: kub simmetriya, spiral simmetriya, qarışıq simmetriya (bakteriofaqlarda).



Şəkil 52. Virusların sxematik struktur quruluşu.

Mikroorqanizmlərin də virusları mövcuddur və onlar *faqlar* adlanırlar. Suda harada mikroorqanizmlər varsa, orada onların qruplarına aid faqlar da mövcuddur: sianofaqlar, aktinofaqlar, bakreiofaqlar, mikofaqlar və s. Faqlar özləri də müxtəlif morfoloji quruluşa malikdirlər. Onlarda qarışıq simmetriya var. Baş hissəsi kubvari, quyruq hissəsi spiralvari formalıdır (şəkil 53).



Şəkil 53. Faq T2-nin sxematik struktur quruluşu: 1 – başcıq; 2 – yaxalıq; 3 – örtük; 4 – içi boş olan mil; 5 – bazal lövhə; 6 – bakteriyanın hüceyrə divarı; 7 – DNT sapı; 8 – fibrillər.

Virusların kimyəvi tərkibi. Virusların zülalları əsasən struktur və fermentativ funksiya daşıyır. Qeyd edildiyi kimi virusların kapsid qışası zülallardan ibarətdir. Bundan əlavə mürəkkəb quruluşlu virusların xarici qışasının tərkibində də zülallar vardır. Xarici qışa çıxıntıları qlikoprotein tiplidir. Mürəkkəb quruluşlu virusların mühüm struktur elementlərindən olan matriks zülal virus qışasının daxili səthində yerləşir və bu qışanın nukleokapsid zülalları ilə qarşılıqlı münasibətini təmin edir ki, bu da viruslar çoxalarkən virionun formalaşması üçün çox mühümdür. Virus fermentlərinin bəziləri onların hüceyrəyə daxil olmasında və hüceyrədən çıxmasında, digərləri isə replikasiyada və transkripsiyada iştirak edir. Fermentləri həm də virion fermentlərinə və induksiya olunan fermentlərə ayırmaq olar. Virion fermentləri virionun daxilində hazır şəkildə olmur. Onların quruluşu haqqında virusun genomunda olan məlumat reproduksiya prosesində reallaşır.

Virusların kimyəvi tərkibi eyni deyil. Bəzi viruslar lipidlərə mülkiyədirlər, digərlərində lipidlər yoxdur. Lipidlər, zülal və nuklein turşularından, kül elementlərindən başqa viruslarda az miqdarda poliaminlərə (putretsin, spermidin və b.), bəzi hallarda vitaminlərə (vitamin B₂, fol turşusu), eləcə də bir sıra metallara rast gəlinir. Bəzi viruslarda zülalla polisaxaridlərin birləşmələrinə rast gəlinir. Viruslar DNT-li və RNT-li olmaqla iki qrupa bölünürlər.

Virus DNT-si 2 və ya qıvrılmış tək zəncirdən ibarətdir. Virusların DNT genomu kiçikdir. Onların DNT molekulu xətti, yaxud həlqəvi, qoşa zəncir, ya da bütün uzununu boyu təkzəncirli ola bilər.

Virusun RNT-si təkzəncirli və ya ikizəncirli ola bilər. Bitki viruslarında replikasiya edən genetik sistem ancaq RNT-dən ibarətdir və bu da onu göstərir ki, RNT genetik məlumatın daşıyıcısı ola bilər. Tütünün alabəzək xəstəliyini törədən virus RNT-sinin infeksiyon olması üçün bütün molekulun vacib olması müəyyən edilmişdir.

FƏSİL 9

SUDA YAŞAYAN MİKROORQANİZMLƏRİN ELEMENTLƏR DÖVRANINDA ROLU

Daima ətraf mühitdən gələn üzvi maddələr hesabına zənginləşən göllərin, su anbarlarının, su tutarlarının məhsuldarlığında mikroorqanizmlərin mühüm rolu var. Balıq saxlanılan göllərin suyunda 3-6 mln/ml bakteriyalar olur ki, bu da 2-8 q/m³ biokütləyə bərabərdir. Bu bakteriyalar öz inkişafı üçün enerji mənbəyi kimi ekzogen üzvi maddələrdən əlavə, tələf olan su bitkiləri və yosunlardan da istifadə edirlər. Enerji ehtiyatları bakteriyalar, suda yaşayan heyvanlar, onlarla qidalanan balıqlarla və s. yəni qida zəncirinə daxil olur. Deməli, bakteriyaların həyat fəaliyyətini nizamlamaqla suda gedən prosesləri nizamlamaq mümkündür. Bu yolla orada olan biokütləni artırmaq olar ki, bu da öz növbəsində balıqçılığın inkişafına şərait yaratmaq deməkdir. Bunun üçün ilk növbədə suda maddələrin və enerjinin mikroorqanizmlər tərəfindən çevrilməsi proseslərini araşdırmaq lazım gəlir.

Torpaqda baş verən mikrobioloji proseslər eynilə suda da mikroorqanizmlər tərəfindən yerinə yetirilir. Minerallaşmada iştirak edən mikroorqanizmlər 2 qrupa ayrılır: *aeroblar* və *anaeroblar*. Aerob şəraitdə mikroorqanizmlərin yaşaması üçün hava oksigeni tələb olunur. Suyun anaerob zonasında fakultativ anaerob bakteriyalardan başqa xüsusi qrup mikroorqanizmlərə də rast gəlinir. Anaerob zonada bakteriyaların ümumi sayı aerob zonadakı bakteriyaların ümumi sayına nisbətən kəskin artır. Burada mikroorqanizmlərin xarakterik xüsusiyyəti onların çoxunda qaz vakuollarının olmasıdır. Bu zonada *Anacalomicrobium*, *Microcyclus*, *Sarcina ventricula*, *Achromobacter* cinsinin növlərinə, bəzi dəmir bakteriyalarına və s. təsadüf olunur. Anaerob şəraitdə proses zəif getdiyinə görə su tədricən təmizlənir və alınan aralıq məhsullar

hidrogen qazı, merkaptanlar, ammonyak, kiçik molekullu yağ məhsulları və s. formasında ola bilər. Belə maddələr canlıların əksəriyyəti üçün zərərli olsa da, onları da qida maddəsi kimi mənimsəyən növlər mövcuddur. Suda təsadüf olunan mikroorqanizmlərin əsasını saprotroflar təşkil edir. Lakin bəzi su mənbələri insan və heyvan ifrazatları ilə çirklənir və nəticədə burada müxtəlif xəstəlik törədicilərinə də təsadüf edilir. Onlar arasında obliqat və şərti patogen formalar mövcuddur (vəba, qarın yatalağı, qanlı ishal, viruslar, bağırsağ çöpləri).

9.1. Suda karbon və onun birləşmələrinin çevrilməsi

Suda yaşayan bəzi mikroorqanizmlər, xüsusilə fototrof bakteriyalar, sianobakteriyalar, su bitkiləri və bəzi ibtidai heyvanlar tərəfindən karbon qazından üzvi maddələr biosintez olunur. Sonradan əmələ gəlmiş və suya müxtəlif səbəblərdən düşmüş üzvi maddələr digər qrup mikroorqanizmlər tərəfindən destruksiyaya məruz qalaraq özləri tərəfindən və digər canlılar tərəfindən qida kimi mənimsənilir. Karbonlu birləşmələrin minerallaşmasını təmin edən mikroorqanizmlərə destruksiyaedicilər deyilir.

Üzvi maddələrin parçalanma prosesi mikroorqanizmlərin iştirakı ilə axıra kimi intensiv gedir, nəticədə su, karbon qazı, hidrogen qazı, nitrat və sulfatlar əmələ gəlir, onlar həyat fəaliyyətləri üçün özlərinə enerji toplayırlar. Şəkərin oksigenli mühitdə oksidləşməsi bir qrup mikroorqanizmlərin iştirakı ilə baş verir və belə mikroorqanizmlərin hüceyrələrində şəkəri parçalayan fermentlər mövcuddur. Polisaxaridlərin parçalanmasında xüsusi qrupa aid olan bakteriyalar, göbələklər və aktinomisetlər iştirak edir. Bakteriyalar arasında *Myxobacteriales* və *Cytophaqaes* sırasına aid olanlar xüsusi yer tutur. Sellülozanın parçalanmasında daha fəal iştirak edən bakteriyalara *Cytophaqa*, *Sporosytophaqa* və *Sporangium* cinsinin növləri daxildir. Əvvəlki iki cinsin nüma-

yəndələri yalnız sellülozanı parçaladıqları halda, sonuncu cinsin nümayəndələri sellülozadan əlavə digər üzvi birləşmələri də parçalaya bilirlər. *Pseudomonas* cinsinə aid olan növlər sellülozanı oksidləşdirmək xüsusiyyətinə malik olsalar da, lakin onlar mikroskopik göbələklərin *Fusarium*, *Trichoderma* və digər cinslərin növlərinə nisbətən az fəaldırlar.

Karbohidratlı maddələrin anaerob şəraitdə qıvcırması nəticəsində müxtəlif birləşmələrlə yanaşı karbon qazı da əmələ gəlir və beləliklə karbon yenidən bioloji dövranə daxil olur. Bununla biogen yolla karbon qazı ilə üzvi maddələrin mineralaşması arasında dəqiq tarazlıq yaranır. Suda karbonun çevrilməsində iştirak edən mikroorqanizmlər planktonun və bentosların tərkibinə daxildir.

Qeyd olunan mikroorqanizmlər sudakı bitki qalıqlarını destruksiya etməklə suyun təmizlənməsində və karbonun yenidən təbii dövranə daxil olmasında mühüm rol oynayırlar.

Sözsüz ki, suyun təmizlənmə prosesinin sürəti suda olan üzvi maddələrin miqdarından, kimyəvi tərkibindən, mənşəyindən, ilin fəsilələrindən, suyun axın sürətindən və suya daxil olan çirkab suların həcmindən, daimi, yaxud təsadüfi xarakter daşımından da çox asılıdır.

9.2. Suda azot və onun birləşmələrinin çevrilməsi

Azot amin turşularının tərkibinə daxildir və yer üzərində olan bütün canlıların azota daima ehtiyacı var. Təbiətdə hər yerdə, suda, torpaqda azotlu birləşmələrə və havada sərbəst halda molekulyar azota rast gəlinir. İstər müxtəlif azotlu maddələr, istərsə də molekulyar azot daima mikroorqanizmlər tərəfindən çevrilmələrə məruz qalır. Proses mərhələli şəkildə bir qrup bakteriyalar, göbələklər tərəfindən həyata keçirilir.

Birinci mərhələdə zülalların mikroorqanizmlər tərəfindən par-

çalanması nəticəsində ammoniyak əmələ gəlir və prosesdə iştirak edənlərə ammoniyaklaşdırıcılar, prosesə ammoniyaklaşma deyilir. Ammoniyakın bir hissəsi suda bir qrup bakteriyalar (*Bact. proteus vulgare*, *Bact. putidum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Escherichia coli*, *Bacillus mycoides*, *Bac. mesentericus*, *Bac. subtilis*, *Bac. megaterium*, *Bac. putrificus*, *Bac. sporogenes*), mikroskopik göbələklərin müxtəlif cinslərinin (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Alternaria*, *Botrytis*) nümayəndələri və aktinomisetlərin bəzi növləri tərəfindən nitrit və nitratlara çevrilir, müəyyən hissəsi isə sərbəst şəkildə atmosfərə qalxır. Proses ammoniyaklaşdırıcı bakteriyaların biosintez etdiyi hidrolitik fermentlərin iştirakı ilə baş verir və onun təbiətdə, eləcə də kənd təsərrüfatında əhəmiyyəti böyükdür.

İkinci mərhələdə bir qrup mikroorqanizmlər ammoniyakın nitratına çevrilməsində iştirak edirlər. Onlar ammoniyaklaşma prosesində əmələ gəlmiş ammoniyakı qida maddəsi kimi mənimsəyərək nitratlaşma prosesində iştirak edirlər. Bu proses özü də iki mərhələdə baş verir: nitritləşmə və nitratlaşma.

Nitritləşmə prosesində nitritlər əmələ gəlir. Bu prosesdə nitritləşdirici bakteriyaların iştirakı ilə N_2O , NO , N_2O_3 və N_2O_5 əmələ gəlir. Nitritləşmə prosesində *Nitrosomonas*, *Nitrosocystis*, *Nitrosolobus* cinslərinin növləri tərəfindən həmin maddələr oksidləşərək nitrit turşusunu əmələ gətirirlər.

Əmələ gəlmiş nitrit turşusu *nitratlaşma prosesində Nitrobacter*, *Nitrococcus*, *Nitrospina* cinslərinin növləri tərəfindən nitrat turşusuna çevrilir. Turşunun ətrafında olan müəyyən metallarla birləşməsi sayəsində nitrat duzları əmələ gəlir.

Denitritləşmə prosesi – əmələ gəlmiş nitrat duzları sonradan digər mikroorqanizmlərin iştirakı ilə denitritləşməyə məruz qalıb yənidən nitritə və sərbəst azota qədər reduksiya oluna bilər. Suda yaşayan mikroorqanizmlərin bir hissəsi (*Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus* cinslərinin növləri) anaerob şəraitdə nitritləşmə

nəticəsində əmələ gəlmiş nitrat turşusunu nitritə, nitriti ammoniyaya və ammoniyakı isə hətta sərbəst azota qədər parçalayır.

Zülalların ammoniyaklaşması, nitritləşmə və denitritləşmə prosesləri zamanı birləşmələr şəklində olan azotun bir hissəsi sərbəstləşib molekulyar azot halında atmosfərə qarışır. Digər tərəfdən də ammoniyak buxarlandıqda da, azotlu maddələr yandıqda da azotlu birləşmələr qeyri-üzvi birləşmələrə çevrilib atmosfərə daxil olur.

Beləliklə, atmosfer arasıkəsilmədən azotlu maddələrin parçalanması hesabına azotla zənginləşir və beləliklə də azot təbiətdə dövr edir.

Atmosfer azotunun mikroorqanizmlər tərəfindən fiksə edilməsi. Atmosfer azotunu sərbəst fiksə edə bilən bir qrup mikroorqanizmlər mövcuddur ki, onlar heç bir canlının istifadə edə bilmədiyi atmosfer azotunu anaerob şəraitdə sərbəst fiksə edir və beləliklə suyu azotla zənginləşdirirlər. Bizi əhatə edən atmosferin 79%-ni molekulyar azot təşkil edir və bundan yalnız mikroorqanizmlər faydalana bilirlər.

Atmosfer azotunun fiksə edilməsinin bioloji təbiətinin öyrənilməsinə 1893-cü ildə S.N.Vinoqradski tərəfindən başlanılmış, V.L.Omelyanski, S.P.Kostiçev, M.F.Fyodorov və digərləri tərəfindən davam etdirilmişdir. Onlar göstəririlər ki, təbiətdə azotun dövründə iştirak edən mikroorqanizmlər çoxdur. Bu mikroorqanizmlər arasında bakteriyalara, aktinomisetlərə, göy-yaşıl yosunlara və s. təsadüf olunur. Atmosfer azotunu sərbəst fiksə edən anaerob mikroorqanizmlərə yağ turşulu qıvcırmanı əmələ gətirən *Clostridium pasteurianum* növü aiddir. İlk dəfə 1895-ci ildə S.N.Vinoqradski tərəfindən bu növ təmiz kulturaya çıxarılmış və Pasterin şərafinə onun adı ilə adlandırılmışdır.

Atmosfer azotunu aerob şəraitdə sərbəst fiksə edən azotobakterlər 1901-ci ildə hollandiya alimi M.V.Beyering tərəfindən ayrılmış və təmiz kulturaya çıxarılmışdır. Azotobakterlərə su mühitində də təsadüf olunur. Göstərilən növlərdən əlavə atmosfer azo-

tunu sərbəst fiksə edən digər mikroorqanizmlər də vardır ki, onlara *Azotomonas*, *Mycobacterium* cinslərinin, göy yaşıl yosunların, aktinomisetlərin nümayəndələrini göstərmək olar.

İlk dəfə olaraq 1894-cü ildə S.N.Vinoqradski atmosfer azotunun sərbəst fiksə olunmasının mexanizmi barədə nəzəriyyə irəli sürmüşdür. Nəzəriyyəyə görə bakteriyalarda atmosfer azotunun fiksə olunması zamanı ilk məhsul kimi ammoniyakdan istifadə olunur və proses nitrogenaza fermentinin iştirakı ilə gedir.

9.3. Suda kükürd və onun birləşmələrinin çevrilməsi

Kükürdə torpaqda, eləcə də suda mineral ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; Na_2SO_4 ; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, FeS_2 , Na_2S , ZnS) və üzvi birləşmələr formasında rast gəlinir. Bu birləşmələr daima bir qrup mikroorqanizmlər tərəfindən mikrobioloji çevrilmələrə məruz qalır və nəticədə bu element təbiətdə daima dövrəyə daxil olur. Mikroorqanizmlər bu prosesi əsasən 2 mərhələdə həyata keçirirlər:

Birinci mərhələdə suya, bataqlığa düşmüş heyvan cəsədləri və bitki qalıqları çürüdücü mikroorqanizmlər tərəfindən hidrogen-sulfidə və digər maddələrə parçalanır.

İkinci mərhələdə birinci mərhələdə əmələ gəlmiş hidrogen – sulfid bir qrup kükürdü mənimseyən bakteriyalar tərəfindən sulfatlara qədər oksidləşir və onlar tərəfindən qida maddəsi kimi mənimsenilir. Hidrogen-sulfidin, sulfidin, kükürdün tio və tetra birləşmələrinin sulfat turşusuna qədər oksidləşməsinə sulfatlaşma prosesi deyilir. Prosesi aparan bakteriyalar kükürdü hüceyrə daxilində və hüceyrə xaricində toplanmalarına görə iki qrupa bölünür:

1. *Kükürdü hüceyrə daxilində toplayanlar* – bunlar hüceyrə daxilində hidrogen-sulfidi əvvəlcə sərbəst kükürdə, sonra isə onu sulfat turşusuna qədər oksidləşdirirlər. Əmələ gələn sərbəst kükürd sonradan kükürd bakteriyalarının sitoplazmasında yarım-mayə damla halında qlikogenə bənzər ehtiyat qida maddəsi kimi

toplanır. Əmələ gəlmiş sulfat turşusu isə hüceyrə daxilində olarkən kalsium bikarbonatla neytrallaşaraq gipsə çevrilir və bu formada da hüceyrədən ətraf mühitə xaric olunur. Bu bakteriyalar yalnız molekulyar oksigen və hidrogen – sulfid olan mühitdə prosesləri yerinə yetirə bilirlər. Kükürdü mənimsəyən bakteriyalar özləri də 2 qrupa ayrılır: rəngsiz kükürd bakteriyaları (*Beggiatoa*, *Thioploca*, *Thiothrix*, *Thiospirillum* və s.) və qırmızı kükürd bakteriyaları (*Chromatium* cinsinin növləri). Bu bakteriyalara suyun müxtəlif dərinliklərində təsadüf olunur.

2. *Kükürdü mikrob hüceyrəsindən xaricdə toplayanlar* – bunlar hüceyrədə əmələ gəlmiş kükürdü öz ətraflarında toplayır. Onlara *tion* (*Thiobacillus thioparus*, *Thiobacillus thiooxydans* və s.) və yaşıl kükürd bakteriyaları (*Chlorobium*, *Chloropseudomonas* və s. cinslərin növləri) daxildir. Bunlar obliqat anaerob fototrof orqanizmlər olduqları üçün yalnız işıqlı mühitdə inkişaf edirlər. Onlara müxtəlif xassəli sular da – şirin, duzlu sular da, xüsusilə göllərdə daha çox təsadüf olunur.

III mərhələdə – desulfatlaşma prosesində mineral kükürdlü birləşmələrin yenidən mikroorqanizmlərin iştirakı ilə hidrogen – sulfidə qədər reduksiyası baş verir. Bu proses xüsusi qrup mikroorqanizmlərin iştirakı ilə anaerob şəraitdə gedir. Bu proses rus alimi N. Zelinski tərəfindən kəşf olunmuşdur. Hollandiyalı alim M. Beyering 1895-ci ildə onların təmiz kulturasını almış və onu *Vibrio desulfuricans* adlandırmışdır. Desulfatlaşdırıcı bakteriyalara əsasən *Desulfovibrio* və *Desulfatomaculum* cinsinə aid növlər daxildir.

9.4. Suda fosforlu birləşmələrin çevrilməsi

Fosfora üzvi və qeyri-üzvi birləşmələr formasında hər yerdə, o cümlədən suda da təsadüf olunur. Fosforlu üzvi maddələr suda

da mövcuddur və onlar mikroorqanizmlər tərəfindən minerallaşdıqdan sonra digər canlılar tərəfindən mənimsənilə bilir. Fosforlu üzvi birləşmələr də mikroorqanizmlərin müxtəlif növləri tərəfindən destruksiyaya-parçalanmaya məruz qalır və proses əsasən 2 yolla gedir: üzvi fosforun minerallaşması və çətin həll olan fosforlu birləşmələrin asan həll olan formaya keçməsi ilə.

Üzvi fosforun minerallaşması çürüdücü bakteriyaların – *Bacillus megaterium*, *Bac. mesentericus*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Mycobacterium* cinslərinin növləri və mikroskopik göbələklərin *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Trichothecium*, *Alternaria* və s. cinslərinin növləri tərəfindən aparılır. Prosesin gedişində aktinomisetlərin bəzi növləri də iştirak edir. Proses zamanı əmələ gələn fosfat turşusu tezliklə ətrafda olan Ca, Mg, Fe kimi elementlərlə birləşərək çətin həll olan duzlara çevrilir. Buna baxmayaraq çətin həll olunan fosfor duzları digər mikroorqanizmlərin iştirakı ilə suda həll olan formaya keçir və su bitkiləri tərəfindən asanlıqla mənimsənilə bilir.

9.5. Suda dəmir və manqan birləşmələrinin çevrilməsi

Dəmirli və manqanlı birləşmələrə təbiətdə hər yerdə, o cümlədən suda da təsadüf olunur. Bu elementlərin su bitkilərinin və heyvanlarının həyatında böyük əhəmiyyəti var. Belə birləşmələrin mikroorqanizmlər tərəfindən çevrilmələrə məruz qalması dəmir və manqanın bioloji yolla elementlər dövrəsinə daxil olmasına şərait yaradır. Bu haqda S.N.Vinoqradski və N.Q.Xolodni öz işlərində məlumat vermişlər. Təbiətdə dəmirin dövrəsinə da mikroorqanizmlər mühüm rol oynayır.

Dəmir yataqlarının əmələ gəlməsində dəmir bakteriyalarının rolunun olması barədə isə məlumatı ilk dəfə 1836-cı ildə Erenberq vermişdir. Dəmir bakteriyalarının iştirakı ilə ətraf mühitdə həll olmuş dəmir 2-karbonat oksidləşərək dəmir 3-hidroksidinə

çevirilir və sonra hüceyrənin üzərini örtən selikli qışada toplanır.

Manqanın təbiətdə dövrənində iştirak edən mikroorqanizmlər Q.A.Zavarzin tərəfindən öyrənilmişdir. Onun fikrincə manqan mikroorqanizmlərin (*Bac. circulans*, *Bac. polymyxa* və sulfatreduksiyaedici bakteriyalar) iştirakı ilə 2 valentli formaya reduksiya olunduqdan sonra mütəhərrik formaya keçir, daha sonra oksidləşir və manqan çöküntüsü əmələ gəlir. Manqanın oksidləşməsi prosesində *Metallogenium* cinsli bakteriyaların növləri də fəal iştirak edirlər.

FƏSİL 10

SUDA TƏBİİ POLİMERLƏRİN PARÇALANMASINDA MİKROORQANİZMLƏRİN ROLU

Su nəhəng ekosistemdir, müxtəlif ekosistemin özünəməxsus flora və faunası formalaşmışdır. Mühitdə baş verən həyatı proseslər nəticəsində orada çoxlu miqdarda bitki və heyvan mənşəli qalıqlar toplanır. Burada olan bioloji mənşəli polimer birləşmələr bir qrup mikroorqanizmlər-redusentlər tərəfindən aerob və anaerob şəraitdə parçalanmaya məruz qalır və daha sadə birləşmələrə çevrilir. Yalnız anaerob şəraitdə polimer qalıqların az hissəsi – neft, qaz, daş kömür və s. şəklində yığılıb qala bilər. Nə qədər çətin parçalanan təbii birləşmələr olsa belə, mikroorqanizmlər onları tam və ya qismən parçalayır, alınan məhsullar yenidən digər mikroorqanizmlər tərəfindən qida kimi qəbul olunur. Beləliklə, yüksək biokimyəvi aktivliyə malik mikroorqanizmlər suyun təmizlənməsində və elementlər dövrəsində iştirak etmiş olurlar. Üzvi maddələrin mikroorqanizmlərin iştirakı ilə qeyri-tam çevrilməsi və ya mühitdə toplanması ilə gedən proseslərə mikrobioloji transferasiya, prosesi idarə edən mikroorqanizmlərə isə transformatorlar deyilir. Transformasiya prosesində yalnız bir və ya bir neçə ferment iştirak etdiyinə görə substratın quruluşu tam dəyişmir. Təbiətdəki üzvi maddələrin əksər hissəsi makromolekula (polimer) şəklindədir. Çoxluq təşkil edən bitki mənşəli bu maddələrə sellüloza, liqnin, pektin və nişasta, heyvan mənşəli olanlara isə zülallar, qlikoproteinlər, qlikogen və xitin aiddir. Bu birləşmələr heterotrof mikroorqanizmlər üçün əsas qida mənbəyidir. İri molekulların mikroorqanizmlər tərəfindən mənimsənilməsi üçün iki əsas strateji yanaşma mövcuddur: *pinositoz* və *faqositoz*.

Pinositoz zamanı maddələr sitoplazmatik membran tərəfindən tutulub sitoplazmada vakuol əmələ gətirməklə hüceyrəyə

daxil edilir. Bu vakuollara enzimlər ifraz olunur və polimerlərin parçalanması baş verir.

Faqositoz həll olmayan bərk hissəciklərin hüceyrəyə daxil olmasına deyilir. Bakteriya və göbələk hüceyrələri sərt hüceyrə divarına malik olduqları üçün onlarda bu proseslərə rast gəlinmir. Pinositoz və faqositoz prosesləri yalnız sərt hüceyrə divarına malik olmayan eukariot mikroorqanizmlərdə (ibtidai heyvanlarda) mövcuddur. Sərt hüceyrə divarına malik bakteriya və göbələklər makromolekulların mənimsənilməsi üçün alternativ strateji yanaşma kimi mühitə hüceyrəxarici fermentlər ifraz edirlər. Təbiətdə bitki və heyvan qalıqlarını parçalayan mikroorqanizmlər üçün hüceyrəxarici fermentlərə malik olmaq vacib xüsusiyyətdir. Belə mikroorqanizmlər arasında mezofil formalarla yanaşı termofillərə də rast gəlinir. Lakin termofil mikroorqanizmlərdə bütün mikrobioloji proseslər daha sürətlə gedir və ekstremal şəraitdə onlar bu prosesləri normal və qısa müddətdə apara bilirlər.

10.1. Sellülozanın parçalanması

Bitki orqanizminin 40-70%-i sellülozadan ibarətdir. Sellüloza çətin parçalanan polimer birləşmələrə aiddir və əyər suda yaşayan bitkilərin qalıqları uzun müddət parçalanmadan suda qalsaydı, o zaman su mühiti güclü çirklənməyə məruz qalardı və keyfiyyətsiz hala düşərdi.

Bitki qalıqlarının minerallaşmasında və karbonun yenidən maddələr dövrəsinə daxil olmasında mikroorqanizmlərin rolu əvəzsizdir. Proses sellülaza kompleksli enzimləri biosintez edən sellülozaparçalayan mikroorqanizmlərin iştirakı ilə gedir. Mikroorqanizmlər tərəfindən bu enzimlər adətən o vaxt biosintez edilir ki, mühitdə karbon və enerji mənbəyi kimi sellülozadan başqa heç bir karbon mənbəyi substrat olmasın.

Sellülozanın mikroorqanizmlər tərəfindən parçalanması aerob

və anaerob şəraitdə baş verə bilər. İlk dəfə 1919-cu ildə sellülozanı aerob şəraitdə parçalayan bakteriyaların – *Spirochaeta cytophaga* növünün təmiz kulturası əldə olunmuşdur. Sonralar *Cytophaga rubra*, *Sporangium cellulorum*, *Cellvibrio* və digər sellülozaparçalayan növlər də aşkara çıxarıldı. Sellülozanın parçalanmasında bakteriyalarla yanaşı *Penicillium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Botrytis* və digər mikroskopik göbələklərin növləri də iştirak edir. Bu mikroorqanizmlər özlərinin biosintez etdikləri sellülaza və sellibiaza enzimləri ilə sellülozanı hidroliz edərək suya və karbon qazına qədər oksidləşdirirlər.

Sellülozanın anaerob şəraitdə parçalanmasında *Clostridium* cinsli bakteriyalar mühüm rol oynayır. Hüceyrədə biosintez olunan depolimeraza və sellülaza ekzofermentlərinin iştirakı ilə ətrafda olan sellüloza qlükoza və ya sellobioza disaxaridinə parçalanır. Anaerob şəraitdə mezofil (*Clostridium cellubioparum*) və termofil qlostridilər (*Clostridium thermocellum*) sellülozanı qıçqırtmaqla onu etanola, sirkəyə, qarışqa, süd turşusuna, hidrogenə və karbon qazına qədər parçalayırlar.

Turş xassəli sularda göbələklərdən *Fusarium*, *Cheatomium*, *Trichoderma viride*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus nidulans* və s. növlər sellülozanın parçalanmasında daha fəaldırlar. Aktinomisetlər arasında da sellülozanın parçalanmasında iştirak edən növlərə təsadüf olunur.

10.2. Ksilanın parçalanması

Sellülozadan sonra təbiətdə yayılmasına görə ikinci yeri ksilan tutur və hemisellüloza adlanır. Bitki qalıqlarının 20-30%-i hemisellülozadan ibarətdir. Hemisellülozanın əsas tərkib hissəsi pentozə şəkərlərindən ibarət olan ksilandır. Bitki hüceyrələrinin divarında sellüloza ilə yanaşı yerləşən hemisellüloza qələvi məhlulda və suda həll olan polisaxariddir. Bitkilərdə bu maddə ehtiyat

maddəsi və ya dayaq rolunu oynayır. Sellülozaya nisbətən ksilan çoxlu sayda mikroorqanizmlər tərəfindən daha asan parçalanır. Bir qayda olaraq demək olar ki, bütün göbələklər ksilanı parçalama qabiliyyətinə malikdir. Prosesdə ksiloza enzimini biosintez edən *Sporocytophaga*, *Clostridium*, *Bacillus* cinslərinin növləri və bəzi göbələklər iştirak edir.

Beləliklə məlum olur ki, bir qrup mikroorqanizmlər su hövzələrində ksilanı mənimsəməklə onun bitki qalıqlarından təmizlənməsində və karbonun bioloji dövrünə yenidən daxil olmasında iştirak edirlər.

Rus alimi A.A. İmşenetski (1934) tərəfindən termal sularda sellülozanın parçalanmasında rolunu oynayan mikroorqanizmlər geniş öyrənilmişdir.

10.3. Nişastanın parçalanması

Nişasta bitkilərin əsas ehtiyat qida maddəsi olub, həll olmayan qranulalar şəklində mövcuddur. Onun forması və ölçüsü hər bir bitkidə xüsusi xarakterlidir. Nişasta 2 yüksək molekullu birləşmədən – amiloza və amilopektindən ibarətdir. Enzimlərin təsirindən nişasta qlükoza və maltozaya parçalanır. Hidroliz prosesi α -amilaza fermentinin iştirakı ilə gedir və bir çox bakteriyalar və göbələklər amilaza aktivliyinə malikdir: *Bacillus polymyxa*, *Bac. megaterium*, *Bac. cereus* növləri, *Pseudomonas* cinslərinin növləri və *Aspergillus oryzae* və s. növlər.

10.4. Liqninin parçalanması

Su mühitində su bitkilərinin müxtəlif növləri yaşadığı üçün daima orada bitki qalıqları mövcuddur. Bitki qalıqlarının tərkibində liqnin də vardır və bu maddə möhkəm birləşmə olduğundan mikroorqanizmlərin əksəriyyəti tərəfindən parçalanma bilmir. Yal-

nız xüsusi uyğunlaşmış göbələklər liqini parçalaya bilirlər. *Alternaria*, *Trichoderma*, *Mucor* cinsinin növləri bu prosesdə daha fəal iştirak edirlər və suyun bioloji yolla təmizlənməsini təmin edirlər.

10.5. Karbohidrogenlərin parçalanması

Karbohidrogenlər də çətin parçalanan maddələrə aid olmasına baxmayaraq onlar da bir qrup mikroorqanizmlər tərəfindən parçalamaya məruz qalırlar. Belə mikroorqanizmlərə bakteriyalardan *Artrobacter*, *Methylomonas*, *Methylococcus*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Acromobacter*, *Nocardia*, *Mycobacterium* cinsinin və göbələklərdən isə *Candida* cinsinin növləri daxildir.

Karbohidrogenlərin həm alifatik (metan, etan, propan, butan), həm də aromatik birləşmələri mikroorqanizmlər tərəfindən oksidləşməyə məruz qala bilər. Okeanlara, dənizlərə müxtəlif səbəblərdən (gəmi qəzaları, neft borularında sızma və s.) tökülmüş neft və neft mənşəli məhsullar oradakı flora və faunaya təhlükə yaradır, hətta bəzən su heyvanlarının kütləvi qırğınına səbəb olur. Suyu düşmüş həmin məhsullar bir tərəfdən xüsusi üsullarla təmizlənildə, digər tərəfdən suyun təbii yolla təmizlənməsində orada olan bəzi bakteriyaların və göbələklərin növləri iştirak edirlər.

10.6. Pektinin parçalanması

Pektin ali bitkilərin hüceyrələri arasında və hüceyrə divarının tərkibində yerləşən struktur polisaxariddir. Pektinin əsas funksiyası bitki hüceyrələrini bir-birinə birləşdirmək və toxumalara möhkəmlik verməkdir. Pektin əsasən poliqalakturun turşusundan ibarətdir. Mikroorqanizmlər pektini pektolitik enzimləri vasitəsilə parçalayırlar. Pektini parçalamaq qabiliyyəti bir çox bakteriya və göbələklərə məxsusdur. Müxtəlif göbələklərin bitki üçün patogenliyi ilk növbədə pektini parçalayan enzimlərə malik olması ilə

bağlıdır. Bakteriyaların *Clostridium pectinovorum*, *Bac. polymyxa* növləri, mikroskopik göbələklərin *Fusarium*, *Botrytis*, *Aspergillus* cinslərinin növləri pektini parçalama qabiliyyətinə malikdirlər. Suda proses aerob və anaerob şəraitlərdə gedir.

10.7. Zülalların parçalanması

Su mühitində toplanmış heyvan cəsədləri çürüdücü mikroorqanizmlər tərəfindən parçalanmaya məruz qalır və bu ammoniyakın əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu prosesdə çoxsaylı göbələklər, *Bacillus* cinsinin növləri, psevdomonaslar, *Proteus vulgaris* növü və s. iştirak edir. Zülallar əvvəlcə hüceyrəxarici proteazların təsiri ilə fragmentlərə-polipeptidlərə, oliqopeptidlərə və amin turşularına parçalanır. Bunların bir qismi hüceyrəyə daxil olur və hüceyrədaxili proteazlarla amin turşularına qədər hidroliz olunurlar. Hidroliz olunanlar ya hüceyrə tərəfindən zülalların sintezi üçün istifadə olunur, ya da çevrilmələrə məruz qalırlar. Zülalların parçalanması aerob və anaerob şəraitdə baş verə bilər. Aerob parçalanma zamanı son məhsullardan – ammoniyak, CO₂, sulfat və H₂O alınır. Anaerob şəraitdə son məhsullar – ammoniyak, aminlər, CO₂, üzvi turşular, indol, merkaptanlar və H₂S əmələ gəlir. Anaerob şəraitdə zülalların parçalanması çürümə prosesi adlanır. Prosesdə *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Bacillus* cinsindən olan bakteriya növləri, *Streptomyces* cinsindən olan aktinomiset növləri və bəzi göbələk növləri iştirak edir. Beləliklə, su mühitində zülalların parçalanmasında iştirak edən mikroorqanizmlərin onun cəsədlərdən bioloji yolla təmizlənməsində iştirak edirlər.

10.8. Yağların parçalanması

Yağlar kimyəvi tərkiblərinə görə qliserinin mürəkkəb efirləri və yağ turşularından ibarətdir. Yağların, xüsusilə də turşu hissəsi çox

çətin parçalanan üzvi birləşmələrdir. Bu birləşmələr mikroorqanizmlər tərəfindən parçalanmasaydı, o zaman mühitdə külli miqdarda toplanıb qalardı. Yağların minerallaşması əsas etibarilə yağlı maddələri parçalayan, tərkiblərində lipaza fermenti olan bakteriya və göbələklər tərəfindən yerinə yetirilir. Prosesdə əsasən *Pseudomonas fluorescens*, *Bac. mycoides*, *Bac. mesentericus*, *Clostridium sporogenes* növlü bakteriyalar və *Asp. niger*, *Oidium lactis*, *Cladosporium herbarum* növlü göbələklər, eyni zamanda bəzi aktinomisetlər iştirak edir.

FƏSİL 11

SUYUN ÇIRKLƏNMƏSİ YOLLARI

Təbii yolla çirklənmə. Suyun təbii yolla çirklənməsinə atmosfer çöküntüləri, torpaqla çirklənmə (külək vasitəsilə), təbii fəlakətlər və s. amillər səbəb olur. Bu, bir növ yüngül çirklənmə hesab olunur, müvəqqəti xarakter daşıyır və o qədər də təhlükəli deyil. Təbii yolla çirklənmə baş verdikdə, su mikrobioloji yolla tədricən təmizlənə bilər, lakin antropogen təsirlərlə çirklənməyə məruz qalmış su təbii yolla təmizlənə bilmir, bunun üçün xüsusi təmizlənmə üsullarından istifadə olunur.

Antropogen yolla çirklənmə. Okeanlar, dənizlər, göllər, çaylar və s. bir çox hallarda antropogen təsirlərlə güclü çirklənməyə məruz qalır. Suyun antropogen təsirlərlə çirklənməsi atom elektrik stansiyalarının, müxtəlif sənaye müəssisələrinin tullantı suları, gəmilərdə baş verən qəzalar nəticəsində neft və neft məhsulları, dənizlərə, çaylara axıdılan məişət, kanalizasiya suları, müharibələr və s. amillərlə baş verə bilər. Çirkləndirici maddələrin mənşəyindən və qatılığından asılı olaraq suyun çirklənmə dərəcəsi də müxtəlifdir. Sənaye müəssisələrinə, yaşayış sahələrinə yaxın olan su mənbələri daha güclü çirklənməyə məruz qalır. Belə sular bəzi hallarda xüsusi üsullarla təmizlənilmədən insanlar tərəfindən təkrar istifadə edilir və nəticədə bir çox xəstəliklərin əmələ gəlməsinə, geniş yayılmasına əlverişli şərait yaranır. Suyun mexaniki yolla çirklənməsi ilə yanaşı, həm də bioloji – bakteriooloji və virusoloji çirklənməsinə rast gəlinir. Suyu kanalizasiya suyunun qarışması nəticəsində patogen bakteriyalar, viruslar, mikroskopik göbəklər düşə bilər və uzun müddət orada qalaraq çoxala bilərlər. Bu da çox zaman əhali arasında epidemiyaların sürətli inkişafına, hətta pandemiyalara imkan yaradır. Bu isə daha çox təhlükəlidir.

Əhalinin və sənaye müəssisələrinin yaratdığı çirkab suları mənsəyinə görə üç kateqoriyaya ayrılır:

1. **Məişət çirkab suları** – ictimai, kommunal, yaşayış binalarında yaranır;

2. **İstehsalat çirkab suları** – müxtəlif sənaye müəssisələrində istehsalat zamanı yaranır;

3. **Atmosferin çirkab suları** – çöküntülər (qar, yağış və s.) vasitəsilə örtüklərdə, küçələrdə, meydanlarda və s. yaranır.

Bütün kateqoriyalardan olan çirkab suları çirkləndiricilərin kimyəvi tərkibinə və fiziki vəziyyətinə görə bir-birindən fərqlənir.

Sanitariya nöqteyi-nəzərdən tərkibində çürüyən üzvi maddələr, böyük miqdarda fekal, sidik, eləcə də xəstəlik törədən bakteriyalardan ibarət olan məişət suları daha qorxuludur.

Çirkab suları müxtəlif yollarla su anbarlarına qarışdıqda suyun fiziki və kimyəvi xassələrinin dəyişilməsinə səbəb olur və onun keyfiyyəti aşağı düşür. Anbarın suyunda həll olmuş oksigenin azalması orada gedən oksidləşmə-reduksiya proseslərinin sürətini azaldır, digər canlıların yaşayışını çətinləşdirir və nəticədə suda üzvi maddələrlərin miqdarı çoxalır və suda xoşagəlməz qoxu yaranır.

Çirkab suların su anbarlarına axıdılmasına diqqətsiz yanaşma onların çirklənmə səviyyəsinin artmasına səbəb olur, əhalinin sağlamlığı üçün təhlükə yaranır və anbarın normal sanitariya rejimini pisləşdirir. Belə bir vəziyyəti bəzən yenidən bərpa etmək olmur və yaxud da bərpası üçün uzun zaman tələb olunur. Çirklənmiş su anbarlarının suyunun içilməsi, məişət və sənayedə istifadə edilməsi yararsız hesab olunur.

Su anbarlarını oraya axıdılan çirkab suların mühafizə etmək üçün su anbara axıdılmazdan qabaq təmizlənməlidir. Bu məqsədlə xüsusi təmizləyici qurğulardan istifadə olunur.

Anbarlara axıdılan çirkab suların təmizlənməsi suyun sanitariya vəziyyətini sağlamlaşdırır, onun suyundan istifadə etməyə, çimərlik,

idman, balıqçılıq sənayesi və s. məqsədlərlə istifadəyə təminat verir.

Su anbarlarının çirklənmədən mühafizəsi üçün ilk növbədə çirkab suların anbara axıdılması zamanı onların təmizliyinə nəzarət güclənməlidir. Çirkab suların su anbarlarına axıdılması şərtləri onların o dərəcədə təmizlənməsini və zərərsizləşdirilməsini tələb edir ki, su anbarının tələb olunan sanitar vəziyyətini təmin etsin.

11.1. Çirkab suların təbii su hövzələrinə və canlılara mənfi təsiri

Su bizim gündəlik tələbatımızı ödəyən əsas qida mənbəyimizdir. Susuz yaşamaq qeyri mümkündür və onun təmizliyinə önəm vermək vacib məsələlərdəndir. Təəssüf ki, insanların özləri tərəfindən su hövzələri daha çox çirklənmələrə məruz qalır, nəyinki təbii çirklənmələrə. Nəticədə suyun hərtərəfli istifadəsi məhdudlaşır və hətta bəzi hallarda o, tamamilə yararsız vəziyyətə düşür.

Çirkab suları yarandığı sahədən müxtəlif ölçülərdə məsafəni qət edir, torpağa və ya digər su mənbələrinə qarışır. Belə sular tərkibində olan çirkləndiriciləri də özlərilə daşıdıqları üçün daxil olduqları su hövzələrinin çirklənməsinə səbəb olurlar. Çirkab suların tərkibində üzvi maddələrin zəngin və oksigenin miqdarının az olması sayəsində orada oksidləşmə-reduksiya prosesləri çox zəif sürətlə gedir. Bir tərəfdən mühitdə oksigenin azlığı, digər tərəfdən mikrobioloji proseslərin zəif gətməsi orada yaşayan mikroorqanizmlərin və digər canlıların (su bitkiləri və heyvanların) inkişafına mənfi təsir göstərir. Xüsusilə, suyun neft və neft məhsulları ilə çirklənməsi suda baş verən müxtəlif prosesləri pozur və beləliklə çirklənmə daha da güclənir, oradakı canlıların inkişafına daha çox mənfi təsir göstərir (şəkil 54).

İçməli su mənbələri kimyəvi maddələr, heyvandarlıq fermalarının tullantıları, kanalizasiya suları ilə çirkləndiyi zaman suda



Şəkil 54. Neft məhsulları ilə çirklənmiş suların ümumi xoşagəlməz mənzərəsi.

mikroorqanizmlərin patogen nümayəndələrinə də rast gəlinir. Onlar suda uzun müddət qala bilirlər (qarın yatalağı – 93 gün, qanlı ishal çöpləri – 27 gün, vəba xəstəliyinin törədiciləri – 4-28 gün) ki, bu da insan orqanizmi üçün çox təhlükəlidir. Suda baş verən çirklənmələr nəticəsində orada yaşayan canlılar arasında münasibət formaları pozulur və qida zəncirində qırılmalar baş verə bilər. Bütün bunlar ekoloji sistemin tarazlığına və daimiliyinə ciddi mənfi təsir göstərir.

Suyun çirklənməsinə səbəb olan amillərdən biri də torpaqdan yuyulan gübrələrin – nitratların, fosfatların, həmçinin zərərvericilərə qarşı istifadə edilən pestisidlərin yağış suları ilə çaylara və göllərə axıdılmasıdır. Müəssisələr tərəfindən su hövzələrinə isti suların axıdılması oksigenin həll olmasını çətinləşdirdiyi üçün anaerob orqanizmlər məhv olur.

Xəzər dənizində vaxtilə 133 növ balıq yaşayırdı, növün get-gedə azalmasının əsas səbəblərindən biri 466 növə aid milyonlarla quşun ətraf mühitin çirklənməsi ilə əlaqədar başqa yerlərə

köçməsidir. Vaxtilə dünyada olan nərəkimilərin ehtiyatının 90%-ə qədəri Xəzərdə olduğu halda, suyun çirklənməsi səbəbindən son illərdə kəskin azalma müşahidə olunur.

11.2. Mikrobioloji çirklənməsinə görə su mənbələrinin zonaları

Su mənbələri mikrobioloji çirklənmə dərəcəsinə görə 3 zonaya bölünür:

1. *Polisaprob zona* – yəni daha çox çirklənmiş, oksigeni az, üzvi maddələrlə zəngin su zonası;

2. *Mezosaprob zona* – burada su kifayət qədər çirklənmiş olsa da, tərkibində üzvi maddələrin mineralaşması prosesi aktiv gedir, onların oksidləşməsi və nitrifikasiyası sürətlə baş verir. Belə suların 1 ml-də mikroorqanizmlərin sayı minlərlə bakteriya hüceyrələrinə çatır, bağırsaq çöplərinə isə nisbətən az təsadüf olunur;

3. *Oliqosaprob zona* – bu təmiz su zonası hesab olunur. Suyun 1 ml-də onlarla, yaxud yüzlərlə hüceyrələr ola bilər. Belə suda bağırsaq çöpləri olmur, ya da onların bir neçə hüceyrələrinə rast gəlinir. Bu isə suyun öz-özünə təmizlənməsi prosesinin başa çatmasının göstəricisidir.

Daima ətraf mühətdən daxil olan üzvi maddələrlə zənginləşən göllərin, su anbarlarının, su tutarlarının, dənizlərin, okeanların məhsuldarlığında mikroorqanizmlərin mühüm rolu vardır. Belə maddələrin destruksiya olunması əsasən bakteriyalarla və digər mikroorqanizmlərlə əlaqədardır.

Müəyyən olunmuşdur ki, balıq saxlanılan göllərin suyunda 3-6 q/m³ bakteriyalar olur ki, bu da 2-8 q/m³ biokütləyə bərabər hesab olunur. Bu bakteriyalar öz inkişafı üçün enerji mənbəyi kimi ekzogen üzvi maddələrdən əlavə, tələf olan su bitkiləri və yosunlardan da istifadə edirlər. Bu enerji bakteriyalar, suda yaşayan onurğasız heyvanlar və onlarla qidalanan balıqlarla yenidən

qida zəncirinə daxil olur. Deməli, bakteriyaların həyat fəaliyyətinin nizamlanmasına suda gedən prosesləri, orada olan biokütləni artırmaqla nail olmaq olar, bu isə öz növbəsində balıqçılığın inkişafına normal şərait yarada bilər.

Su infeksiyaların yayılmasında əsas amil hesab olunduğu üçün əhali tərəfindən istifadə olunan içməli suya dövlət tərəfindən daima nəzarət olunur.

Hal-hazırda respublikamızın şəhər və qəsəbələrində ildə təqribən 1,5 milyard m³ çirkab suları əmələ gəlir. Bu sular təmizləyici qurğulardan keçirilərək təmizlənir və sonra təkrar istifadə üçün müxtəlif su mənbələrinə axıdılır.

11.3. Çirkab suların tərkibi

Çirkab sular tərkibindəki çirkləndiricilərin müxtəlif göstəricilərinə görə təsnifləşdirilir. Onlar fiziki vəziyyətinə görə aşağıdakı kimi qruplaşdırılır:

1. *Həll olmamış maddələr* – ölçüləri 0,001-0,1 mək olan haloïd hissəciklər;

2. *Həll olmuş maddələr* – ölçüləri 0,001 m dan kiçik olan molekulyar-dispers hissəciklər;

Ümumiyyətlə, çirkləndiricilər *mineral, üzvi və bakterial* qruplara ayrılırlar.

Mineral çirkləndiricilərə – qum, torpaqlı çirkləndiricilər, şlaklar, mineral duzların məhlulları, turşu, qələvi və minerallar və s. aiddir. Bunlarla yanaşı çirkab suların tərkibində fosfor, kükürd və hidrogen vardır.

Üzvi çirkləndiricilər – mənşəyinə görə bitki və digər canlı orqanizmlərə ayrılır. Bitkilərə meyvə və tərəvəz, kağız, taxıl tullantıları və s. aiddir. Bunlar arasında üzvi maddələr çoxluq təşkil edir. Canlı orqanizmlərin yaratdığı çirkləndiricilərə insan və heyvanların fizioloji ayrılması və s. aiddir. Bunların tərkibi əsasən kar-

bondan və azotdan ibarətdir. Üzvi çirkəndiricilər suda istər saprotrof və istərsə də xəstəlik törədən bakteriyaların inkişafı üçün əlverişli şərait yaradır. Buna görə də çirkəb suyun tərkibində bakterioloji çirkəndirici adlanan küllü miqdarda bakteriyalar olur.

Sənaye müəssisələrinin çirkəb sularının tərkibi müəssisənin növündən, istifadə olunan xammaldan, istehsal edilən məhsulun növündən, texnoloji proseslərdən asılı olaraq bir-birindən, eləcə də təsərrüfat-məişət çirkəb sularından xeyli fərqlənir. Sənaye çirkəb sularının tərkibi turşu, qələvi, zəhərli maddələrlə yanaşı müxtəlif xəstəlik törədici bakteriyalarla da zəngin olur.

Çirkəb suların tərkibi orada gedən fiziki, kimyəvi və biokimyəvi proseslər nəticəsində daima dəyişilməyə məruz qalır. Odur ki, eyni yaşayış məntəqəsi və sənaye müəssisəsinin çirkəb suyunu kənar edən təmizləyici şəbəkəsinin müxtəlif nöqtələrində onların tərkibi müxtəlif olur. Ona görə də təmizləyici qurğular layihələndirilərkən kollektorun təmizləyici məntəqə yerləşən sahəsindən nümunələr götürülüb suların tərkibi müəyyən edilir.

Müasir yaşayış məntəqələrində sənaye çirkəb suları məişət çirkəb suları ilə birləşdirilib axıdılır və sonra birlikdə təmizlənir. Müxtəlif yaşayış məntəqələrində sənaye müəssisələri müxtəlif olduğu üçün çirkəb suları tərkibcə bir-birindən fərqlənir. Çirkəb suyun tərkibindəki həll olunmamış dispers maddələr onun ölçülərindən, xüsusi çəkisindən eləcə də çirkəb suyun hərəkət sürətindən asılı olaraq mayenin səthində asılı vəziyyətdə ola bilər və yaxud da çöküntü şəklində dibə çökə bilər.

11.4. Çirkəb suyun fəal turşuluğu

Çirkəb suyun xassəsi tərkibində olan kimyəvi maddələrin mənsəyindən və qatılığından asılı olaraq dəyişilir. Bunun isə onun təmizlənməsi prosesində böyük əhəmiyyəti var. Çirkəb suyun fəal turşuluğu hidrogen ionlarının qatılığının əks loqarifmini xarakte-

rizə edən pH-la ifadə olunur. pH-ın vahid dəyişməsi məhlulun turşuluğu və ya qələviliyinin 10 dəfəyədək dəyişməsinə səbəb olur. Çirkab suyun fəal reaksiyası $\text{pH}=7.0$ olduqda neytral, $\text{pH}<7.0$ olduqda turş, $\text{pH}>7.0$ olduqda isə qələvi xassəyə malik olur. pH-ın qiyməti indikatorların köməyi ilə kolorimetrik üsulla və yaxud da potensiometrə elektrometrik üsulla təyin edilir. İkinci elektrometrik üsul birincidən daha dəqiqdir. Çirkab suyun reaksiyası 1 l suya sərf olunan qələvinin ml-lə miqdarı ilə ölçülür. Adətən məişət çirkab suyunun fəal reaksiyası $\text{pH}=7,2-7,3$ -ə bərabər olur. Digər çirkab sularının pH-ı isə turşuluqdan qələviyədək dəyişilə bilər. Çirkab suyun mühit reaksiyasına uyğunlaşan mikroorqanizmlər orada inkişaf edir: bakteriyaların inkişafı üçün $\text{pH}= 7.0-8.0$ olduqda optimal şərait hesab olunur. Lakin bəzi hallarda bakteriyaların növündən asılı olaraq bu hədd dəyişilə bilər. Belə ki, nitrit bakteriyaları $\text{pH}=6.5-8.6$ olan mühitdə, nitrat bakteriyaları isə $\text{pH}=6.0-9.0$ olan mühitdə normal inkişaf edirlər. Bütün bunları nəzərə alaraq təmizləyici məntəqələrin normal işləməsi üçün oradakı şərait $\text{pH}=7.0-7.6$ -a bərabər hüdudunda olmalıdır.

11.5. Çirkab suda oksigenə bioloji tələbat

Çirkab suyunun tərkibində olan üzvi maddələri müəyyən zaman müddətində oksidləşdirmək üçün lazım olan oksigenin miqdarına oksigenə bioloji tələbat deyilir. Qısaca OBT ilə işarə olunur, mq/l və ya q/m^3 -la ifadə edilir. OBT çirkab suyun və ya su anbarının çirklilik dərəcəsini xarakterizə edən əsas parametrlərdən biridir. OBT nə qədər çoxdursa çirkab su və ya su anbarı bir o qədər çirklidir və yaxud da əksinə. OBT təyin edilərkən 2 saat müddətində çökdürülmüş, tərkibində halloid və həll olmuş maddələr olan çirkab sudan nümunələr götürülür. Adətən OBT qiyməti bioloji təmizləmə qurğularının hesabatı zamanı lazım olur. Bu qurğulara əsasən birinci dərəcəli durulducularda qabaqcadan

durulmuş çirkab suları verilir. Son zamanlar çirkab suları haqqında müvafiq məlumat almaq məqsədilə qabaqcadan durudulmamış çirkab suyun OBT-si təyin edilir və bu çirkab suların anbarlara axıdılması zamanı vacibdir. OBT haqqında tam məlumat almaq üçün götürülmüş çirkab su nümunəsi xüsusi hazırlanmış su kəmərinin suyu və yaxud da distillə edilmiş su ilə qarışdırılır. Qarışma o qədər sayda aparılır ki, içməli sudakı həll olmuş oksigen çirkab suyun tərkibindəki üzvi maddələrin oksidləşməsinə kifayət etsin və axırncı qabda qalan oksigenin miqdarı 3 mq/l-dən az olmasın. Qarışdırılmış su ağzı çəp kəsilmiş 150-250 ml-lik şüşə qablara tökülüb tıxacla kip bağlandıqdan sonra üzvi maddələrin oksidləşməsi üçün (yəni OBT haqqında tam məlumat almaq üçün) 20 ± 1 temperatur şəraitində termostatda saxlanılır. Şüşə qablar termostatda o zamana qədər saxlanılmalıdır ki, bu müddətdə mayedə 0,1 mq nitrit yaranmış olsun. Təcrübələr göstərir ki, bu zaman çirkab suda olan üzvi maddələrin qatılığından asılı olaraq 15-30 sutka ərzində oksigen tamamilə sərf olunur. Lakin təmizləyici məntəqənin işinə nəzarət zamanı OBT-ın təyin olunması üçün bu uzun müddət qəbul edilməzdir. Belə hallarda 5 sutkalıq OBT-ın, yəni OBT₅-in təyin edilməsi ilə kifayətlənmək məqsədəuyğun hesab edilir. Müntəzəm olaraq OBT₅ ilə tam OBT_{tam}-ın nisbəti müəyyənləşdirilir və müəyyən olunmuşdur ki, çirkab suyun tərkibindəki üzvi maddələrin oksidləşməsi müntəzəm olaraq getmir. Əvvəlcə proses sürətlə getdiyi halda, sonradan get-gedə zəifləyir. Məsələn, məişət çirkab sularından götürülmüş nümunənin tərkibindəki üzvi maddələrin bir sutkadan sonra 21%-i, 5 sutkadan sonra 63%-i, 20 sutkadan sonra isə 99%-i oksidləşir. 100%-lik oksidləşmə təxminən 100 sutkaya başa gəlir. Odur ki, 20 sutkalıq OBT, yəni OBT₂₀ təxminən tam OBT_{tam} kimi qəbul edilir. Beləliklə OBT₅-i bilməklə OBT₂₀ və ya OBT_{tam}-ı təyin etmək olur. Bunun üçün OBT₅-in qiyməti 0,68-ə bölünür. Çirkab suyun tərkibindəki üzvi maddələrin qatılığından asılı olaraq OBT-nin qiyməti dəyişir.

Çirkab suyun OBT-si suyun tərkibindəki üzvi maddələrin qiymətini tam xarakterizə etmir, çünki bu üzvi maddələrin müəyyən hissəsi biokimyəvi üsulla oksidləşmir və müəyyən hissəsi isə biokütlənin artımına sərf olunur. Ona görə də çirkab suyun tərkibindəki üzvi maddələrin oksidləşməsi üçün lazım olan oksigenin tam miqdarını təyin etmək üçün yodit və ya bixromat oksidləşmədən ibarət olan kimyəvi oksidləşmə üsulu qəbul edilir. Oksidləşdiricinin sərfinə ekvivalent oksigenin miqdarı oksidləşmə adlanır və 1 litr tədqiq olunan maye üçün $\text{mq}/\ell \text{ O}_2$ ilə ifadə edilir.

Çirkab suyun yodit və ya bixromat oksidləşməsinin qiymətini təyin etmək üçün həmin maye kimyəvi təmiz qatılıqlı sulfat turşusu ilə qarışdırılır. Bu qarışığa əvvəlcə kalium yodit (KJO_3), sonra isə xrom turşusunun duzları əlavə edilir ki, bunlar da oksigenlərini oksidləşməyə sərf edirlər. Oksidləşmə qaynama temperaturu şəraitində aparılır. Oksidləşmənin tam getməsi üçün katalizator kimi gümüş sulfatdan istifadə edilir. Göstərilən kimyəvi üsulla çirkab suyun tərkibindəki üzvi maddələrin oksidləşməsi üçün lazım olan oksigenin miqdarını prof. N.A. Bazyakina *oksigenə kimyəvi tələbat* (OKT) adlandırır. N.A. Bazyakinaya görə məişət çirkab suyunun OBT₂₀-si OKT-ın 86%-ni təşkil edir. Sənaye çirkab suları üçün bu nisbət müxtəlif olur. Məsələn kimya sənayesinin müxtəlif sahələrində OBT_{tam} OKT-ın 20%-ni, süd sənayesi müəssisələrinin çirkab suyunun OBT_{tam} OKT-ın 80-84%-ni təşkil edir. Buna görə də hazırda sənaye çirkab sularını, eləcə də məişət və sənaye çirkab su qarışığını təmizləyən qurğuları layihələndirən zaman çirkab suyun OBT-ni və OKT-ni təyin etmək çox vacibdir.

11.6. Su hövzələrinin çirklənmə dərəcələrinə görə təsnifatı

Su hövzələrindəki suyun keyfiyyəti kimyəvi, bakterioloji və bioloji analizlərin nəticələri əsasında qiymətləndirilir. Bu analizlərin hər birinin özünəməxsus üstünlükləri və çatışmazlıqları vardır və

onlar bir-birini əvəz edə bilmirlər, daha etibarlı nəticələr isə bu 3 metodun əlaqələndirilməsinə əsaslanır. Kimyəvi tədqiqatlar çirklənmə dərəcəsinin xarakterini və həcmi, onların suyun keyfiyyətinə təsirini müəyyən etməyə, bakterioloji analizlər isə suda patogen mikroorqanizmləri təyin etməyə imkan verir. Bioloji analizlər fiziki-kimyəvi və bakterioloji tədqiqat metodları ilə müəyyən edilməsi mümkün olmayan suyun çirklənməsini və onun təsirini müəyyən etməyə imkan verir. Suyun bioloji analizi sudakı bəzi orqanizmlərin keyfiyyətinə əsaslanır.

1909-cu ildə Kolkvits və Marson müxtəlif növ bitki və heyvanları özündə cəmləşdirən su hövzələrinin çirklənmə dərəcəsinin təsnifatı ilə məşğul olmuşlar. Saprobluq sistemi adını alan bu təsnifat sonradan daha da mükəmməlləşdirilmişdir. Onların təyinatına görə saprobluq termini təyin olunmuş orqanizmin fizioloji xüsusiyyətlərinin kompleksidir, onların suda inkişafının təmin olunması orada olan üzvi maddələrin tərkibilə və suyun çirklənmə dərəcəsilə əlaqədardır. Çirklənmiş su hövzələri daim özünü təmizləmə qabiliyyəti hesabına tədrici olaraq təmizlənir. Su hövzələrindəki çirkliliyin müsbət istiqamətdə pozulması daima baş verir və bununla əlaqədar olaraq sudakı şərait yaxşılaşır. Bu proses uzun müddət ərzində baş verir və çirklənmə zonası 10 və 100 km-lə məsafəni əhatə edir. Çirklənmə zonasının ölçüsü çirkab və çay sularının həcmindən, çirkləndirici maddələrin qatılığı və keyfiyyətindən, axma sürətindən və s. səbəblərdən asılıdır.

Su hövzələrinin çirklənməsi oradakı fiziki-kimyəvi şəraitin dəyişilməsinə gətirib çıxarır. Buna görə də hidrobiontların bir forması məhv olur, digər forması isə öz inkişafı üçün üstünlük əldə edir və nəticədə çirklənmiş hissədə biosenozun dəyişilməsi baş verir. Bir sıra hidrobiontlar yalnız müəyyən keyfiyyətli suda inkişaf etmək qabiliyyətinə malikdirlər və buna görə də müəyyən çirklənmə dərəcəsi olan zonalara uyğunlaşmışlar.

Suyun çirklənmə dərəcəsiindən asılı olaraq su hövzələri aşağı-

dakı zonalara bölünür:

1. *Polisaprob*;
2. *Alfa-mezosaprob*;
3. *Beta-mezasaprob*;
4. *Oliqosaprob* (Kolkvits və Marsona görə).

Polisaprob zona – bu zona qeyri-sabit miqdarda üzvi maddələri və onların anaerob parçalanma məhsullarını özündə saxlaması ilə xarakterizə olunur. Burada çoxlu miqdarda zülali maddələrə də təsadüf olunur, həmçinin fotosintez prosesi də gedir. Oksigen yalnız atmosfer aerasiyası hesabına su hövzələrinə daxil olur və o üst qatlarda gedən oksidləşmə reaksiyalarına sərf olunur. Bu suda həmçinin metan və hidrogen-sulfidə də təsadüf olunur. Belə zona üçün çoxlu miqdarda saprotrof mikrobiota xarakterikdir və müəyyən olunmuşdur ki, 1 ml suda 100000-lərlə və hətta milyonlarla belə hüceyrələrə təsadüf olunur. Dib hissədə də oksigenə və çoxlu miqdarda detrit hissəciklərinə təsadüf olunur, burada bərpa prosesləri (reduksiya prosesi) gedir, dəmir isə FeS şəklində saxlanılır, lil qara rəngdə olub hidrogen sulfid qoxusu verir. Bu zonada heterotrof tipli qidalanan orqanizmlərə təsadüf olunur: müxtəlif bakteriyalar, o cümlədən sapşəkilli bakteriyalar (*Sphaerotilus*), kükürd bakteriyaları (*Beggiatoa*, *Thiothrix*), bakterial zooqleylər (*Zoogloea ramigera*), birhüceyrəlilərdən isə infuzorlar, rəngsiz qamçılılar.

Alfa-mezosaprob zona – bu zonada üzvi maddələrin aerob parçalanması prosesi başlayır və çoxlu miqdarda sərbəst halda karbon qazı, az miqdarda isə oksigenə təsadüf olunur. Həmçinin metan və hidrogen sulfid müşahidə olunur. Bu zonada çirklənmə dərəcəsinin yüksək olduğu (1 litrdə 10 mq) müəyyən olunmuşdur. Saprotrof bakteriyaların miqdarı isə 1 ml-də 10 və 100000-ə bərabərdir. Suda və dib hissələrdə oksidləşmə-reduksiya reaksiyaları gedir, dəmir oksidləşmiş, reduksiya olunmuş formada olur. Alt zonada çoxlu miqdarda oksigen çatışmazlığına davam gətirən

orqanizmlər inkişaf edir və burada karbon qazı üstünlük təşkil edir. Həmçinin heterotrof və miksotrof qidalanan orqanizmlər daha çox nəzərə çarpır. Digər orqanizmlərdən zooqleylər, sapşəkilli bakteriyalar, göbələklər, yosunlardan isə ossilyatorlar, stiye-okloniumlar bu zonada kütləvi şəkildə inkişaf edirlər. Heyvanlar aləmindən isə çoxlu miqdarda oturaq infuzorlara (*Carchesium*), rotatorilərə (*Brachionus*), çoxlu miqdarda rəngli və rəngsiz qamçılılara bu zonada təsadüf olunur. Lildə isə tubifisid və xironomid sürfələrinə rast gəlinir.

Beta-mezosaprob zona – zona demək olar ki, üzvi maddələrdən tamamilə azad olunması və onların tam minerallaşması ilə xarakterizə olunur. Saprotrof bakteriyaların miqdarı 1 ml-də 1000-lərlə hüceyrəyə bərabərdir və onların miqdarı su bitkilərinin məhv olması zamanı daha da artır. Sutka ərzində oksigen və karbon qazının qatılığı kəskin şəkildə dəyişilir və gün ərzində suda oksigenin qatılığı doyma həddinə çatır, karbon qazı isə demək olar ki tamamilə sərf olunur. Gecə saatlarında suda oksigen çatışmazlığı baş verir. Lil qatı sarımtıl rəngdə olub, burada çoxlu miqdarda detrit hissəciklərinə təsadüf olunur və bu qatda intensiv şəkildə oksidləşmə prosesləri gedir. Bu zonada böyük miqdarda bitki və heyvanlar aləminin müxtəlifliyi mövcuddur. Burada çoxlu miqdarda autotrof qidalanan orqanizmlərə təsadüf olunur və fitoplanktonların inkişafı nəticəsində suyun «çiçəklənməsi» müşahidə olunur. Zonada yaşıl sapşəkilli və epifit diatomlara, lildə isə qurdlara, molyuskalara və xironomid sürfələrinə təsadüf olunur.

Oliqosaprob zona – bura demək olar ki, üzvi maddələrin tamamilə yoxluğu və az miqdarda onların minerallaşma məhsullarının olması ilə xarakterizə olunur. Oksigen və karbon qazının miqdarı isə demək olar ki, gün ərzində dəyişilmələrə məruz qalmır. Bir qayda olaraq suyun «çiçəklənməsi» müşahidə olunmur. Dib hissədə az miqdarda detrit hissəciklərinə, autotrof mikroorqanizmlərə və bentos canlılarına təsadüf olunur (qurdlar, mol-

yusklar və xironomid sürfələri). Zonada suyun yüksək miqdarda təmizliyini göstərən qırmızı yosunlara (*Thorea*, *Batrachospermum*) təsadüf olunur.

Müxtəlif indikator orqanizmlər suyun çirklənmə dərəcəsini kifayət qədər dəqiqliklə göstərə bilmirlər. Məs. çirkab sularında zülalların parçalanması nəticəsində kükürd toplanır və buna görə də bu sularda çoxlu miqdarda *Beggiatoa* və *Thiothrix* cinsindən olan kükürd bakteriyalarına təsadüf olunur. Həmin bakteriyalarla bərabər bu sularda mineral kükürd mənbələrinə də təsadüf olunur. Kükürd bakteriyaları su hövzələrində kükürdün əmələ gəlməsindən asılı olmayaraq kükürd indikatorları hesab olunurlar. Göstərilən nümunədən aydın olur ki, suyun çirklənmə göstəricilərinin təyin olunması təkcə senozə görə deyil, bu və ya digər saprob zonaya, həmçinin indikator (təyinedici) orqanizmə görə xarakterizə olunur.

Müasir dövrdə bir çox müəlliflər saprotrofluq zonasını daha xırda 5-6 və ya daha çox yarımzonalara ayırmağı təklif edirlər. Libmann (1962) su hövzələrinin təmizliyinə görə 4 əsas və 3 aralıq sinfini ayırd etmişdir. Əsas siniflər rəqəmlərlə 1-dən 4-ə kimi göstərilmişdir. Aralıq siniflər isə 2 rəqəmlə: I-II, II-III, III-IV göstərilmişdir.

Bilinkina, Draçev və İçkova su hövzələrini çirklənmə dərəcələrinə görə 6 qrupa bölməyi təklif etmişlər: çox təmiz, təmiz, bulanıq, az çirklənmiş, çirklənmiş və çox çirklənmiş. Bu sıraların hər biri suyun çirklənmə dərəcələrinə uyğundur:

1. Çox **təmiz su hövzələri** praktiki olaraq insana mənfə təsir göstərmir. Keçmiş SSRİ-də bu cür çox təmiz su hövzələrinə Sibirin bir çox çay və gölləri, Avropa ərazisindən Ladojsk və Onejsk gölləri, Ribinski su anbarı, bir sıra şimal çayları aid edilirdi. Bu su hövzələrində suyun oksigen ilə doyma dərəcəsi 95%-ə çatır, БПК (bioloji populyasiya kütləsi) 1 mq/ℓ-i ötüb keçmir və ölçülmüş məhsullar isə 3 mq/ℓ-ə bərabər olur. Çox təmiz su hövzələrinin suyu hər cür istifadəyə yararlıdır.

2. **Təmiz su hövzələri** demək olar ki, öz kimyəvi göstəricilərinə görə çox təmiz su hövzələrindən fərqlənir. lakin insanın fəaliyyət izləri hər şeydən öncə bu suda saprotrof mikrobiotanın miqdarının artmasına səbəb olur. Belə su hövzələrinin də suyu hər cür istifadə üçün yararlıdır və onların tamamilə dezinfeksiyası üçün xlorlaşdırma kifayət edir.

3. **Bulanıq su hövzələri** üzvi maddələrin, xlor ionunun və ammonyakın yüksək miqdarda olması ilə xarakterizə olunur. Onlar özləri ilə çirkab və məişət sularının izlərini daşıyırlar. Bulanıq su hövzələrinin suyu yalnız müvafiq təmizlənmədən sonra təsərrüfat suyu və içməli su kimi, bir sıra balıq növlərinin yetişdirilməsi üçün və digər sahələrdə istifadə oluna bilər.

4. **Az çirklənmiş su hövzələrinə** müdaxilə olunması nəticəsində təbii xassələri əhəmiyyətli dərəcədə dəyişilmiş çaylar və göllər aiddir. Qış dövründə az çirklənmiş su hövzələrində buz örtüyünün olması anaerob şəraiti öyrənməyə imkan verir. Az çirklənmiş sular məişət, kənd təsərrüfatı, balıqçılıq və içilmək üçün yararlı deyildir. Bu sular yalnız müəyyən məhdudiyətlər qoyulmaqla bir sıra istehsal sahələrində, o cümlədən gəmiçilik və suvarmada istifadə oluna bilər. Qərbi Avropa ölkələrində suyun kəskin çətinləşməsi nəticəsində az çirklənmiş sular kənd təsərrüfatında, həm də içilmək üçün istifadə olunur.

5. **Çirklənmiş su hövzələrində** suyun təbii xassələri kəskin şəkildə dəyişilmiş olur. Yay dövründə bu su hövzələrindən xoşagəlməz qoxu gəlir. Karbon qazı və kükürd birləşmələrinin saxlanması səbəbindən çirklənmiş su hövzələrində olan liman tikillilərinə və gəmilərə ziyan dəyir. Buna görə də belə sular yalnız məhdud çərçivədə gəmiçilikdə və müəyyən bitki kulturalarının suvarılması üçün yararlıdır.

6. **Çox çirklənmiş su hövzələrində** çirklənmə dərəcəsinin qiymətləndirilməsi zamanı rəng, qoxu, bulanıqlıq və s. kimi orqano-leptik göstəricilər də nəzərə alınır. Məs. qoxu kimyəvi analizlər

nəticəsində müəyyən olunan arzuolunmaz maddələrin hesabına yaranır. Ona görə də bir sıra kimyəvi maddələrin suya daxil edilməsi məhz toksiki göstəricilərinə görə deyil, qoxularına görə məhdudlaşdırılır. Bu cür maddələrə fenol, dixloretan, krezol və digər kimyəvi birləşmələr daxildir. Neftin suya daxil olması da orqano-leptik göstəricilərinə görə məhdudlaşdırılır: qoxusuna və suyun üst qatında örtük və ləkələr əmələ gətirdiyinə görə. Bununla əlaqədar olaraq çirkab suları özləri ilə çoxlu miqdarda toksiki maddələr və istehsalat tullantıları kimi zərərli maddələr gətirirlər. Jadin (1964) çirkab sularını təkcə saprobluq dərəcəsinə görə deyil, həm də toksiklik göstəricilərinə görə xarakterizə etməyi təklif edib. O, saprobluq zonalarına müvafiq olaraq politoksiki, mezotoksiki və oliqotoksiki kimi toksiklik zonalarını ayırd etməyi təklif etmişdir.

Su hövzələrinin çirklənmə dərəcəsinə qiymətləndirilməsi üçün onların daha çirkli vaxtlarında toplanmış göstəricilərindən istifadə etmək mütləqdir. Məsələn, oksigenin daha az qatılığına yayda (daha yüksək temperaturda) və buzlaşma dövründə təsadüf olunur. Bir çox göstəricilərə görə müəyyən olunmuşdur ki, daha əlverişsiz şərait qışda ilin birinci ayında müsahibə olunur. Bu dövrdəki göstəricilər həmçinin su hövzələrinin çirklənmə dərəcəsinin qiymətləndirilməsi üçün də istifadə olunur.

11.6.1. Kimyəvi maddələrlə suyun çirklənməsi

Suyun üzvi maddələrlə və patogenlərlə yoluxması qarşılıqlı əlaqəlidir. Üzvi maddələr suya müxtəlif yollarla daxil olur, onlar suda həll olmuş, yaxud asılı halda ola bilər. Məsələn, Almaniya, Çexiya, Danimarka və Fransa kimi ölkələrdə kənd təsərrüfatı inkişaf etdikcə gübrələrdən uzun müddətli istifadə edildiyi üçün quyu sularında nitratların miqdarı artır. Bununla əlaqədar uşaqlarda qan xəstəliyi, böyüklərdə isə xərçəng xəstəliyi təhlükəsinin yaranması barədə fikirlər mövcuddur. Üzvi maddələrlə çirklənməyə

sintetik maddələrin, pestisidlərin istehsalı, qara metallurgiya, neft-ayırma, sellüloza-kağız, daş kömür, toxuculuq sənayesi sahələri səbəb olur.

Dünya okeanı və dənizlərin çirklənməsi. Okean və dənizlər ekoloji sistemin istilik balansının qorunub saxlanmasında həlledici rol oynayır. Okean və dənizlərin çirkləndiriciləri olan neft məhsulları, pestisidlər, toksiki metallar, radioaktiv maddələr və s. təhlükəli sayılır. Dünya okeanını çirkləndirən mənbələr əsasən 3 qrupa ayrılır:

1. **Dənizlər** – hərbi gəmilər, neft boru kəmərləri, dənizdə istifadə edilən qurğular, dənizin dibindən təbii resursların kəşfiyyatı və çıxarılması;

2. **Yerüstü sular** – çaylar, göllər, digər su sistemləri, çirkləndirici maddələr – qrunt suları, basdırılmış radioaktiv tullantılar və s.

3. **Atmosfer** – atmosfərə qazşəkilli zərərli tullantılar buraxan müxtəlif sənaye müəssisələri, nəqliyyat vasitələri və digər obyektlər.

Əsas çirkləndiricilər patogen mikroorqanizmlər, üzvi maddələr, biogen elementlərin birləşməsi, sintetik üzvi maddələr, ağır metallar, neft məhsulları, çayların çirkləndirici maddələri gətirməsi hesab olunur. Çirklənmənin əsas nəticəsi isə yoluxucu xəstəliklər, oksigen çatışmazlığı, kimyəvi maddələrin insana və təbiətə toksiki təsiridir.

Məsələn, keçən əsrin 50-ci illərində Yaponiyada Kunsun adasında insanlarda ağır xəstəliklər müşahidə olunmuşdur – böyrək zədələnmələri, əsəb və qan-damar sistemləri pozulmuşdur. Tədqiqatçılar göstərdi ki, buna səbəb körfəzdən tutulan balıq və molyuskaların tərkibində qurğuşunun olmasıdır. Bundan başqa 1950-1960-cı illərdə Minomata adasında kütləvi zəhərlənmə baş vermişdir. Buna səbəb zəhərlə yoluxmuş balıqla qidalanma səbəb olmuşdur. Yoluxmanın səbəbkarı körfəz suyuna civə atan müəssisə olmuşdur.

Okeanın ən zərərli kimyəvi çirkləndiriciləri neft və neft məhsullarıdır. Sular ən çox tankerlər və sualtı qazma işləri, neft yüklü gəmilərin qəzası zamanı yoluxur.

Neftlə çirklənmə dənizlərin də bioloji tarazlığına böyük zərər vurur. Neft ləkələri günəş şüalarını buraxmır, oksigen dəyişməsini ləngidir, bu da dəniz canlılarının əsas qidası olan planktonların çoxalmasının qarşısını alır. Neftin həll olan komponentləri balıqların və quşların zəhərlənməsinə səbəb olur. Suda neftin nazik qatı bir çox çirkləndiriciləri, pestisidləri, ağır metalların ionlarını və s. tutub saxlayır. Dünyada pestisidlərin istehsalı 200 min tona çatır. Onlar gec parçalanma xüsusiyyətinə malikdir. Pestisidlər İngiltərə, İspaniya, Portuqaliya və s. ölkələrin qərb sahillərində aşkar edilmişdir. DDT və heksaxloran Antraktidada istifadə edilməsə də pinqvinlərin ağciyərində, suitilərin piyində aşkar edilmişdir. Buna səbəb DDT və digər xlorlu üzvi birləşmələrin atmosfer havasının asılı kolloid hissəciklərində toplanması və ya aerozolların damla hissəcikləri ilə birləşərək uzaq məsafələrə aparıla bilməsidir. Antraktida da belə maddələrin aşkar olunması ABŞ-da və Kanadada onların intensiv istifadə edilməsi ilə əlaqədardır.

11.6.2. Suyun bakterioloji çirklənməsi

Bioloji çirklənmə müxtəlif mikrocanlıları təmsil edir: qıvcırdıcı göbələklər, xırda yosunlar və bakteriyalar, həmçinin vəba, qarın yatalağı, tif, dizenteriya, vərəm və s. törədiciləri. Bu növ canlılar əsasən məişət tullantı sularına və bəzi sənaye müəssisələrinin (sallaqxana, və yun emalı zavodu, biofabriklər və s.) çirkab sularına məxsusdur. Çirkab suyun tərkibində bakteriyalar küllü miqdarda olur və onların sayı 1 ml suda bir neçə milyona qədər ola bilir. Çirkab suyun tərkibindəki bakteriyaların sayı onun çirklilik dərəcəsini xarakterizə edir. Lakin bakteriyaların ümumi sayı heç də çirklilik dərəcəsini tam xarakterizə etmir. Odur ki, tədqiqat zamanı çirkab suyun tərkibindəki bakteriyaların ümumi sayını təyin etməklə yanaşı, bağırsağ çöplərinin (*Esherichia coli* bakteriyalarının) sayını da müəyyən etmək vacibdir. Çirkab suyun tərkibi

bində «koli» bakteriyalarının olması oraya insanların və heyvanların fizioloji ifrazatlarının (fekalın) qarışmasını göstərir. Çirkab suların bakterioloji çirklənməsi koli-titrlə xarakterizə edilir. Koli-titr ml-lə ifadə edilmiş elə suyun az miqdarıdır ki, tərkibində 1 ədəd bağırsağ çöpü olsun. Koli-titr 100 o deməkdir ki, 100 ml çirkab suyun tərkibində 1 ədəd bağırsağ çöpü var və yaxud koli-titr 0,001 olduqda 1 ml suda 1000 ədəd bağırsağ çöpü olduğunu göstərir. Çirkab suyun bakterioloji çirklənməsini xarakterizə edən ikinci göstərici koli-indeksdir, yəni 1 litr çirkab suyun tərkibindəki «koli» bakteriyaların ümumi sayıdır. Çirkab suyun koli-titri 0,000001 və daha az ola bilər. 1 ml suyun tərkibindəki bakteriyaların ümumi sayı becərmə yolu ilə təyin edilir. Bağırsağ çöplərinin titri isə Eykman üsulu ilə təyin edilir.

Hal-hazırda bağırsağ çöplərinin titrini təyin etmək üçün çirkab su nümunəsi membranlı filtdən süzdürülüb, sonra Endo qidalı mühitində becərilir.

11.6.3. Suyun virusoloji çirklənməsi

Viruslara suda da təsadüf olunur və onlar suda yaşayan mikroorqanizmlərə, həmçinin digər canlıların orqanizminə müxtəlif yollarla daxil olaraq infeksiyalar törədirlər. Tədqiqatlar göstərir ki, viruslar uzun müddət suda qala bilər və onlar epidemiyaların, pandemiyaların əmələ gəlməsində iştirak edirlər. Alim Denisin məlumatlarına görə, 1959-cu ildə Dehliyə virus hepatitinin epidemiyası zamanı sudan 30000 insan xəstələnmişdir. 1965-ci ildə isə həmin şəhərdə yenidən bu xəstəliklə 7000 nəfər yoluxmuşdur. Şüval 1972-ci ildə yazır ki, virus xəstəlikləri, o cümlədən poliomielit, enteroviruslar suyun iştirakı ilə yayılır. O, qeyd edir ki, hələ 1952-ci ildə ABŞ-da Nebraska ştatında sübut olunmuşdur ki, poliomielit epidemiyası sudan keçmişdir. Razumova 1953-cü ildə Berlinin kanalizasiya sularından götürülmüş nümunələrin

70%-də enterovirusları tapmışdır. Sonradan Raqozina tərəfindən bu virusların suda 6 ay müddətində qalması göstərilir. Skvorsovun məlumatlarına görə bu viruslar 2°C-də 100 sutka ərzində qala bilirlər. Vaqner qeyd edir ki, yara virusları kanalizasiya suyunda 17-20°C-də 14-21 sutka, 13-18°-də 43-49 sutka, 4-13°-də 100 sutka qala bilir. Bütün qeyd olunanlar göstərir ki, çirkab su virus xəstəliyinin yayılmasında əsas amildir.

11.6.4. Çirkab sularda aerob və anaerob mikrobioloji proseslər

Qeyd etdik ki, çirkab suyun tərkibindəki üzvi çirkləndiricilər ümumən bakteriyaların inkişafı və müəyyən qədər xəstəlik törədiciləri üçün əlverişli şərait yaradır. Ona görə də, çirkab suların təmizlənilməsində əsas məqsəd onun tərkibində olan və sanitariya nöqtəyi-nəzərinə təhlükə yaradan çirkləndiriciləri, xüsusilə üzvi maddələri xaric etməkdən ibarətdir. Çirkab suyun tərkibindəki mürəkkəb üzvi birləşmələr biokimyəvi proseslərin hesabına CO₂ və H₂O-ya qədər parçalanır. Bu proseslər üzvi birləşmələrin minerallaşması (stabilləşməsi) adlanır.

Üzvi maddələrin minerallaşması mikroorqanizmlərin (mikrocanlıların) iştirakı ilə baş verir, hansı ki, onlar bu maddələrlə qidalanaraq öz orqanizmlərini qurur və həyat fəaliyyəti üçün enerji toplayırlar.

Mikroorqanizmlər oksigenə münasibətinə görə əsasən iki qrupa ayrılırlar: *aeroblar* və *anaeroblar*. Aerob mikroorqanizmlərin inkişafı üçün havanın oksigeni tələb olunur. Anaerob mikroblar isə oksigenli şəraitdə yaşaya bilmirlər. Aerob biokimyəvi proseslər nəticəsində tərkibində karbon, azot, kükürd və fosfor olan üzvi maddələrin oksidləşməsi prosesi baş verir. Proses mineral duzların və karbonun yaranmasına qədər davam edir. Anaerob (çürümə) proseslər nəticəsində isə əsasən metan (CH₄), karbon

(CO₂), kükürd (H₂S), amonyak (NH₃) və hidrogen (H₂) qazları, eləcə də üzvi maddələrdən ayrılan müxtəlif aralıq maddələri yaranır.

Aerob proseslər əsasən küllü miqdarda halloid və ərmiş şəkildə üzvi maddələrə malik olan çirkab suların təmizlənməsi zamanı tətbiq edilir (çirkab suların biokimyəvi təmizlənməsi).

Anaerob proseslərdən çirkab suların təmizlənməsindən yaranan çöküntülərin emalı və zərərsizləşdirilməsi zamanı istifadə edilir. Bu prosesi yüksək qatılıqlı üzvi çirkləndiricilərə malik sənaye çirkab sularının təmizlənməsində də tətbiq edilir. Yaşayış məntəqələrinin su kənar edən şəbəkəsinə qəbul edilən çirkab suların əsas xüsusiyyətlərindən biri onun kollektorla hərəkəti zamanı tərkibindəki həll olmuş oksigenin miqdarının azalmasıdır. Çirkab su qəbuledicisində çirkab suyun tərkibindəki həll olmuş oksigenin miqdarı su kəmərinə qədər azaldıqda, onda təmizləyici məntəqədə aparılan aerob oksidləşdirici proses nəticəsində çirkab suyun tərkibində cüzi miqdarda oksigen qalır.

11.6.5. Çirkab sular infeksiya mənbəyidir

Xəstəlik törədən mikrobu müəyyən mühit şəraitində ona həssas orqanizmə daxil olub onunla qarşılıqlı təsirlər nəticəsində patofizioloji dəyişikliklər törətmə qabiliyyətinə infeksiya deyilir. Sözün latınca mənası *infecto* – yoluxmaq, zəhərlənmək deməkdir. Yoluxmanın meydana çıxmasında mikrobdan əlavə makroorqanizmin müdafiə qabiliyyətinin də böyük rolu vardır. Su mühiti mikroorqanizmlər üçün torpaqdan sonra əlverişli mühit hesab olunur. Çünki, suda da mikroorqanizmlər üçün lazım olan şərait, eyni zamanda qida maddələri, oksigen və s. mövcuddur. Suda müxtəlif mikroorqanizmlərə, o cümlədən bakteriyalara, mikroskopik göbələklərə, bəzi ibtidailərə təsadüf olunsa da onların əsasını saprotrof formalar təşkil edir. Lakin bəzi su mənbələri insan və heyvan ifrazatları ilə çirkləndikdə orada biotrop xəstəlik törədən

rədicilərinə rast gəlinir. Məlumdur ki, bağırsağ infeksiya törədiciləri və bəzi digər patogen bakteriyalar suda uzun zaman öz yoluxuculuq qabiliyyətini qoruya bilirlər. Mikroorqanizmlər çayların suyunda nisbətən daha uzun müddət, hətta buz üzərində belə həftələrlə qalaraq öz həyatı qabiliyyətini qoruyub saxlaya bilirlər.

Çirkab sularında müşahidə olunan ibtidailər, xırda heyvanlar mikroorqanizmlərlə qidalandıqlarına görə onlar müəyyən miqdarda bakteriyaların sayını azalda bilirlər. Hətta, suda olan bəzi mikrobların, ibtidai və ali bitkilərin ifraz etdikləri antibakterial maddələr, toksinlər də mikroorqanizmlərin inkişafını ləngidə bilər.

Dəniz və okean sularında dərinliyə getdikcə mikroorqanizmlərin sayı hədsiz azalır və yalnız həmin duzluluğa uyğunlaşmış formalara təsadüf olunur.

Suya düşən patogenlər spesifik xüsusiyyətlərə malikdir və hər bir mikrob müəyyən bir infeksiyanı törədir. Patogenlərin çoxu orqanizmin hüceyrə və toxumalarını dağıdan fermentlər biosintez edirlər. Bundan əlavə onlar arasında toksiki xüsusiyyətlərə malik olan növlərə də təsadüf olunur. Onlar ekzo- və endotoksinlər biosintez edirlər. Ekzotoksinlər zəhərdir və asanlıqla ətraf mühitə diffuziya olunur. Endotoksinlər isə mikrobu orqanizmi ilə sıx əlaqəlidir və yalnız mikrob tələf olduqdan sonra azad ola bilər. Ekzotoksinlərin təsiri spesifikdir və yalnız müəyyən orqanın toxumalarına təsir göstərilir. Məs. tetanus mikrobu toksini əsəb sisteminə təsir edir və xəstədə əzələnin spazmasına səbəb olur. Difteriya mikrobu ürək-damar sisteminə təsir göstərir. Əyər toksin çox güclüdirsə azacıq dozası orqanizmə ciddi mənfi təsir edə bilər və s. Endotoksinlər polisaxaridlərdən və lipidlərdən ibarətdir, ekzotoksinlər isə zülal təbiətlidir. Epidemiya 3 əsas şərtlə əmələ gələn zəncirdən ibarətdir: infeksiya mənbəyindən, infeksiyanın ötürülməsindən və əhalinin infeksiya ilə yoluxmasından. infeksiya mənbəyi xəstə insanlar, xəstə heyvanlar və xəstəliyi daşıyanlardır. Onu da qeyd edək ki, xəstəlik daşıyıcıları xəstəliklərin

yayılmasında daimi mənbə hesab olunur. Bizə məlumdur ki, çirkab sulara insanlarda bir çox qorxulu xəstəliklər törədən mikroorqanizmlərin say və növ tərkibi çoxluq təşkil edir. Odur ki, əhali tərəfindən istifadə olunan, xüsusən də içməli suyun sanitar səviyyəsinə dövlət tərəfindən ciddi nəzarət olunur. Suda mövcud olan patogen mikrobların eyni vaxtda aşkarlanması mümkün deyil. Buna vaxt, vəsait, zəhmət və s. tələb olunur. Ona görə beynəlxalq səviyyədə çirkab sulara patogenlərin aşkar edilməsi üçün yalnız bağırsağ çöplərinin – *Escherichia coli*-nin təyin olunması kimi normativ qəbul olunmuşdur (*Esch. coli* enterobakter fəsiləsinə aiddir, çöp formalıdır, fakultativ anaerobdur, şərti patogenidir). Bu zaman suda olan saprotrofların ümumi sayı, suyun kolititri, koli-indeksi kimi meyarlardan istifadə olunur. Əyər nəzərə alsaq ki, dünya miqyasında hal-hazırda içməli su problemi global problemlərdəndir, onda məsələnin nə qədər ciddi olması məlum olur. Suda infeksiya törədən mikroblar müşahidə olunursa, belə su içilmək üçün tamamilə yararsızdır. Əhali tərəfindən işlədilən suya mikroblar xəstə insanların və ya heyvanların ifrazatı vasitəsilə düşə bilər, bu isə bəzən qanlı ishal, vəba, qarın yatalağı və s. xəstəliklərin yayılmasına səbəb olur.

Yuxarıda qeyd olunanlar göstərir ki, bir çox infeksiyon xəstəliklərin sürətlə yayılmasında suyun rolu danılmazdır.

11.6.6. Suyun bakterioloji və virusoloji müayinəsi

Suyun çirklənmə dərəcəsi əsasən suda olan saprotrofların sayına və fekal çirklənməyə görə qiymətləndirilir. Suya üzvi maddələrin daxil olması orada yaşayan saprotrof bakteriyaların qidasını təşkil etdiyindən onların çoxalması üçün şərait yaranır və onlar sürətlə çoxalırlar. Bu bakteriyaların çoxalması ilk növbədə suyun kimyəvi tərkibinin göstəricisidir. Ona görə də sanitar nöqtəy-nəzərdən onların sayının öyrənilməsi çox vacibdir. Bunun

üçün ətli-peptonlu aqarda 1 ml həcmində su becərilir və 37°C temperaturu termostatda 24 saat müddətində saxlanılır, inkişaf edən koloniyaların say tərkibi müəyyənləşir. Təbii ki, bu zaman istifadə olunan qidalı mühitdə bütün saprotrofların hamısı inkişaf etmir, lakin əsas növlər inkişaf edə bilirlər. Ona görə də bu mühit standart qidalı mühit kimi qəbul olunur. Bəzi hallarda isə su daha çox çirкли olduqda durulaşdırma üsulundan istifadə olunur. Dövlət standartlarına 2874-73 görə kran suyunda mikrobların sayı 100-dən artıq olmamalıdır. Təbii sulara mikroorqanizmlərin sayı fəsilərdən asılı olaraq dəyişilir, aerob saprotrofların sayı onlarla, yüzlərlə artır, hətta çirkab sulara onlar minlərlə, milyonlarla hesablanır. Xüsusi hallarda çirkab sulara sanitar-epidemioloji baxımdan suda enterokoklar, enteroviruslar, salmonella və s. də təyin olunmasına ehtiyac duyulur. Ona görə də əhali tərəfindən istifadə olunan su mənbələrinin nə dərəcədə mikroblarla çirklənməsi nəzarət altındadır.

Yaxşı içməli suyun koli-titri 333-ə, koli-indeksi 3-ə bərabər olmalı və suda patogen mikroorqanizmlər aşkar olunmamalıdır. Koli-titri koli indekslə ifadə etmək üçün 1000-i koli-titrin ölçüsünə bölmək lazımdır. Məsələn, içməli su üçün koli-titr 333-ə bərabədirsə onun koli-indeksi $1000:333=3$. Bu onu göstərir ki, su içməyə yararlı o vaxt olur ki, onun koli-titri 300-dən az, koli-indeksi isə 3-ə bərabər olsun.

Suda virusların sayının təyin olunması üçün tənzip tamponlar modifikasiyasından istifadə olunur. Tampon bir sutkadan bir neçə sutka ərzində suya yerləşdirilir. Su tampondan keçdikdə viruslar orada tutulub saxlanılır. Belə hesab olunur ki, bu metod daha əlverişlidir. Hazırda belə hesab edirlər ki, bu metodla virusları təyin edərkən çirkab sularında virusların miqdarı 10-15 dəfə çox müşahidə olunur, nəyinki müəyyən həcmdə götürülmüş su nümunəsində. İçməli suda virusların yayılmasının öyrənilməsi zamanı spesifik metodlardan istifadə olunması tələb olunur. Metod

100 ml suda virusları ayırmaq və bir neçə virus tipini təyin etməyə imkan yaratmalıdır. Bu metodlar suda virusların olub-olmaması və nə sayda olması barədə dəqiq məlumat almağa imkan verməlidir. Hal-hazırda 12 müxtəlif metod mövcuddur, lakin onların hamısı tələblərə cavab vermir. İçməli su suya qoyulan mikrobioloji və parazitoloji normativlərə cavab verməlidir (cədvəl 5).

Cədvəl 5. İçməli suya qoyulan mikrobioloji və parazitoloji göstəricilərin normativləri

Göstəricilər	Ölçü vahidləri	Normativ
Termotolerant koliform bakteriyalar	100 ml-də bakteriyaların sayı	Olmamalı
Koliform bakteriyaların ümumi sayı	100 ml-də bakteriyaların sayı	Olmamalı
Mikrobların ümumi sayı	1 ml-də bakteriya koloniyalarının sayı	50-dən az
Kolifaqlar	100 ml-də sayı	Olmamalı
Sulfatreduksiyaedici qlostridilərin sporları	20 ml-də sporların sayı	Olmamalı
Lyambianın sistaları	50 ml-də sistaların sayı	Olmamalı

11.6.7. Çirkab suların təkrar istifadəsi

Sanitariya nöqtəyi-nəzərinə çirkab suların tərkibindəki bəzi qorxulu olan çirkləndiricilər qiymətli xammal məhsulu kimi xalq təsərrüfatının bəzi sahələrində istifadə edilə bilər. Tullantı sularının çoxunun tərkibində keyli miqdarda üzvi və mineral maddələr olur. Məişət və bəzi yeyinti sənayesi müəssisələrinin çirkab suları azot, fosfor, kalium, kalsium və s. bu kimi kənd təsərrüfatında gübrə kimi istifadə edilə biləcək maddələrə malikdir. Lakin aqronomiya elminin tələblərinə görə belə suların tərkibindəki gübrə xassəli maddələrin nisbəti torpağa veriləcək tələbatı tam ödəmir. Ona görə də çirkab sularında sadalanan gübrə xassəli maddələrin,

məsələn, kalium və fosfor çatışmazlığını, azotun isə xeyli miqdarda çoxluğunu nəzərə alaraq müəyyən bitkilər üçün suvarma suyuna superfosfat mineral gübrəsi, kül və s. əlavə etmək lazım gəlir. Bunlarla belə tələblər tam ödənilməsə də istənilən növ bitkiləri suvararkən məhsuldarlıq 2-3 dəfə artır.

Çirkab suların müasir üsullarla təmizləməsi ilə yanaşı, həm də onun tərkibindəki qiymətli maddələr bu və ya digər sahələrdə istifadə etmək məqsədilə kənarlaşdırılır. Belə ki, çirkab sulardan təmizləyici məntəqələrdə yaranan çöküntülər qıvcırdılarkən ayrılan metan qazı yüksək kalorili yanacaq kimi istifadə edilir. Qazı çıxarılmış çöküntülər isə qurudularaq kənd təsərrüfatında gübrə kimi istifadə edilir. Aktiv lildən alınan B₁₂ vitamini heyvandarlığın inkişafında yararlı hesab edilir. Bəzən müxtəlif sənaye müəssisələrinin çirkab sularının tərkibində çox miqdarda neft, fenol, ağır metalların duzları (mis, xrom, sink və s.) kimi sanitariya nöqtəynəzərindən qorxulu istehsalat tullantıları da olur. Bu maddələrin çirkab sularının tərkibindən kənar edilməsi onların təmizlənməsi ilə yanaşı, qiymətli xammal kimi xalq təsərrüfatının müəyyən sahələrində istifadə edilir. Mexaniki təmizlənmiş məişət çirkab suları suya ehtiyacı olan rayonlarda suvarma məqsədilə istifadə edilir.

Tullantı suları ilə suvarmaya ehtiyac, tullantı suları sənayesindən və təsərrüfat-məişət obyektlərindən, maldarlıq təsərrüfatlarından atılan çirkab sularının hesabına əmələ gəlir.

Son zamanlar tullantı sularının təmizlənməsi və onlardan suvarma üçün istifadə edilməsinə böyük diqqət yetirilir. Verilən məlumatlara görə Avstriyada tullantı sularının 40, İngiltərədə 33, Almaniyada 26%-dən çoxu suvarma üçün istifadə olunur. Keçmiş SSRİ-də bu göstərici 10%-ə çatırdı.

Azərbaycanda da tullantı sularından suvarma üçün müəyyən qədər istifadə edilir. Abşeronda, 1967-ci ildə layihə olunmuş qapalı suvarma şəbəkəsi ilə 778 ha sahədə zeytun və badam bağlarının suvarılmasında mexaniki üsul ilə təmizlənmiş kanalizasiya

tullantı sularından istifadə edilirdi.

Bəzi sənaye müəssisələrinin çirkab suları təmizlənilib və yaxud da soyudulduqdan sonra digər sənaye müəssisələrində təkrar istifadə edilir. Buna görə də ölkənin hər hansı bir rayonunun su təchizatı, suvarma, su kənaredici sistemi, su nəqliyyatının kompleks həlli zamanı təmizlənmiş sənaye çirkab sularının maksimum təkrar istifadəsi nəzərdə tutulmalıdır.

Hazırda ətraf mühitin mühafizəsi və su mənbələrində olan su ehtiyatlarının təmiz saxlanılmasına xüsusi diqqət yetirilir. Bu baxımdan tullantı sularının əmələ gəlməsinin səbəbləri, onların təmizlənməsi və müxtəlif məqsədlər üçün istifadə olunması böyük əhəmiyyətli məsələ kimi qiymətləndirilir.

Qeyd olunanlarla bərabər tullantı sularının tərkibində xəstəlik törədə bilən və bitki üçün zərərli bakteriyalara, digər mikroblara, fenol və s. üzvi birləşmələrə də təsadüf olunur. Bütün bunları nəzərə alaraq tullantı sularını təmizləmədən, onu yararlı hala salmadan istifadə edilməsi məsləhət görülmür.

Tullantı suları öz növbəsində təsərrüfat – məişət, sənaye obyektlərinin, maldarlıq təsərrüfatlarının tullantı suları, qarışıq sular və sel suları və s. kimi qruplara bölünür.

Təsərrüfat-məişət tullantı suları – tərkibində xeyli miqdarda üzvi və mineral maddələr mövcuddur. A.N. Kostyakovun müşahidələrinə görə 1 m³ təsərrüfat-məişət tullantı suyunda 90 q azot, 15 q fosfor turşusu, 40 q kalsium-oksidi və s. kimi üzvi və mineral maddələrə təsadüf olunur. Şəhər və digər yaşayış məntəqələrinin kanalizasiya suları üzvi və mineral maddələrlə daha zəngindir.

Sənaye tullantı suları – tərkibi istehsal prosesinin növündən və texnoloji xüsusiyyətlərindən asılı olaraq müəyyən edilir. Neft sənayesinin tullantı sularında çoxlu miqdarda neft və neft məhsulları olur.

Yüngül sənaye müəssisələrinin tullantı suları – gön-dəri istehsalı, toxuculuq və kağız istehsalı fabriklərinin tullantı sularının

tərkibində üzvi birləşmələrdən ibarət müxtəlif maddələr olur. Bunların bəziləri gübrə kimi əhəmiyyətlidir.

Kimya sənayesinin tullantı suları – sənayenin bir çox sahələrindən olan tullantı sularının tərkibində çox vaxt xeyli miqdarda zərərli duz qarışıqları olur. Bu sular da üzvi birləşmələrdən ibarət maddələr isə yox dərəcəsindədir.

Maldarlıq təsərrüfatlarının tullantı suları – üzvi maddələrlə zəngindir. Buna görə də belə sular bol gübrə ehtiyatına malik olmaqla suvarma üçün xeyli əlverişli hesab edilir.

Qarışıq tullantı suları – təsərrüfat-məişət və sənaye tullantı sularının qarışığından ibarətdir. Bu suların suvarma üçün yararlı olub-olmaması xüsusi yoxlama yolu ilə müəyyənləşdirilir.

Sanitariya qaydalarına görə tullantı suları təmizlənməli və zərərsizləşdirilməlidir. Belə suların təmizlənmədən çaylara, su tutarlarına və b. su obyektlərinə axıdılması təhlükəlidir. Bu qaydaya əməl edilmədikdə su ehtiyatları çirklənir və su təchizatına, suvarmaya və balıqçılıq təsərrüfatının inkişafına böyük ziyan vurulur.

Tullantı sularından kənd təsərrüfatında istifadə edilməsi üçün o qabaqcadan mütləq təmizlənməlidir. Təmizləmə zamanı suda olan təsərrüfat əhəmiyyətli tullantılar təmizləyici qurğularda saxlanılaraq təkrar istifadəyə verilir. Suvarma üçün istifadə ediləcək təmizlənmiş tullantı suları neytral reaksiyalı olmalı ($\text{pH}=5/8$), minerallığı 1,5 q/l-dən artıq olmamalıdır.

Bioloji nohurlarda tullantı suları – ən çox qış vaxtı suvarma aparılmayan rayonlarda təmizlənilir. Kiçik şəhər və digər yaşayış məntəqələrinin tullantı suları xüsusi nəqləyici, qapalı kollektor vasitəsilə mexaniki təmizləmə qurğusuna verilir. Vegetasiya dövründə mexaniki üsulla təmizlənmiş sular texniki, ot və yem bitkilərinin suvarılması üçün bilavasitə sahələrə verilə bilər. Vegetasiya dövrü başa çatdıqdan sonra suvarma aparılmayan müddətlərdə mexaniki üsulla təmizlənmiş sular xüsusi susaxlayıcı nohurlara axıdılır. Həmin sular növbəti suvarma mövsümünün başlan-

ğıcına qədər xüsusi susaxlayıcı nohurlarda saxlanılır. Növbəti vegetasiya suvarmasının əvvəlində susaxlayıcı nohurlarda olan su tədricən bioloji nohurlara axıdılır və orada bioloji üsullarla əsaslı şəkildə təmizləndikdən sonra suvarma sahələrinə verilir. Belə sular daha təmiz olduqlarına görə istənilən kənd təsərrüfatı bitkilərinin suvarılmasında istifadə edilə bilər. Bioloji nohurlarda tullantı suları 2-10 sutka ərzində təmizləyə bilər.

Tullantı sularının bioloji üsulla təmizlənməsində yosunlardan da istifadə edilir. Yosun özündən xeyli miqdarda oksigen buraxır. Bu isə tullantı sularında olan üzvi maddələrin oksidləşməsi prosesi nəticəsində onların zərərsizləşdirilməsinə səbəb olur.

Tullantı sularının təmizlənməsi və ondan suvarma üçün istifadə olunması işləri xüsusi əkinçilik suvarma tarlalarında (ƏST) görülür. Həmin tarlalarda tullantı suları əvvəlcə mexaniki və bioloji üsullarla təmizlənir, sonra isə suvarılacaq sahələrə verilir.

Tullantı suları ilə suvarma vegetasiya dövründə və il ərzində aparıla bilər. Vegetasiya dövründə ƏST-də suvarma zamanı tələb olunan həcmdə su əkin sahələrinə verilir, istifadəsiz qalan sular isə tullanır. il ərzində tullantı suları ilə suvarma aparılan zaman isə vegetasiya dövrünə aid olmayan vaxtlarda torpaqda ehtiyat nəmlik yaratmaq üçün arat suvarmaları aparılır. Digər tərəfdən bu suların bir hissəsi, yuxarıda qeyd edildiyi kimi, susaxlayıcı nohurlara axıdılır və yeni suvarma mövsümünün əvvəlində bioloji üsullarla əsaslı şəkildə təmizlənərək ƏST-nin suvarılması üçün istifadə edilməsi və onun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün əlverişli imkan yaranır.

Tullantı suları ilə sahələrin suvarılması üçün suyun öz axını ilə, çiləmə və yeraltı suvarma üsulları tətbiq edilə bilər. Suvarılacaq sahənin relyef şəraitindən və onun mailliyindən, suvarma üsulundan asılı olaraq suvarma suyu sahələrə açıq və qapalı suvarma şəbəkəsi ilə verilə bilər.

FƏSİL 12 SUYUN TƏMİZLƏNMƏSİ YOLLARI

Suyun təmizlənməsi iki yolla baş verir: 1. Təbii yolla; 2. sənaye yolu ilə.

Təbii yolla təmizlənmə mikroorqanizmlərin iştirakı ilə baş verən mikrobioloji proseslərin cəmindən ibarətdir. Bu proses təbiətdə arası kəsilmədən davam edir. Yuxarıdakı fəsilərdən aydın olur ki, mikroorqanizmlər yaşadıkları mühitdə bir çox mikrobioloji prosesləri yerinə yetirməklə suda mövcud olan sadə və mürəkkəb birləşmələrin çevrilməsində birbaşa və ya dolaylı yolla iştirak edirlər. Bu zaman onlar özlərinin qidaya və enerjiyə olan tələbatlarını ödəməklə yanaşı, həm də mühiti bioloji yolla üzvi maddələrdən təmizləmiş olurlar. Sözsüz ki, bu proseslər bir çox ekoloji amillərdən asılı olduğu üçün ləng gedir və belə təmizlənmə yüksək səviyyədə çirklənən suların təmizlənməsini tam axıra çatdıra bilmir. Bütün bunları nəzərə alaraq suyun tam təmizlənməsinə nail olmaq üçün sənaye üsullarından istifadəyə üstünlük verilir.

Suyun sənaye yolu ilə təmizlənməsi – tullantı sularının istər həcmi və istərsə də onların çirklənmə dərəcəsi təmizləmə üsullarının təkmilləşdirilməsinə tələbatı daima artırır. Sənaye məşəli tullantı suları çirkləndiricilərlə zəngindir və onları tam kənarlaşdırmaq, zərərsizləşdirmək üçün müxtəlif üsullardan istifadə olunur. Sənaye müəssisələrinin istehsal istiqamətlərindən asılı olaraq çirkab suların kimyəvi tərkibi müxtəlifdir. Bu suların tərkibində üzvi və mineral birləşmələrdən əlavə toksiki maddələr, ağır metallar, həmçinin patogen mikroorqanizmlər də ola bilər. Belə suların təmizlənməsinin ən sadə üsulu onu təmiz su ilə durulaşdırmaqdır. Bu zaman çirkab sular çaylara axıdılmazdan əvvəl həmin çay suları ilə dəfələrlə durulaşdırılır.

Planetdə ümumilikdə tullantı sularını zərərsizləşdirmək üçün ildə bir neçə min km³ sudan istifadə olunur. Lakin tullantı sularının durulaşdırılması üçün istifadə olunan içməli suyun həcmi, bəşəriyyətin digər tələbatları üçün istifadə olunan sudan bir neçə dəfə çoxdur. Beləliklə fikir formalaşır ki, su çatışmazlığının əsas təhlükəsi içməli suyun çatışmazlığında yox, onun çirkləndirilməsində və təyinatı üzrə istifadə edilməməsindədir. Odur ki, bir tərəfdən qənaət etmək yolu ilə içməli suyun istifadəsini azaltmaq, digər tərəfdən isə suya qənaət edən yeni texnologiyaları işləyib hazırlamaq tələb olunur. Bunun üçün sənaye tullantı sularının çirklənmə dərəcəsini azaltmaq və onların müasir üsullarla təmizlənməsi yollarını tapmaq vacibdir.

Təmiz suyun alınması – suyun təmizlənməsi zamanı ilkin olaraq onun tərkibində olan iri və xırda cismlər – daşlar, bitki qalıqları və s. təmizlənir. Sonra suda olan qum və planktonlar filtrlərin köməyi ilə kənar edilir. Daha sonra alüminium və dəmir duzları kimi koagulyantlardan istifadə edilir və bu zaman suyun tərkibində olan maddələrin hidrolizi nəticəsində əmələ gələn çöküntülər lopa şəklində suyun üzərində toplanır. Prosesi sürətləndirmək üçün xüsusi maddələrdən istifadə edilir, bu maddə əmələ gəlmiş lopaları bir-birinə birləşdirərək suyun dibinə çökməsini təmin edir. Nəhayət su dezinfeksiya olunur, əmələ gəlmiş çöküntü kənarlaşdırılır və təmiz su toplanır.

12.1. İçməli suyun zərərsizləşdirilməsi

Son illərdə təbiətdə içməli su çatışmazlığı ciddi hiss olunmaqdadır. Bunun bir neçə səbəbləri var: planetimizdə global istiləşmə, ekoloji tarazlığın pozulması, şəhərlərə əhalinin sürətli axını; sənaye sahələrinin və kənd təsərrüfatının sürətli inkişafı; əkin sahələrinin getdikcə genişləndirilməsi; suya biganəlik; sudan təyinatı üzrə istifadə olunmaması; xırda çaylarda suyun get-gedə

azalması və s. içməli suyu zərərsizləşdirmək üçün fiziki və kimyəvi üsullardan istifadə olunur.

Fiziki üsullardan istifadə zamanı ultra bənövşəyi, rentgen və qamma şüalarından, yüksək tezlikli dalğalardan, ultrasəsdən və s. istifadə olunur.

Kimyəvi üsulla təmizlənmə zamanı xlor, ozon, hidrogen-peroksid, gümüş və s. kimi dezinfeksiyaedici maddələr tətbiq olunur.

Yer səthində suyun ümumi həcmi çox olsa da, insanlar tərəfindən onların hamısından içməli su kimi istifadə olunmur. Onların içərisində içməyə yararlı olanlar azlıq təşkil edir. Bu onların əksəriyyətinin həddən artıq duzlu olması, böyük bir hissəsinin buzlaqlar halında formalaşması, yerin dərinliklərində yerləşməsi ilə əlaqədardır.

Əhalinin su təchizatını ödəmək üçün suyun keyfiyyəti əvvəlcədən müəyyən olunur, dövlət tərəfindən müəyyən olunmuş normativlərə cavab verən su, kəmərlərə ötürülür və əhalinin istifadəsinə verilir. Normativlərə cavab verməyən suların keyfiyyəti su kəməri stansiyalarında texnoloji proseslər kompleksinin tətbiqi ilə yüksəldilir:

1. Yosunların və digər orqanizmlərin mikroələk vasitəsilə sudan kənarlaşdırılması;

2. Suyun kobud asılı hissəciklərdən təmizlənərək durulaşdırılması;

3. Koaqulyasiyadan istifadə – kükürd-oksidi, alüminium-sulfatlardan istifadə, onların təsiri nəticəsində iri lopaların (yumaq) əmələ gəlməsi və suyun dibinə çökdürülməsi;

4. Süzgəcdən-kvars qumu layından istifadə ilə suyun asılı hissəciklərdən və mikroblardan təmizlənməsi;

5. Dezinfeksiyanın aparılması: xlordan, ozondan və ultra-bənövşəyi şüalardan istifadə. Suyun dezinfeksiyası zamanı məhlulları hazırlayarkən dozaya diqqətli olmaq vacibdir;

Satışa gedən içməli suyun üstünlükləri:

1. Heç vaxt ərp bağlamır;
2. Müxtəlif filtdən – qum, aktivləşdirilmiş kömür və yumşaldıcı filtdən keçirilir;
3. Əks osmos sistemi vasitəsilə təmizlənir;
4. Ağır metallardan və zərərli maddələrdən təmizlənir;
5. Ozonlaşdırılır;
6. Lazımlı minerallarla zənginləşdirilir;
7. Ultrabənövşəyi şüa verilməsi ilə bakteriyalardan təmizlənir;
8. İnsan əli dəymədən qablaşdırılır;
9. Sağlamlıq haqqında arayışa malikdir;
10. Müvafiq sertifikatlar mövcuddur;
11. Qaynadılmadan içilə bilər.

12.2. Çirkab suların təmizlənməsi

İri sənaye mərkəzlərində və əhalinin sıx yerləşdiyi iri şəhərlərdə çox həcmli çirkab suları əmələ gəlir, onlar qeyri-üzvi və üzvi birləşmələrlə zəngin olduğu üçün mikroorqanizmlərin inkişafı üçün əsl əlverişli mühitdir. Belə sular əvvəlcədən təmizlənilmədən açıq su hövzələrinə axıdıldıqda suyun sanitariya baxımından pisləşməsi müşahidə olunur və bu, ərazidə yaşayan əhalinin təhlükəsizliyinin təmin olunmasında yolverilməzdir. Digər tərəfdən çirkab suları çaylarda, dənizlərdə və s. olan canlıların yaşamasına mənfi təsir edir, hətta onların məhvinə səbəb olur.

Belə sular təmizlənilmədən içməli sulara qarışdıqda epizootiyaların, epidemiyaların yaranmasına səbəb olur.

Hazırda çirkab suların təmizlənməsi mühüm problem olaraq qalmaqdadır və əsasən mexaniki, kimyəvi, bioloji, termiki, və nanotexnoloji üsullardan istifadə olunur. Bu üsulların hər birinin çatışan və çatışmayan cəhətləri var. Hər bir üsuldən istifadə zamanı proses iki fazada aparılır: birinci fazada çirkab sudan qum, yağ, neft, benzin koagulyasiya və kimyəvi birləşmələrdən

istifadə ilə çökdürülərək təmizlənilir. İkinci faza bioloji oksidləşmə prosesinə əsaslanır.

1. *Mexaniki təmizlənmə üsulu* – ilə çirkab su ardıcıl olaraq qumsaxlayan, qoxunu tutan təmizləyici qurğularla təchiz olunan hovuzlardan keçirilir. Bu müddətdə mikroorqanizmlər sayəsində suda olan maddələr çevrilmələrə məruz qalır.

2. *Kimyəvi təmizlənmə üsulu* – bu zaman suyun süzülməsi, xlorlaşdırılması və ozonlaşdırılması üsullarından istifadə olunur. Xlorlaşdırma üsulu həm içməli, həm də digər sular üçün eynidir. Xlorlaşdırma prosesi adətən xlorlu əhəngdən və xlor qazından istifadə ilə yerinə yetirilir. Bulanıq suların şəffaflığını təmin etmək üçün onlar bəzi koaqulyatlarla (zəy, alüminium-sulfat, dəmir-sulfat) çökdürülür.

3. *Bioloji təmizlənmə üsulu* – bu üsulda məqsəd mikroorqanizmlərin iştirakı ilə suda olan üzvi maddələrin destruksiyası üçün şəraitin yaradılmasıdır. Bu üsuldan sənayedə çirkab suların biotexnoloji yolla təmizlənməsində istifadə olunur. Bu prosesdə mikroorqanizmlərin biosenozundan təşkil olunmuş bioloji pərdədən – fəal lildən istifadə olunur. Fəal lilin kimyəvi və mikrobioloji tərkibindən asılı olaraq açıq və tünd qəhvəyi rəngli növləri var. Fəal lilin 60-80%-ni bakteriyalar təşkil edir. Bu bakteriyalardan *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Methanomonas*, *Nitrosomonas*, *Hydrogenomonas*, *Sulfomonas* cinsinin növləri üstünlük təşkil edir. Onlardan *Pseudomonas* və *Mycobacterium* cinsinə aid növlər suda olan alifatik və aromatik karbohidrogenlərin oksidləşməsində fəal iştirak edirlər. Bundan əlavə fəal lildə *Bacterium* və *Bacillus* cinsinin növlərinə – ammonifikatorlara, nitrifikatorlara, denitrifikatorlara, sulfatreduksiyaedicilərə, həmçinin kükürd bakteriyalarına da rast gəlinir. Fəal lilin tərkibində göbələklər 30%-ə qədər ola bilər. Onlar arasında *Fusarium*, *Geotrichum*, *Ascoidea*, *Sporotrichum*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma* cinsli göbələklərin növlərinə təsadüf olunur. Aktiv lildə bakteriyaların hesa-

bına çoxalib inkişaf edən ibtidai orqanizmlər də mövcuddur. Aktiv lildə təmizlənmə prosesləri o şəraitdə normal gedə bilər ki, mühidə üzvi maddələr, mikroorqanizmlər və tələb olunan qədər oksigen olsun. Bu üsul təbii şəraitdə suyu çirkləndirən kimyəvi birləşmələrin mikroorqanizmlərin iştirakı ilə parçalanmasına əsaslanır və bundan suyun biotexnoloji yolla təmizlənməsində də istifadə olunur. Bu üsulla sənayedə suların təmizlənməsi texnologiyası 1914-cü ildən praktikada tətbiq edilir.

Proses aerob və anaerob şəraitdə mikroorqanizmlər yetişdirilən fermentorlarda fasiləsiz axar kulturalar metoduna əsasən aparılır. Prosesin sürəti təmizlənməni aparan mikroorqanizmlərin intensivliyindən və mövcud olan şəraitdən asılıdır.

Təmizlənmə prosesinin fəal lildə getməsi mühitin temperaturundan, pH-ın səviyyəsindən çox asılıdır. Mühidə temperaturun yüksəlməsi prosesin sürətinə müsbət təsir göstərir. Mühidə fəal turşuluğun pH=6,5-7,5 səviyyəsində olması təmizlənmə prosesinin getməsi üçün optimal şərait hesab olunur.

4. Termiki təmizlənmə üsulu – bu zaman su 900-1000°C-yə qədər qızdırılır, su buxarlandıqdan sonra qalıqlar külə dönür və mineral qalıqların əmələ gətirdikləri bərk hissəciklər asanlıqla ayrılır.

5. Nanotexnoloji təmizlənmə üsulu – müasir dövrdə artıq nanotexnologiyanın tətbiqi ilə nanomateriallardan təmiz su əldə edilir. Bu sahədə Kanada, İsrail, Amerika və Yaponiya alimlərinin təklif etdiyi üsullardan istifadə etməklə çirkab suların təmizlənməsinə nail olunubdur. Bu yolla suyun təmizlənməsi çox ucuz başa gəlir.

12.3. Su təmizləyici qurğular

Çirkab suların təmizlənməsi zamanı müxtəlif qurğulardan – aeroteknlərdən, biofiltrlərdən, xüsusi gölməçələrdən və hovuzlardan istifadə olunur. Bu qurğularda təmizlənmə prosesləri ae-

rob və anaerob şəraitdə aparıla bilər.

Çirkab suların aerob bioloji təmizlənməsi zamanı aerotenk adlanan süni yaradılmış dəmir-beton hövuzlarda aerob şərait yaradılır. Buraya çirkab suyu və fəal lil birlikdə daxil olunur. Təmizlənmə müddəti 2 həftədən 2 aya qədər davam edə bilər. Bundan sonra həmin su xüsusi çökdürücü hovuzlarda çökdürülür. Hovuzun dibindəki köhnə lil atılır və alınmış təmiz su oradan götürülür. Prosesdə həmçinin yenidən istifadəyə yararlı aktiv lil əldə olunur.

Aerotenklərin bir neçə növləri var: ideal sıxışdırıb çıxarma aerotenkləri; tam dəyişmə aerotenkləri; aralıq tipli aerotenklər.

Sıxışdırıb çıxarma aerotenklərində təmizlənmə prosesinin aparılması daha əlverişlisi hesab olunur. Çünki burada proses qeyri-steril şəraitdə, mikroorqanizmlər arasında müxtəlif qarşılıqlı əlaqələrin yaranması prinsipi ilə gedir. Bu aerotenklərin fərqləndirici xüsusiyyətləri onlarda təmizlənmə prosesinin ilk fazasında substratın qatı, oksigenin az olması; prosesin sonunda isə oksigenin mühitdə çoxalması və substratın isə əksinə azalması və ya hətta tamamilə yox olmasıdır. Bunun hesabına biokütlənin miqdarı artır.

Tam dəyişmə aerotenklərində isə verilən çirkab suyu ani olaraq orada olan fəal lilin bütün səthi boyunca yayılır. Bu zaman bakterial populyasiya substratın maksimal səviyyədə mənimsənilməsini təmin edən şəraitdə saxlanılır.

Aralıq tipli aerotenklərdə təmizlənmə prosesi həm birinci və həm də ikinci tipli aerotenklərin işinin birgə tətbiqinə əsasən aparılır. Suyun tam təmizlənməsi prosesi belə aerotenklərdə çox intensiv gedir.

Suyun təmizlənməsi zamanı bioloji filtrlərdən də istifadə olunur. Bu təmizlənmə zamanı üzərində mikroorqanizmlər inkişaf edən filtr materialları olan qurğular tətbiq edilir. Filtrlərdən çirkab su süzülərkən filtdə olan mikroorqanizmlər çirkləndirici maddələri mənimsəməklə suyu təmizləmiş olurlar.

Çirkab suları təmizləmək üçün təbii aerasiyalı və süni aerasiyalı gölməçələrdən də istifadə əhəmiyyətlidir. Təbii aerasiyalı gölməçələrdə təmizlənmə prosesi çox zəif gedir. Lakin süni aerasiyalı gölməçələrin həcmnin kiçik olması və mexaniki olaraq fasiləsiz hava vurulmaqla qarışdırılması prosesi daha da sürətləndirir və təmizlənmə 1-3 günə başa çatır.

Çirkab suyun qatılığı çox olduqda onun təmizlənməsi üçün çirkab suyu xüsusi qurğularda – methanotenkələrdə anaerob şəraitdə *Methanobacterium omelianski*, *Methanosarsina methanica* növlərinin iştirakı ilə qıvcırdılır. Methanotenkələr qarışdırıcı, qızdırıcı və çökmüş məhsulları kənar edən qurğularla təchiz olunmuş və dərinliyi 3-5 m olan qapalı çənlərdən ibarətdir.

Prosesin ilk fazasında üzvi birləşmələr oksidləşməyə məruz qalır, əmələ gəlmiş üzvi turşular metana və karbon qazına qədər parçalanır. Bu üsulda üzvi maddələrin 40%-i destruksiyaya uğrayır.

Suyun azotlu maddələrdən təmizlənməsində isə *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus* cinsli heterotrof bakteriyaların müxtəlif növlərinin iştirakı ilə anaerob şəraitdə denitrifikasiya prosesindən istifadə olunur. Prosesdə substrat kimi spirtlərdən, şəkərlərdən və üzvi turşulardan istifadə olunur.

TERMINLƏR

- Abiotik amillər – fiziki və kimyəvi amillər
- Aerotenklər – suyun təmizlənməsi üçün süni dəmir-beton hovuzlar
- Aktinofaq – aktinomisetlərin faqları
- Akvatoriya – su sahəsi
- Albedo – yüksək əks etdirmə qabiliyyəti
- Alkolofil – qələvi mühiti sevənlər
- Alloxton mikroorqanizmlər – suya kənardan təsadüfi düşmüş növlər
- Amensalizm – bir orqanizmin başqasını sıxışdırması və ona əks təsirin yoxluğu
- Amitik və ya meromiktik göllər – yayda stratifikasiya (su qatlarının yerdəyişməsi) baş verən göllər
- Antropogen amillər – insan fəaliyyəti ilə baş verən çirkləndirici amillər
- Argillafil – gildə yaşayan canlılar
- Asidofil – turş mühiti sevənlər
- Avtoxton mikroorqanizmlər – suda daimi yaşayan növlər
- Bakteriofaq – bakteriyaların faqları
- Balneoloji – müalicəvi xüsusiyyətli
- Batometr – istənilən dərinlikdən su nümunəsi götürmək üçün cihaz
- Bentos (benthos) – dərinlikdə yaşayan canlılar

Biogen elementlər – autotrof orqanizmlərin üzvi maddə sintezi üçün sayılan kimyəvi elementlər

Bioindikator – ətraf mühitin vəziyyətini əks etdirən orqanizmlər

Bioloji süzgəclər – üst tərəfi üzvi maddələri minerallaşdıran mikroorqanizmlərlə örtülmüş materialları süzməklə çirkab suları təmizləyən qurğu

Biosenoz – müəyyən ekoloji şəraitdə (çay, göl, meşə və s.) heyvanların, bitkilərin və mikroorqanizmlərin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə yaşamaqla əmələ gətirdiyi canlı birliklər

Biotik amillər – canlının həyatı ilə bağlı bioloji amillər

Biotroflar – canlı orqanizmin hazır maddələri ilə qidalananlar

Çirkab suların bioloji təmizlənməsi – çirkab suların maye hissəsinin üzvi maddələrdən təmizlənmə üsulu olub, mikroorqanizmlərin iştirakı ilə gedən oksidləşmə və minerallaşma prosesinə əsaslanır

Çirkab suların təmizlənməsi – çirkab suların mikrobioloji və kimyəvi çirklənməsinin aradan qaldırılmasına doğru yönəldilmiş sanitariya-texniki tədbirlər kompleksi

Destruksiya – üzvi maddələrin mikroorqanizmlər tərəfindən minerallaşması

Distrof (ays – pozulma) – qida maddələri zəif olan göllər

Ekosistem (yunanca oikos) – ev, yaşayış yeri, sistem – birlik deməkdir. Canlıların növ və fərdlərinin öz aralarında və ətraf mühitin cansız hissəsi ilə qarşılıqlı əlaqə şəraitində yaşayıb maddə və enerji mübadiləsi yaratması

Epidemiya – tez vaxtda xəstəliklərin kütləvi yayılması

Epilimnion – suyun günəş şüası ilə qızdırılmış üst qatı

Epineystronlar – suyun üst təbəqəsində yaşayanlar

- Eukariotlar – tam formalaşmış nüvəyə malik olan canlılar
- Evriedafik növ – bir neçə qrunta uyğunlaşanlar
- Evritermlər – temperaturu müxtəlif olan şəraitdə yaşaya bilən orqanizmlər
- Evtrof göllər – yüksək qidalılıqlı göllər
- Evtrofikasiya (*eutrophe*) – suyun üzvi maddələrlə güclü qidalanması
- Hidrosfer – yerin su qatı
- Hipolimnion – suyun üst soyuq qatı
- Hiponeystronlar – suyun soyuq üst təbəqəsində yaşayanlar
- Holomiktrik – bütün yay ərzində dibə qədər suyu qarışmış göllər
- Kapiotrof – çox qida sevənlər
- Konsumentlər – heyvanlarla qidalananlar
- Halofillər – şor sulara yaşamağa uyğunlaşanlar
- Qrunut suları – yer səthindən 100-150 m dərinlikdə toplanan sular
- Limnologiya – göllər, gölməçələr haqqında elm
- Litofil – daş üzərində yaşayanlar (mineral maddələri sevənlər)
- Mezofil – orta temperaturda yaşayanlar
- Mezotrof (*mezos* – orta) – orta səviyyəli qidalı mühitdə yaşayanlar
- Monitoring – ekosistemlərdə gedən proseslər üzərində müxtəlif vasitələrlə daimi və vaxtaşırı nəzarət
- Mukofaq – göbələklərin faqları
- Neyriston (*neustos*) – suda üzən mikroorqanizmlər
- Neytrotfillər – qələvi mühitdə yaşayanlar

Oliqotrof (*oligos* – az) – qida maddələri ilə zəngin olmayan yerlərdə yaşayanlar

Pandedmiya – xəstəliyin qitələrarası yayılması

Plakton (azan) – günəş şüasından qızmış suyun üst qatında yaşayanlar

Produsentlər – üzvi maddələri biosintez edənlər

Prokariotlar – nüvəsi xüsusi membranla əhatə olunmayan sadə quruluşlu canlılar

Redusentlər – üzvi maddələri ən sadə birləşmələrə çevirənlər

Saprotroflar – hazır üzvi maddələrlə qidalananlar

Sianofaq – sianobakteriyaların faqları

Skotobakteriyalar – hazır üzvi maddələrdən qida kimi istifadə edən bakteriyalar qrupu

Stenobiontlar – xarici şəraitin dar çərçivədə dəyişməsinə davamlı orqanizmlər

Stenotermilər – temperaturun azacıq dəyişməsi şəraitində yaşaya bilən orqanizmlər

Strafikasiya – suyun fiziki xassələri (su təbəqələrinin qarışması)

Su anbarı – süni su tutarları olub su elektrik stansiyaları, meliorasiya sistemləri tikintisi, çayın bir su hövzəsindən digərinə keçirilməsi zamanı və digər hallarda yaradılır, mərkəzləşdirilmiş təsərrüfat – içməli su təchizatı, idman və istirahət üçün geniş istifadə edilir

Su hövzələrinin sanitariya mühafizəsi – su hövzələrinin sənaye, məişət, kənd təsərrüfatı və digər növ çirklənməsinin qarşısını alan təşkilatı, texniki, sanitariya-texniki, qanunvericilik və başqa tədbirlər kompleksi

- Su **təmizləyici stansiya** – təbiət sularını təmizləmək və zərərsizləşdirmək üçün su təchizatı sisteminə daxil olan qurğular kompleksi
- Suyun bioloji yolla **təmizlənməsi** – suyun mikroorqanizmlərin iştirakı ilə təmizlənməsi
- Suyun **codluğu** – suyun kalsium və maqnezium ionlarının ümumi miqdarı ilə (mq-ekv/l və ya dərəcə ilə) ifadə edilən minerallaşma göstəricisi
- Suyun **dezinfeksiyası** – suyun kimyəvi maddələrlə patogenlərdən təmizlənməsi
- Suyun **koli-indeksi** – suyun bir litrində olan bağırsağ çöplərinin sayı
- Suyun **koli-titri** – içərisində bir bağırsağ çöpü tapıla biləcək suyun ən az həcmi
- Suyun **mexaniki təmizlənməsi** – suyun mexaniki vasitələrlə iri cisimlərdən təmizlənməsi
- Suyun **metamorfizasiyası** – halının, vəziyyətinin və tərkibinin dəyişilməsi
- Suyun **mikrobiotası** – 1 ml suda olan mikroorqanizmlərin say və növ tərkibinin cəmi
- Suyun **minerallaşması** – suyun tərkibində mineralların miqdarının artması
- Termal sular** – temperaturu 40°-dən yüksək olan yeraltı sular
- Termofil** – istilik sevən
- Termoklin qat** – suyun isti və soyuq qatları arasında olan keçid qat
- Tolerantlıq** – növün bu və ya digər mühit amillərinə qarşı dözümlülüyü

ƏDƏBİYYAT

- Abbasov E., Musayev Ə., Həsənova G., Orucov M.* Sıx hidrogen sulfidli vannalarının revmatoid və osteoartrozun kompleks müalicəsində tətbiqi. Bakı, 2002, 16 s.
- Aslanov A.D., Axundov V.S., Əhmədova O.M.* Mineral və termal sular. Bakı, BU nəşriyyatı, 1997, 106 s.
- Dogel V.A.* Onurğasızlar zoologiyası (tərcümə, elmi redaktorlar: M.Ə. Musayev, S.V. Əliyev), Bakı, «MBM», 2007, 528 s.
- Əhmədova F.R.* Azərbaycan Respublikasının termal su mənbələrinin mikrobiotasına dair // ADRI-nin xəbərləri, 2005, №3, s. 123-134.
- Əhmədova F.R.* Azərbaycanın bəzi termal sularından ayrılmış aktinomisetlərin bioekoloji xüsusiyyətləri / AMEA-nın Mikrobiologiya institutunun Elmi əsərləri, 2017, T. 1, c. 15, №1, s. 62-68.
- Əhmədova F.R.* Azərbaycanın termal sularında aktinomisetlərin yayılması və onların növ tərkibi // ADPI-nin xəbərləri, 2005, №4, s. 135-140.
- Əhmədova F.R.* Azərbaycanın termal sularında müşahidə olunan aerob termofil bakteriyaların qida maddələrinə münasibəti / Gəncə Regional Elmi Mərkəzi, Xəbərlər məcmuəsi, 2005, №19, s. 18-22.
- Əhmədova F.R.* Azərbaycanın termal sularının mikrobiotası və termofil mikroorqanizmlərin ekologiyası: b.e.d. ... diss., Bakı, 2007, 324 s.
- Əhmədova F.R.* Azotun dövrəsinə iştirak edən termofil bakteriyalar // AMEA-nın məruzələri, 2005, LXI c., №1, s. 129-137.
- Əhmədova F.R.* Böyük Qafqazın termal sularında mikroskopik göbələklər və onların növ tərkibinin öyrənilməsi // Odlar Yurdu Universitetinin Elmi-pedaqoji xəbərləri, Təbiət elmləri seriyası, 2005, №14, s. 10-15.

- Əhmədova F.R.* Böyük və Kiçik Qafqazın Bəzi termal sularında yayılmış bakteriyalar (*monoqrafiya*), Bakı, 2003, 80 s.
- Əhmədova F.R.* Dağlıq Talış zonasının termal sularında termofil spor əmələ gətirməyən bakteriyaların öyrənilməsi // Bakı Universitetinin xəbərləri, 2005, №3, s. 60-65.
- Əhmədova F.R.* Dağlıq Talışın bəzi termal sularında mikroskopik göbələklərin yayılması və onların növ tərkibi / AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutu. Mikroorqanizmlərin fizioloji-biokimyəvi və ekoloji xüsusiyyətləri, 2005, II c., s. 134-139.
- Əhmədova F.R.* NMR-nın Culfa rayonunun termal sularının mikrobiotası // Gəncə Regional Elmi mərkəzi, Xəbərlər məcmuəsi, 2005, №18, s. 12-16.
- Əhmədova F.R.* Su mikrobiologiyası kursundan metodik göstəriş (*Ali təhsilin magistr pilləsi üçün*). Bakı, 2013, 23 s.
- Əhmədova F.R., Babayeva T.Ə.* Bakı şəhər Şıx sanatoriyasının termal suyunun mikrobiotası və termofil sporlu bakteriyaların morfoloji-kultural əlamətləri // Bakı Universitetinin Xəbərləri, 1999, №3, s. 76-79.
- Əliyev F.S.* Azərbaycan Respublikasının yeraltı su ehtiyatlarından istifadə və geoekoloji problemləri. Bakı, Çarşıoğlu, 2000, 325 s.
- Əliyev N.İ.* Çirkli suların təmizlənməsi fənnindən mühazirələr. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti. Bakı, 2006.
- Əsgərov Ə.H.* Azərbaycanın mineral suları. 1966, 62 s.
- Hüseynov A.T.* Ağstafaçay su hövzəsində suyun kimyəvi tərkibinin mikrobiotanın inkişafına təsiri / Azərbaycan Zoologiya cəmiyyətinin əsərləri, 2018, cild 10, N1, s. 28-33.
- Hüseynov A.T.* Aşağı Kürdə suyun fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişməsi /AMEA-nın Mikrobiologiya institutunun elmi əsərləri, 2018, c. 16, №1, s. 54-58.
- Hüseynov A.T.* Cənubi Xəzərin Qızılağac körfəzinin müasir mikrobioloji və ekoloji vəziyyəti: b.e.n. ... diss. avtoref., Bakı, 2006, 21 s.
- Hüseynov A.T.* Xəzərin Qızılağac körfəzinin mikrobioloji rejimi və

- üzvi maddələr balansı / AMEA-nın "Xəbərləri", biologiya elmlər seriyası, Bakı, Elm, 2005, №3-4, s. 216-228.
- Xəlilov T.* Ekologiya və ətraf mühitin mühafizəsinin əsasları, Bakı, 2009.
- İbrahimov A.Ş., İsrafilbəyov L.Ə.* İbtidai bitkilər. Bakı, 1993, 242s.
- Qasımova H.S., Əhmədova F.R.* Mikrobiologiya (*dərslük*). Bakı, 2011, 407 s.
- Qasımova H.S., Əhmədova F.R.* Mikroorqanizmlərin təbiətdə yayılması (*dərs vəsaiti*). Bakı, 2009, 141 s.
- Qənbərov X.Q., Abuşov R.A., Süleymanova G.Ç., Həsənova S.A.* Virusologiya. Bakı, 2013, 191 s.
- Quliyeva N.N., Abdullayeva T.Q., Əhmədova F.R.* Azərbaycanın termal su mənbələrində yayılmış mikroorqanizmlər və onların fermentativ aktivliyi // AMEA-nın Mikrobiologiya institutunun Elmi əsərləri, 2015, c. 13, №1, s. 104-108.
- Mehdiyeva N.Ə.* Mikologiya. Bakı, 2006, 299 s.
- Məmmədov Q., Xəlilov M.* Ekologiya və ətraf mühitin mühafizəsi. Bakı, Elm, 2005, 880 s.
- Salmanov M.Ə.* Azərbaycanın su hövzələrinin vəziyyəti. Bakı, 1983, Azərneşr, 48 s.
- Salmanov M.Ə.* Bir içim su. Bakı, Azərneşr, 1987, 120 s.
- Salmanov M.Ə.* Kür çayının "faciə duyğunləri" olan su anbarları və onların qlobal ekoloji təzadları, sosial, ekoloji-fəlsəfi problemləri, Bakı, 1993, s. 7-13.
- Salmanov M.Ə.* Tanıyaq dünyamızı, vətənimizi, özümüzü və ya hər kəs üçün ekologiya, Bakı, 2009, 351 s.
- Salmanov M.Ə.* Tətbiqi ekologiyanın əsasları, Bakı, 1993, 221 s.
- Salmanov M.Ə., Özəran Ə.H.* Ümumi və tətbiqi ekologiyanın əsasları, Bakı, 2016, 368 s.
- Абидуева Е.Ю., Брянская А.В., Банзаракцаева Т.Г.* Микробное разнообразие некоторых озер степной зоны Бурятии / Вестник Бурятского университета, серия 2, 2000, №3, с. 99-

103.

- Алимов А.Ф., Гольд З.Г.* Определение продукции популяций водных сообществ/ Новороссийск, Наука, 2000, 62 с.
- Алимов А.Ф., Иванова М.Б.* Закономерности Гидробиологического режима водоемов разного типа. М.: «Научный мир», 2004, 301 с.
- Аскеров А.Г.* Перспективы использования гидротермальных источников Азербайджана // Ученые записки Азгосуниверситета, Баку, 1962, №2, с. 13-22.
- Аскеров А.Г., Асланов А.Д., Насирова Х.М.* Минеральные источники Нахчыванской АССР. Баку, 1986, 124 с.
- Асланов А.Д., Ян Шилар, Насирова Х.М.* Сравнительная характеристика термальных вод Истису (Азерб. ССР) и Карловых Вар (Чехословакия) / Тематический сборник трудов. Геология и гидрогеология Азерб. ССР, Баку, АГУ им. С.М.Кирова, 1983, с. 61-69.
- Ахмедова Ф.Р., Касимова Г.С.* О распространение термофильных бактерий в горячих водных источниках Азербайджана их идентификация // Тематический сборник научных трудов, Баку: АГУ им. С.М.Кирова, 1989, с. 18-27.
- Ахмедова Ф.Р., Терешина В.М., Логинова Л.Г., Ховрычев М.П.* Особенности физиология *Thermus ruber*. Москва// Микробиология, 1989, т. 58, вып. 2, с. 262-264.
- Ахмедова Ф.Р.* Распространение термофильных бактерий родов *Bacillus* и *Thermus* в горячих водных источниках Азербайджанской ССР: дисс. ... канд. биол. наук, М.: 1991, 83 с.
- Ахмедова Ф.Р.* Влияние аерации и скорости протока на рост *Thermus ruber* КБ в условиях непрерывного культивирования // АМЕА-нын Mikrobiologiya Institutunun Elmi əsərləri, 2015, с. 13, №1, s. 81-82.
- Бабаев А.М.* Минеральные воды горно-складчатых областей Азербайджана. Баку, Чашыюглы, 2000, 383 с.

- Бабаев А.М., Ибрагимова И.Ш.* Минеральные воды Кельбаджарской наложенной мульды (Малый Кавказ), Баку, 1999, с. 179.
- Бабаев А.М., Исмаилова М.М.* Роль геотермических факторов в формировании гидроминеральных ресурсов Талыша // Ученые записки АГНА, Баку, 1997, №4, с. 23-29.
- Барабанов Л.Н.* Термальные воды Малого Кавказа. М.: 1961, 32 с.
- Богданова О.Ю.* Микробиология водных экосистем (учебное пособие). Мурманск, Из-во МГУТ, 2016, 163 с.
- Богданов Н.И.* Предотвращение «цветение» водоемов / Достижения науки и техники АПК, 2005, №2, с. 21.
- Богданова О.Ю.* К вопросу микробиологического очищения воды Кольского залива // Международная Научная конференция «Новые технологии в защите биоразнообразия в водных экосистемах», 27-29 мая, 2002; М.: 2002, с. 83.
- Богданова О.Ю.* Качественные микробиологические исследования воды и грунта Кольского залива. Мурманск, Мурманский Государственный Технический Инс-тут, 2003^б, 10 с.
- Богданова О.Ю.* Соотношение микроорганизмов различных таксономических групп в воде литорали Кольского залива Мурманск, Наука и образование, 2003^а, 2003, с. 209-212.
- Буторин А.Н.* Численность и активность бактерий в придонной воде и илах ряда озер Ярославской области // Информационный бюллетень ИБВВ АН СССР, 1989, № 75, с. 7-12.
- Винберг Г.Г.* Первичная продукция водоемов. Минск, 1960, 329 с.
- Верховцева Н.В.* Водная микробиология (учебное пособие). Ярославль, 1984, 68 с.
- Голубовская Э.Л.* Биологические основы очистки воды. Учебные пособие для студентов строительных специальностей вузов. М.: Высшая школа, 1978, 268 с.

- Голубовская Э.К.* Биологические основы очистки воды. М.: Высшая школа, 1978, 265 с.
- Горленко В.М.* Фотосинтезирующие серные бактерии из водоемов Южного Крыма // Микробиология, 1968, Т 37, с. 745-748.
- Горленко В.М.* Экология водных микроорганизмов. М.: Наука, 1977, 289 с.
- Голубовская Э.Л.* Биологические основы очистки воды. Учебные пособие для студентов строительных специальностей вузов. М.: Высшая школа, 1978, 268 с.
- Иванов М.В.* Методы определения продукции бактериальной биомассы в водоеме // Микробиология, 1955, Т. 24, с. 79-89.
- Имшенецкий А.А.* Микробиологические процессы при высоких температурах. М.: Академии Наук СССР, 163 с.
- Кашкай М.С.* Минеральные источники Азербайджана, Баку, 1955, 450 с.
- Касымов А.Г.* Экология Каспийского озера. Баку, 1994, 194 с.
- Касымов А.Г.* Экология планктона Каспийского моря. Баку, 2005, 543 с.
- Квасников Е.И., Исакова Д.М.* Физиология термотолерантных микроорганизмов, М.: Наука, 1978, 166 с.
- Кузнецов С.И., Дубинина Г.А.* Методы изучения водных микроорганизмов. М.: Наука, 1989, 288 с.
- Кузнецов С.И., Саралов А.И., Назина Т.Н.* Микробиологические процессы круговорота углерода и азота в озерах. М.: Наука, 1985, 213 с.
- Логинова Л.Г., Храпцова Г.И., Головина И.Г., Цаплина И.А., Яковлева И.Б., Богданова Т.И.* Термофильные бактерии горячих источников Камчатки // Микробиология, 1976, т. 45, в.6, с. 1087-1091.
- Логинова Л.Г., Егорова Л.А.* Новые формы термофильных

- бактерий. М.: Наука, 1977, 175 с.
- Логинова Л.Г., Головачева Р.С. и др.* Современные представления о термофилии микроорганизмов. М.: Наука, 1973, 275 с.
- Логинова Л.Г.* Анаэробные термофильные бактерии. М.: Наука, 1982, 100 с.
- Логинова Л.Г., Головачева Р.С., Егорова Л.А.* Жизнь микроорганизмов при высоких температурах. М.: Наука, 1966, 294 с.
- Лысак В.В.* Микробиология, Минск, БГУ, 2007, *Марголина Г.Л.* Микробиологические процессы деструкции в пресноводных водоёмах. М.: Наука, 1989, 119 с.
- Мишустин Е.Н.* Термофильные микроорганизмы в природе и практике, 1950, М.-Л., 391 с.
- Мишустин И.Е.* Морская микробиология (учебное пособие). Изд-во Дальневосточ. Ун-та, 1985, 184 с.
- Наливайко Н.Г.* Микробиология воды (учебное пособие). Томский Политехнический Университета, 2006, 139 с.
- Нетрусова А.И.* Экология микроорганизмов. М.: АСАДЕМА, 2004, 266 с.
- Разумов А.С.* Методы микробиологических исследований воды. М.: 1947, 60 с.
- Родина А.Г.* Методы водной микробиологии. М.-П.: Наука, 1965, 354 с.
- Романенко В.И., Кузнецов С.И.* Экология микроорганизмов пресных водоемов (лабораторное руководство). Л.: Наука, 1975, 194 с.
- Романенко В.И.* Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. М.: Наука, 1985, 295 с.
- Рустамов С.Г., Кашкай Р.М.* Водные ресурсы Азербайджанской ССР. Баку, Элм, 1989, 189 с.

- Рустамов С.Г., Кашкай Р.М.* Водные ресурсы Азербайджанской ССР. Баку, Элм, 1989, 189 с.
- Рзаева С.Г.* Диатомовые водоросли бентоса в некоторых озерах бацейна Нижней Куры / Ботанический журнал, 1986, т. 71, №5, с. 627-631.
- Салманов М.А.* Микробиологическое изучение западного побережья Каспийского моря от Апшерона до Ленкорани // Изв. АН Аз. ССР, сер. 1963, №1, с. 53-60.
- Салманов М.А.* Микробиологический режим воды и грунтов Каспийского моря / Изв. АН Аз. ССР, сер. Биологические науки, 1981, №2, с. 107-110.
- Салманов М.А.* Экология и биологическая продуктивность Каспийского моря. Баку, 1999, 398 с.
- Салманов М.А.* Основные причины антропогенного эвтрофирования Каспийского моря / Mikroorqanizmlərin fizioloji-biokimyəvi və ekoloji xüsusiyyətləri. Bakı, Elm, 2003, s. 3-16.
- Сорокин Ю.И.* Вопросы методики отбора проб при изучении морских микрофлоры // Океанология, 1962, Т. 11, 808-817.
- Сорокин Ю.И.* Роль бактерий в жизни водоемов. М.: Знание, 1974, 64 с.
- Сорокин Ю.И., Вшивцев В.С., Домников В.С.* Биологическая структура вод, ее изменчивость и состояние гидробионтов / Техногенное загрязнение и процессы естественного самоочищения. М.: Недра, 1996, с. 266-312.
- Тагиев И.И., Ибрагимова И.Ш., Бабаев А.М.* Ресурсы минеральных и термальных вод Азербайджана. Баку, Чашыоглы, 2001, 164 с.
- Терехова В.А.* Микромицеты в экологической оценке водных и наземных экосистем, М.: Наука, 2007, 215 с.
- Терехова В.А.* Микробиота в мониторинге водных экосистем // Микология и фитопатология, 1995, Т 29, №1, с. 36-40.
- Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И.* Практикум по

- микробиологии. М.: Дрофа, 2004, 256 с.
- Тулемисова К.А., Мамонтова Л.П., Бекмаханова Н.Е. Термо-
фильная микроорганизмы Южного Казахстана. Алма-Ата,
Наука, 1984, 157 с.
- Шеховцова Н.В. Экология водных микроорганизмов (учебное
пособие), Ярославль, 2008, 131 с.
- Akhmedova F.R. Morphological structure and ultrathin cuts of
thermophilic bacterium of *Thermus ruber* strain K_b and *Basil-
lus stearothermophilus* strain 16 // Проблемы современной
науки и образования 2021. №6 (163), с. 11-14, Российский
импакт-фактор: 1,72, Moskva Publishing house «PROBLEMS
OF SCIENCE»
- Akhmedova F.R. Spreading and some features of thermophile
bacteria *Bac. mezentericus* and *Bac. mycoides* extracted from
thermal waters Azerbaijan // Mikrobiology and Biotexnology,
Tbilisi, 2009, vol. 1, p. 14-16.
- Brock T.D. Thermophilic microorganisms and life at high tem-
peratures, Springer-Verlag New York Heidelberg Berlin, p.
465.
- Muradov P.Z., Bakshaliyeva K.F., Azadova A.A., Akhmedova F.R.,
Hashimova P.M. Enzymatik activity of mikromycetes izolate
from thermal waters of Azerbaijan // Ciencia e Tecnica viti
vinicola (ISI Thomson Reuters, Portugal), 2016, vol. 31, №11,
p. 17-22.
- Skinner F.A., Shewan J.M. Aquatic microbiology, Academic Press,
London. New York. San Francisco, 1977, p. 367.

Fərayət Ramazan qızı Əhmədova
biologiya elmləri doktoru, professor

SU MIKROBİOLOGİYASI

Ali məktəblər üçün dərs vəsaiti



FƏRAYƏT RAMAZAN qızı ƏHMƏDOVA

24 aprel 1950-ci ildə Şəki şəhərində anadan olmuşdur. 1976-cı ildə ADU-nun (indiki BDU) biologiya fakültəsini mikrobiologiya ixtisası üzrə bitirmişdir. 1991-ci ildə R.A. Timiryazev adına Moskva Kənd Təsərrüfatı Akademiyasında mikrobiologiya ixtisası üzrə namizədlik dissertasiyasını müdafiə edərək biologiya elmləri namizədi alimlik dərəcəsinə, 2008-ci ildə Bakı şəhərində doktorluq dissertasiyasını müdafiə edərək biologiya elmləri doktoru elmi dərəcəsinə, 2014-cü ildən professor elmi adına layiq görülmüşdür. Elmi istiqaməti əsasən Azərbaycanın termal sularının mikrobioloji tədqiqinə yönəlib. O, 150-dən çox elmi əsərin, o cümlədən bir dərsliyin, bir ixtiranın həmmüəllifi, bir dərs vəsaitinin, bir monoqrafiyanın, bakalavr və magistratura səviyyəsində 2 metodik göstərişin müəllifi və çoxsaylı fənn proqramlarının müəllifidir.

F.R. Əhmədova hazırda Bakı Dövlət Universitetinin Molekulyar biologiya və biotexnologiyalar kafedrasının professorudur.