AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
SUMQAYIT DÖVLƏT UNİVERSİTETİNİN NƏZDİNDƏ
SUMQAYIT DÖVLƏT TEXNİKİ KOLLECİ

«Ekoloji kimyanın əsasları-1»

fənnindən mühazirələr

Orta ixtisas təhsili müəssisələrində
fənnin tədrisi üçün nəzərdə tutulub

Tərtib edən: Əliyeva Samirə Yəhya qızı

SUMQAYIT-2020

1. Ekoloji kimyanın predmeti və əsas anlayışları

Müasir ekologiyanın elmi istiqamətlərindən biri kimyəvi ekologiyadır. 1950-ci illərdən başlayaraq ətraf mühitin kimyəvi tərkibi sürətlə dəyişməyə doğru istiqamət aldı. Buna səbəb ikinci dünya müharibəsində istifadə olunan silahların dağıdıcı təsirindən başqa, sənayenin sürətlə inkişafı, məhsuldarlığı artırmaq, ziyanvericilərlə və bitki xəstəlikləri ilə mübarizə məqsədilə kənd təsərrüfatının kimyalaşdırılması, sintetik liflərin və polimerlərin daimi artan istehsalı, nüvə enerjisinin hərtərəfli tətbiqi və nəhayət urbanizasiya prosesinin artan inkişafı da daxil olmaqla, nəqliyyat vasitələrinin çoxalması, təbiətin güclü çirklənməsi problemini yaratmışdır. Sənaye istehsalının durmadan inkişafı nəticəsində məhsullar bütün dünyada yayılmağa başlamış və beləliklə də onların tərkibində olan kimyəvi birləşmələr istehsal zavodlarından çox uzaqlara daşınmışdır. Beləliklə, biosferin kimyəvi tərkibi get-gedə dəyişmişdir ki, bu da öz növbəsində, planetimizdə yaşayan canlılara və bitki örtüyünə birbaşa təsir etmişdir. İnsan öz fəaliyyətinin genişləndiyi bir zamanda ekosistemdə gedən kimyəvi proseslərə diqqəti artırmaqla, canlılarla ətraf mühitin qarşılıqlı təsirini öyrənərək, atmosfer, hidrosfer və litosferin fiziki kimyəvi metodlarla öyrənilməsini ekoloji kimyanın əsas problemlərindən biri kimi qarşıya qoymuşdur. Biosistemdə yaranmış qarşılıqlı təsir mexanizmi müasir ekoloji kimyanın predmeti olub, canlı və cansız təbiətin öyrənilməsində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Ekoloji sistemi çirkləndirən maddələrin və onların çevrilmə məhsullarının tərkibini müəyyən etmədən ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısını almaq mümkün deyildir. Buradan da ekoloji kimyanın əsas predmeti müəyyənləşir. Kimya maddələrin xassələri, çevrilmələri və bu çevrilmələri atom-molekul səviyyəsində öyrənən bir elm olduğundan, deyə bilərik ki, ekoloji kimya isə - ətraf mühitdə gedən kimyəvi prosesləri və bu proseslərin yarada biləcəyi təhlükələri müəyyən edir. Ekoloji kimya dedikdə - ətraf mühitin kimyası nəzərdə tutulur. Bu qısa və hərtərəfli izahı ilk dəfə Con Bokris özünün «Ətraf mühitin kimyası» əsərində vermişdir.

Ətraf mühitin fiziki və kimyəvi xassələri öyrənildikcə məlum olur ki, ana təbiətin özündə belə Günəş sisteminin yaranmasından indiyə qədər canlı varlıqlara təhlükə yaradan kimyəvi çevrilmələr və proseslər labüd olmuşdur. İnsanlar isə öz məişətlərini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə yaratdıqları və inkişaf etdirdikləri texniki inqilablar nəticəsində bu ekoloji təhlükəni bir neçə dəfə artırmışlar. Bu antropogen dəyişikliklər nəticəsində bir qrup bitki və heyvan növləri sıradan çıxmaq üzrədir və «qırmızı kitaba» düşmüşdür.

Təbiətdə gedən bioloji və kimyəvi proseslər çox yavaş getdiyindən canlı orqanizmlər buna adaptasiya oluna bilirlər. Antropogen çirklənmələr isə çox sürətlə gedir və canlılar buna uyğunlaşmağa macal tapmırlar. Məsələn, Yer

atmosferində oksigenin 1%-dən hazırki, 21%-ə çatması üçün 1,5 milyard il keçmişdir ki, bu da hər 200 – 300 min ildə 0,004% təşkil edir. İnsan fəaliyyəti nəticəsində isə təxminən 200 il ərzində atmosferdə CO_2 miqdarı 0,003%-dən 0,004%-ə çatdırılmışdır ki, bu da böyük təhlükə hesab olunan «Parnik effekti» yaratmışdır. Antropogen çirklənmə nəticəsində yüksək dərəcəli zəhərli maddələr alınır ki, təbiət onların utilizasiyasını həyata keçirməkdə aciz olur. Pestisidlər, defolyantlar, insektisidlər, antidetanatorlar belə maddələrdir. Müasir cəmiyyət bir sıra kimyəvi yolla alınan məişət əşyaları, dərman preparatları və digər çoxsaylı sintetik materiallar olmadan keçinə bilməz. Odur ki, ətraf mühitin çirklənməsini kimyəvi məhsullar yaratsa da, bir növ kimyanı «günahlandırmaq» ədalətsizlik olardı. Lakin ətraf mühit diqqətlə öyrənildikdə onun çirklənməsinin qarşısını almağın yolları da icad edilir. Kimya zavodları qurularkən elə texnologiya seçilə bilər ki, onun zəhərli tullantıları minimuma endirilərək atmosferə, hidrosferə və biosferə yayılmasının qarşısı alına bilsin. Bu ekotexnologiya adlanan proseslər bəşəriyyətin təhlükəsizliyinin ömrünü bir neçə dəfə artıra bilər. Ətraf mühitə yayılan zəhərli maddələri ekotoksikologiya öyrənir. Bu elm sayəsində biosferdə canlı varlıqların təhlükəsiz yaşaması üçün şərait yaratmaq mümkün olur. Ekoloji kimya digər təbiət elmləri ilə birlikdə fəaliyyət göstərir və daha effektivli olur. Biologiya, zoologiya, anatomiya, sosiologiya, geologiya, fizika, riyaziyyat (modelləşmə), kənd təsərrüfatı elmləri və digər elmlər ekoloji kimyanın ayrılmaz hissəsi olub, onun qarşıya qoyduğu problemlərin həll olunmasında əvəzsiz xidmət göstərirlər. Ekoloji kimyanın 3 əsas vəzifəsi vardır ki, onların həyata keçirilməsi ətraf mühitin qlobal çirklənməsinin qarşısını ala bilər:

1. atmosfer və hidrosferə ayrılan əlavə məhsulları minimuma endirən enerji və kimya texnologiyasını hazırlayıb tətbiq etmək;

2. zavod və fabriklərdə əmələ gələn qazların atmosferə keçməsinin qarşısını alan tutucular təklif etməklə, zəhərli maddələrin su hövzələrinə axıdılmasının qarşısını almaq;

3. ətraf mühiti çirkləndirən maddələri vaxtında aşkar etməklə, onların gələcək çevrilmələrini proqnozlaşdırmaq yolu ilə texnoloji proseslərə nəzarət etmək.

2. Biosferin formalaşmasında canlı orqanizmlərin rolu

«Biosfer» haqqında təlimi böyük rus alimi, akademik Vladimir İvanoviç Vernadski (1863-1945) yaratmışdır. Onun fikrincə biosfer Yerin həyat yayılan xarici qabığıdır. (sferi). Bura bütün canlı orqanizmlər və onların məskunlaşdığı mühit daxildir. V.İ. Vernadski təsdiq edirdi ki, Yerin canlı orqanizmləri biosferin ən güclü qüvvəsi olub onun funksiyasını maddi və enerji cəhətdən təyin edir. Onun fikrincə biosferin maddəsi müxtəlif olub geoloji cəhətdən qarşılıqlı əlaqədə olan 7 hissədən (canlı maddə, biogen maddə, radioaktiv maddə, kosmik mənşəli maddə, seyrək yayılmış atomlar, atil (kosniy), biratil (biokos) ibarətdir.

- Canlı maddələrə bitkilər, heyvanlar və mikroorqanizmlər daxildir.

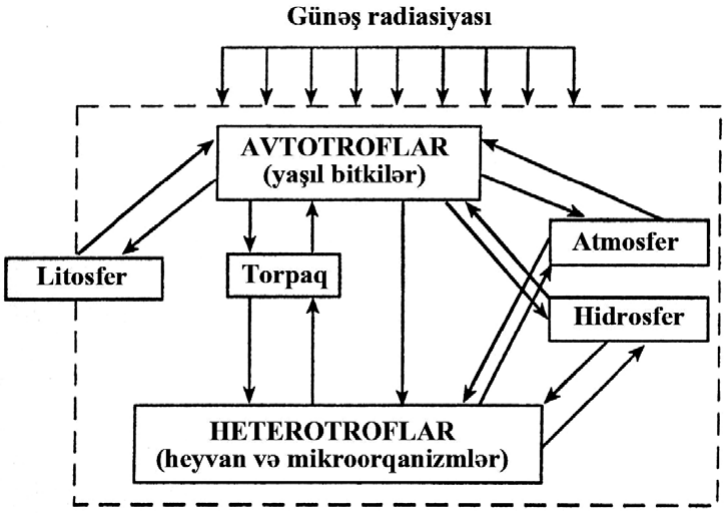
- Biogen maddələrə geoloji tarix boyu canlı orqanizmlər tərəfindən yaradılan üzvi və üzvi-mineral maddələr (daş kömür, torf, neft, əhəng, gil, mərmər, qranit və b.) daxildir.

- Atil (kosnıy) maddələr qeyri-üzvi mənşəli dağ süxurları, su canlı orqanizmlərin yaşaması üçün substrat və ya mühit sayılır.

- Biokos maddələr canlı və cansız (atil) maddələrin sintezindən yaranır.

V.İ.Vernadski yazır ki, bu maddələr biosferdə canlı orqanizmlərlə və atil proseslərlə eyni vaxtda yaranıb bir-birinin dinamik tarazlıq sistemini təşkil edir. Orqanizmlər biokos maddələrdə mühüm rol oynayır. Planetin biokos maddələrinə çöküntü süxurları, aşınma qabığı, bütün təbii sular, torpaq, sualtı torpaq (lil) və s. daxildir. Canlı və cansız maddələrin biokosda nisbəti tərəddüd edir. Məs. torpağın tərkibi orta hesabla 93% mineral (atil) və 7% üzvi (canlı və biogen) maddələrdən ibarətdir.

Canlı maddə və biosferdə həyatın paylanması. Əvvəllər planetimizin səthində geoloji zaman ərzində bir-birini əvəz edən proseslərin əksəriyyətinə sırf fiziki, kimyəvi və ya fiziki-kimyəvi hadisələr (yuyulma, həllolma, çökmə, hidroliz və b.) kimi baxılırdı. Vernadski isə ilk dəfə olaraq canlı orqanizmlərin geoloji rolu təlimini yaradaraq göstərdi ki, canlıların fəaliyyəti Yer qabığının dəyişməsində əsas faktor sayılır. Vernadski yazırdı ki, Yerin geoloji tarixində hər bir orqanizmin ayrılıqlı iştirakı cüzidir, lakin yerdə canlılar hədsiz dərəcədə çoxdur və onlar yüksək çoxalma potensialına malik olub yaşama mühiti ilə aktiv qarşılıqlı əlaqədədir, son nəticədə birgə (müştərək) xüsusi qlobal miqyasda inkişaf faktoru olub yerin üst qabığını dəyişdirir. Canlı orqanizmlər hədsiz müxtəlifdir, hər yerdə geniş yayılmışdır, bir çox nəsillərdə təkrar yenidən təzələnir və təbiətin digər komponentləri ilə müqayisədə seçmə biokimyəvi fəaliyyətə və müstəsna yüksək kimyəvi aktivliyə malikdir.

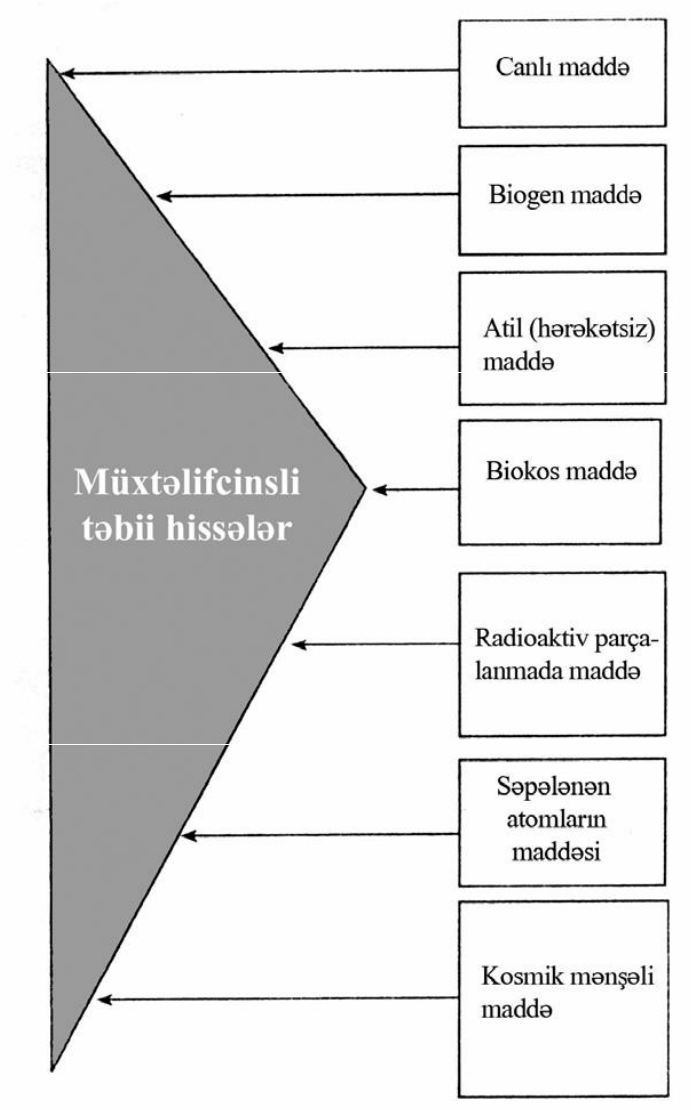


Planetdəki bütün orqanizmlərin məcmusunu Vernadski *canlı maddə* adlandırır. O, yerdə olan canlı orqanimzlərin rolu haqqında yazmışdır:

Şişirtmədən təsdiq etmək olar ki, planetimizin, biosferin zahiri qabığının kimyəvi vəziyyəti bütövlükdə həyatın təsiri altındadır, canlı orqanizmlərlə təyin olunur, şübhəsiz, biosferə adi görünüş verən enerji kosmik mənşə daşıyır. O, Günəşdən şüa enerjisi formasında çıxır. Lakin məhz canlı orqanizmlər, həyatın məcmusu bu kosmik şüasının enerjisini Yerin kimyəvi enerjisinə çevirir və həyatımızın sonsuz müxtəlifliyini yaradır. Bu canlı maddələr özünün tənəffüsü, qidalanması, metobolizmi, ölümü (məhv olması) və özünün parçalanması, daim öz maddəsindən istifadə etməsi, başlıcası isə yüz milyon illərlə fasiləsiz olaraq nəsillərini dəyişməsi, özünün doğulması, çoxalması, biosferdən başqa digər yerdə mövcud olmayan müdhiş planetar hadisələrdən birini törədir.

Yer səthinə daxil olan enerjinin 99%-dən çoxunu Günəş şüalanması təşkil edir. Bu enerji hidrosfer, atmosfer və litosferdə əksər fiziki və kimyəvi proseslərə hava və su kütlələrinin qarışmasına, buxarlanmaya, maddələrin yenidən paylanmasına, qazların udulmasına, ayrılmasına və s. sərf olunur.

Biosenozun (biotanın) ətraf mühitin formalaşmasında və sabitləşməsində rolunu onun qlobal funksiyaları (energetik, destruktiv, konsentrasiya, mühit yaratma, nəqletmə) ilə göstərmək olar. Canlı maddələrin mühityaratma funksiyası bütün funksiyaların birgə nəticəsi hesab olunur: energetik funksiya bioloji dövranın bütün həlqələrini enerji ilə təmin edir; destruktiv və konsentrasiya funksiyaları dağınıq (seyrək), lakin həyat üçün çox mühüm elementlərin təbii mühitdən çıxarılması və toplanmasına şərait yaradır.



Biosferdə canlı maddənin əsas funksiyaları

Funksiyalar	*Baş verən proseslərin qısa səciyyəsi*
Energetik	Fitosenoz zamanı Günəş enerjisinin, enerji ilə zəngin maddələrin parçalanması yolu ilə isə kimyəvi enerjinin udulması
Konsentrasiya	Müəyyən növ maddələrin fəaliyyəti gedişində seçmə toplanması: 1) orqanizm gövdəsini qurmaq üçün istifadəsi; 2) Metabolizm zamanı orqanizmdən kənar edilməsi
Destruktiv	1)Qeyri biogen üzvi maddələrin minerallaşması; 2)Cansız qeyri-üzvi maddələrin parçalanması; 3)Əmələ gələn maddələrin bioloji dövrana cəlb (daxil) edilməsi;
Mühityaratma	Mühitin fiziki-kimyəvi parametrlərinin dəyişməsi (başlıca olaraq qeyri biogen maddələrin hesabına)
Nəqletmə	Maddələrin ağırlıq qüvvəsinə əks və üfüqi istiqamətində aparılması

Canlı maddələrin mühityaratma funksiyaları nəticəsində Yerin təbii mühitində aşağıdakı mühüm hadisələr baş vermişdir:

a) İlkin atmosferin qaz tərkibi dəyişmişdir. Təsdiq edilmişdir ki, biosenoz əsasən yerin oksigen atmosferini formalaşdırır və karbon qazının konsentrasiyasına təsir göstərir;

b) İlkin okean sularının kimyəvi tərkibi dəyişmişdir. Dünya okeanı sularının əmələ gəlməsində biotanın iştirakı istisna olunmur.

c) Litosferdə bəzi dağ süxurları əmələ gəlmişdir. Dəmir, marqans, fosforit, boksid, karbonat və silisium süxurlarının geniş yataqlarının biotanın fəaliyyəti ilə əlaqədar yaranmasına aid çoxlu dəlillər vardır. V.İ.Vernadski qraniti keçmiş biosferin izləri adlandırır.

d) Qurunun səthində nadir xassəyə-münbitliyə malik olan torpaq qatı əmələ gəlmişdir.

e) Sahəsinə görə olduqca nəhəng yarpaq səthlərinin cəminin buxarlandırıcı səthi yaranmışdır. Bu, buxarlandırıcı effektinə görə okean səthindən geri qalmır və təxminən Dünya okeanının sahəsinə bərabərdir, yaxud Yerin quru sahəsindən 2,5 dəfə böyükdür. Bu, qurunun biotasına güclü kontinental rütubətlik dövrünü yaratmağa imkan vermiş və ona 70-75% nəzarət edir.

f) Yerdə gətirmələrin böyük hissəsi formalaşmışdır. Təsdiq edilmişdir ki, bioloji aşınma dağ süxurlarının parçalanmasında əsas rol oynayır (xırda torpaq hissəciklərinin 80%-i monolit dağ süxurlarından əmələ gəlmişdir);

g) canlı maddə biogenlərinin miqrasiyasının qlobal tsiklinə nəzarət edir, yaxud maddələrin konsentrasiyası biotanın fəaliyyətindən çox asılıdır. Belə bir misal gətirək: həll olunmuş karbon qazının konsentrasiyası okeanın dibində səthinə nisbətən bir neçə dəfə yüksəkdir. Okeanın səthində isə karbon qazının konsentrasiyası atmosferdə olan konsentrasiya ilə müvazinət (tarazlıq) vəziyyətində olur. Okeanın üst qatında həyat dayandıqda karbon qazının konsentrasiyası okeanın səthində və dərinliyində bərabərləşir. Bunun nəticəsində atmosferə CO_2-nin atılması baş verir. Bu isə fəlakətli nəticələrə gətirib çıxara bilər. Beləliklə, okeanın biotası atmosferdə CO_2-nin konsentrasiyasına nəzarət edir, bununla da parnik (istilik) effektini nizama salaraq ətraf təbii mühitin sabitliyini təmin edir.

Beləliklə, müasir biosfer bütün üzvi aləmin uzunmüddətli tarixi inkişafının təbiətlə qarşılıqlı əlaqəsinin hasilidir (yekunudur). Bu inkişaf prosesində biosferdə qarşılıqlı əlaqələrin və hadisələrin mürəkkəb şəbəkəsi yaranmışdır: abiotik və biotik faktorların qarşılıqlı təsiri nəticəsində biosfer daim hərəkətdə və inkişafdadır. O, insan həyata qədəm qoyan zamandan bəri, yəni 2-3 milyon il ərzində böyük təkamül keçirmişdir. Biosfer, Yerin canlı maddələrin təsiri yayıldığı mühiti əhatə edir. Biosferə ozon səthinə kimi atmosferin bir hissəsi (20-25 km), litosferin üst hissəsi, əsasən aşınma gedən qabığı (orta hesabla 2-3 km) və

bütün hidrosfer (okeanın dibindən 1-2 km aşağı) daxildir. Biosferin ümumi qalınlığı 40 km-ə çata bilər.

Yer qabığının süxurlarında bakteriyaların müşahidə olunan ən dərin yeri 4 km təşkil edir. Neft yataqlarında 2-2,5 km dərinlikdə çoxlu miqdarda bakteriya müəyyən edilmişdir. Lakin, biosferdə həyat olduqca qeyri-bərabər yayılmışdır. O, səhrada, tundrada, okeanın diblərində, yüksək dağlıq ərazidə zəif inkişaf etsə də, biosferin digər sahələrində olduqca zəngin (bol) və çoxmüxtəlifliyi ilə fərqlənir.

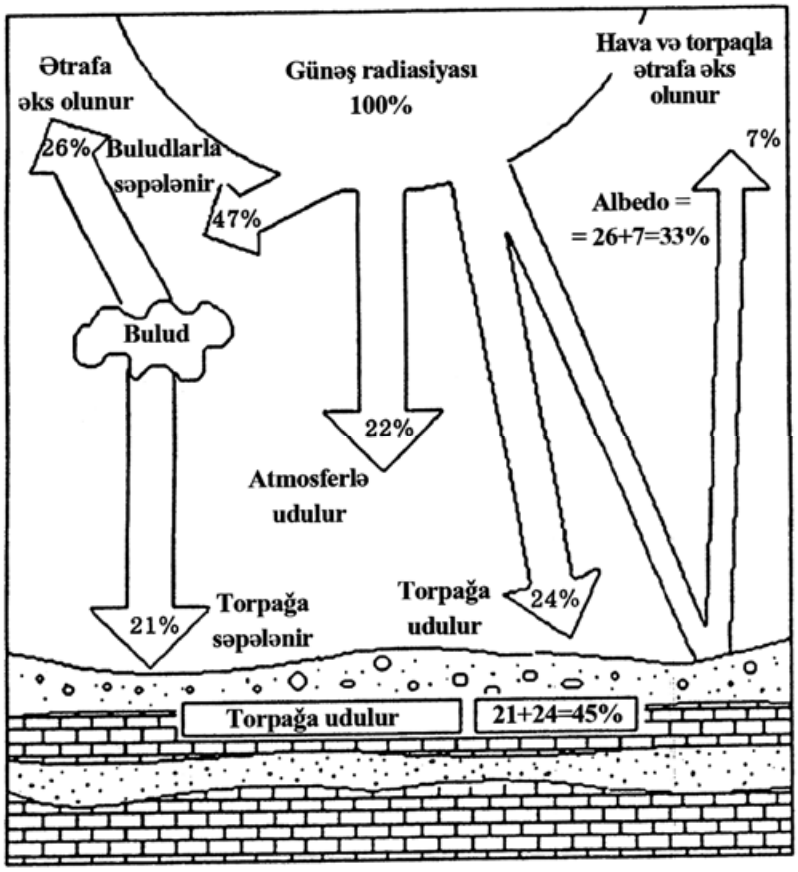
Canlı maddənin ən yüksək konsentrasiyası əsas mühitlərin ayrıldığı sərhədlərdə: litosfer və atmosferin sərhəd qatında, yəni torpaqda, üç mühitin – torpaq, su və havanın bir-birinə yaxın qonşuluğunda, yəni – okeanların üst qatlarında, su hövzələrinin dibində və xüsusilə litorallarda, çayların estuarilərində müşahidə olunur. V.İ.Vernadski litosferdə orqanizmlərin ən yüksək konsentrasiyalı yerini *«həyat təbəqəsi»* (pərdəsi) adlandırmışdır.

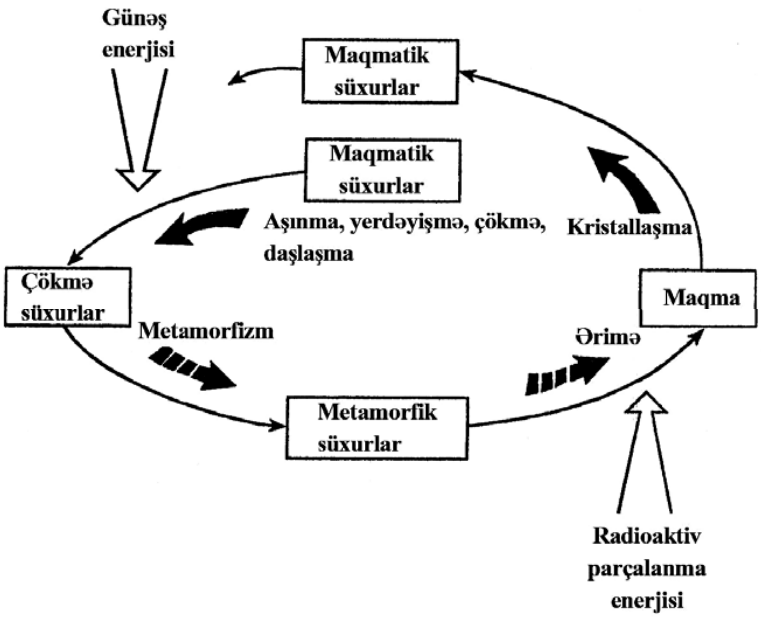
Müasir baxışlara görə biosfer planetin möhtəşəm ekosistemi olub maddələrin qlobal dövranını saxlayır. Biosfer anlayışının coğrafi təbəqə və ya coğrafi örtük anlayışı ilə xeyli oxşarlığı var. Bəzi tədqiqatçılar onları sinonim hesab etsələr də aralarında prinsipial fərq də var. Tərifə görə *coğrafi örtük* litosfer, hidrosfer və biosferin bir-biri ilə qarşılıqlı təmasda olan Yer təbəqəsidir. Coğrafi örtükdə fasiləsiz olaraq quru, atmosfer, Dünya okeanı və orqanizmlər arasında maddələr və enerji axınları mübadiləsi baş verir. Beləliklə, coğrafi təbəqənin xarakterinə onun bütün komponentlərinin eynidərəcəli təsvirləri daxildir. Biosfer anlayışının isə mərkəzi həyatdır, həyatın yayıldığı mühitdir, canlı maddədir. Bu canlı maddəyə atmosferin qaz tərkibi, suların, torpağın tərkibi və s. daxildir.

3. Təbiətdə maddələrin dövranı

Təbiətdə əsas iki maddələr dövranı mövcuddur – böyük (geoloji) və kiçik (biogeokimyəvi) dövran.

Təbiətdə maddələrin böyük (geoloji) dövranı. Bu dövran Günəş enerjisi ilə Yerin dərinlik enerjisinin qarşılıqlı təsirilə baş verir və biosferdə Yerin daha dərin qatlarında maddələrin paylanması ilə yerinə yetirilir. Maqmatik süxurların aşınması hesabına əmələ gələn çökmə süxurlar yer qabığının hərəkətdə olan zonasında (hərəkət zonasında) yenidən yüksək temperatur və təzyiq zonasına yüklənir (daxil olur). Onlar orada əriyərək maqmanı – maqmatik süxurların yeni mənbəyini əmələ gətirir. Bu süxurlar yerin səthinə çıxdıqda aşınma proseslərinin təsirilə onlar təzədən çöküntü süxurlara transformasiya olunur. Maddələr mübadiləsinin simvolu dairə deyil, spiraldır. Bu yeni mübadilə tsiklinin köhnə tsikli olduğu kimi təkrarlanmadığı, onun yenilik gətirdiyini göstərir və vaxtı gəldikdə böyük dəyişikliyə səbəb olur.





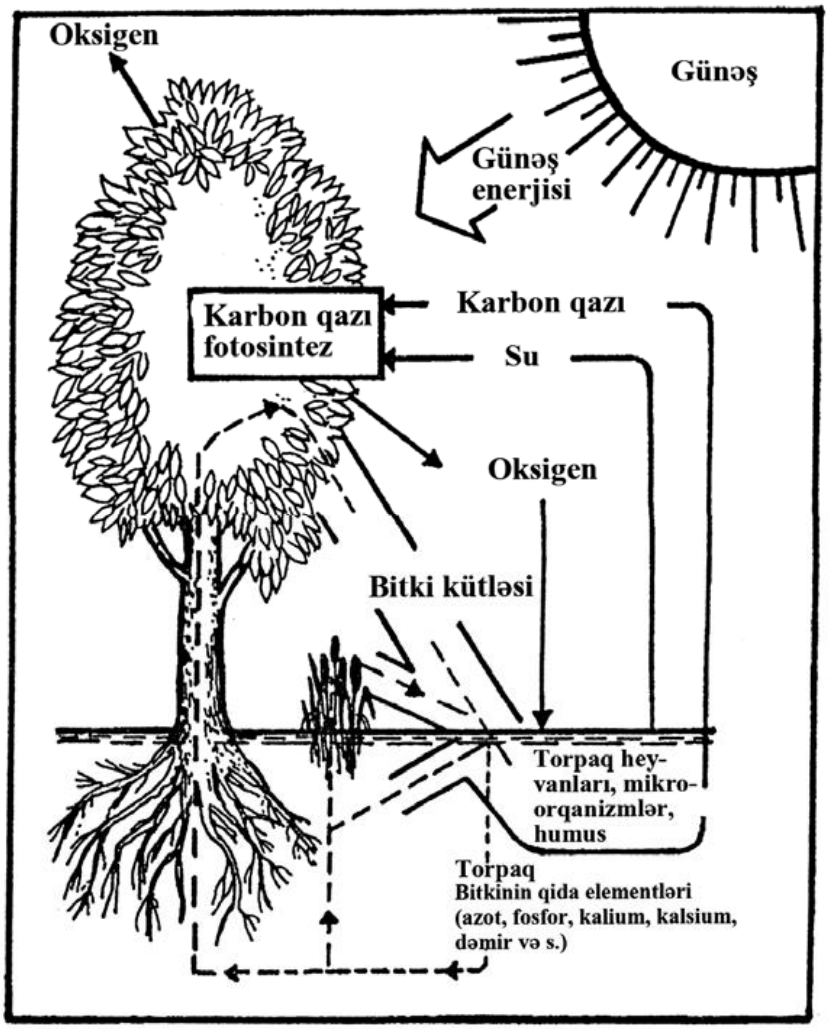
Quru ilə okean arasında atmosfer vasitəsilə suyun dövranı da böyük dövran adlanır. Dünya Okeanı səthindən buxarlanan su (buna Yer səthinə düşən Günəş enerjisinin demək olar ki, yarısı sərf olunur) quruya aparılır, orada yağıntı şəklində düşərək səth və yeraltı axınlar şəklində yenidən okeana qayıdır. Suyun dövranı aşağıdakı sadə sxemlə gedir: okeanın səthindən suyun buxarlanması – su buxarının kondensasiyası – həmin okeanın səthinə yağıntının düşməsi. İl ərzində Yerdə suyun dövranında 500 min km^3-dən artıq su iştirak edir. Suyun dövranı planetimizdə təbii şəraitin formalaşmasında bütövlükdə əsas rol oynayır. Suyun bitkilər tərəfindən transpirasiyası və onun biogeokimyəvi tsikldə udulması nəzərə alındıqda Yerdə su ehtiyatının hamısı 2 milyon ilə bölünür və parçalanır.

Biosferdə maddələrin kiçik (biogeokimyəvi) dövranı. Böyük dövrandan fərqli olaraq yalnız biosfer daxilində tamamlanır. Bu dövranın mahiyyəti fotosintez prosesində qeyri-üzvi maddədən canlı maddənin yaranması və parçalanma zamanı üzvi maddələrin yenidən qeyri-üzvi birləşmələrə çevrilməsindən ibarətdir. Biogeokimyəvi dövran biosferin həyatı üçün əsas sayılır və o, həyatın yaradıcısıdır. Canlı maddə dəyişərək, yaranaraq (doğularaq) və ölərək (məhv olaraq) planetimizdə həyatı saxlayır, biogeokimyəvi maddələr dövranını təmin edir.

Maddələr mübadiləsinin enerjisinin əsas mənbəyi günəş radiasiyası sayılır, o, fotosintezi yaradır. Yer kürəsində bu enerji bərabər paylanmayıb. Bununla yanaşı, istilik enerjisi əks olunma yolu ilə itir, torpaq tərəfindən udulur, suyun transpirasiyasına sərf olunur və s., qeyd edək ki, fotosintezə bütün enerjinin 5%-dən artığı sərf olunmur (çox vaxt 2-3%). Bir sıra ekosistemlərdə maddə və enerjinin ötürülməsi əsasən trofik zəncir vasitəsilə yerinə yetirilir. Belə dövran adətən *bioloji dövran* adlanır. O, dəfələrlə trofik zəncirlərlə istifadə edilən maddələrin qapalı tsikli sayılır. Kiçik dövran, şübhəsiz, su sistemlərində, xüsusilə intensiv metabolizmi olan planktonda yer ala bilər, «yağışlı» tropik meşələr

istisna olmaqla yer ekosistemlərində kiçik dövran olmur. Belə ki, kök sistemi səthə yaxın yerləşən tropik meşələrdə qida maddələrinin ötürülməsi «bitkidən bitkiyə» təmin oluna bilər. Lakin bütün biosfer miqyasında belə dövran mümkün deyildir. Burada biogeokimyəvi dövran fəaliyyət göstərib makro, mikroelementlərin və sadə qeyri-üzvi maddələrin (CO_2, H_2O) atmosfer, hidrosfer və litosferin maddələri ilə mübadiləsindən ibarətdir. Ayrı-ayrı maddələrin dövranını V.İ.Vernadski *biogeokimyəvi tsikllər* adlandırmışdır.

Tsiklin mahiyyəti aşağıdakı kimidir: orqanizmlər tərəfindən udulan kimyəvi elementlər axırda onu tərk edərək abiotik mühitə gedir, sonra bir müddətdən sonra yenidən canlı orqanizmə düşür və s.



Belə elementlər *biofil element* adlanır. Bu tsikl və dövranlarla bütövlükdə biosferdə canlı orqanizmlərin mühüm funksiyaları təmin olunur. V.İ,Vernadski 5 belə funksiya ayırır:

- Birinci – *qaz funksiyası* – Yer atmosferinin əsas qazları, biogen mənşəli azot və oksigen, həm də bütün yeraltı qazlar – ölmüş orqanizmlərin parçalanma məhsulu;

- İkinci – *konsentrasiya funksiyası* – orqanizmlər bədənlərində (gövdələrində) çoxlu kimyəvi elementlər toplayır, onların arasında birinci yerdə karbon, metallar

arasında – birinci kalsium hesab olunur. Silisiumun konsentratoru (toplayıcısı) diatom yosunları, yodunku – yosunlar (laminariya), fosforunku onurğalı heyvanların skeletləri;

- Üçüncü *oksidləşmə – reduksiya funksiyası* – su hövzələrində yaşayan orqanizmlər oksigen rejimini nizamlayır və bir sıra metalların (V, Mn, Fe) və qeyri metalların (S) həll olmasına və çökməsinə şərait yaradır;

- Dördüncü – *biokimyəvi funksiya* – canlı maddənin çoxalması, böyüməsi və ərazidə yerləşməsi;

- Beşinci – *insan fəaliyyətinin biogeokimyəvi funksiyası* – Yer qabığının getdikcə artan maddələrini, o cümlədən insanın təsərrüfat və məişət ehtiyacı üçün lazım olan daş kömür, neft, qaz və b. bu kimi konsentratorları əhatə edir.

Biogeokimyəvi dövranda iki hissə ayırmaq lazımdır:

1) *ehtiyat fondu* – orqanizmlərdən asılı olmayaraq hərəkət edən böyük kütlə;

2) *mübadilə fondu* – bir qədər az, lakin aktiv olub orqanizmlər və onların bilavasitə əhatəsində olan biogen maddənin birbaşa mübadiləsindən irəli gəlir.

Biosferi bütövlükdə təhlil (təsvir) etsək, onda aşağıdakıları ayırmaq olar:

1) atmosfer və hidrosferdə (okean) ehtiyat fondu ilə qazşəkilli maddələrin dövranı və 2) yer qabığında (geoloji dövranda) ehtiyat fondu ilə çöküntü tsikli. Bununla əlaqədar olaraq Yerdə yalnız bir prosesi – fotosintez nəticəsində üzvi maddələrin yaranmasını qeyd etmək lazımdır. Bu proses Günəş enerjisini sərf etmir, əksinə onu toplayır.

Ən mühüm biogen maddələrin biogeokimyəvi tsiklləri. Atmosfer, hidrosfer və o cümlədən planetin biosferinə daxil olan qatlarında gedən proseslərdə maddələrin dəfələrlə (təkrarən) iştirakı elementlərin dövranı adlanır. Oksigen, karbon, azot, kükürd və fosforun dövranı xüsusilə böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Oksigenin dövranı. Oksigenin dövranı - biokimyəvi tsikli planetar proses olub, atmosferi və hidrosferi Yer qabığı ilə əlaqələndirir. Oksigenin dövranının əsas həlqələri bunlardır: yaşıl bitkilərdə fotosintez zamanı sərbəst oksigenin əmələ gəlməsi, bütün canlı orqanizmlərin tənəffüsü üçün oksigendən istifadə edilməsi, üzvi qalıqların və qeyri-üzvi maddələrin (məs. yanacağın yandırılması) oksidləşməsinin reaksiyası üçün və digər kimyəvi dəyişikliklər, bunlar karbon qazı, su kimi oksidləşmiş birləşmələrin əmələ gəlməsinə və onların fotosintetik çevrilmələrin yeni tsiklinə cəlb edilməsinə səbəb olur.

Oksigenin dövranında canlı maddənin aktiv geokimyəvi fəaliyyəti aydın təzahür olunur, bu canlı maddənin tsikl prosesində aparıcı roludur. İl ərzində sintez olunan üzvi maddələrin kütləsinə əsaslanaraq (15% tənəffüs prosesinə sərf edilməsini nəzərə alaraq) bu nəticəyə gəlmək olar ki, planetin yaşıl bitki örtüyünün illik oksigen məhsulunun miqdarı $300x10^9$ ton təşkil edir. Onun az miqdarı, yəni 25%-dən bir qədər artığı quruda yerləşən bitki örtüyü tərəfindən,

qalanı isə Dünya okeanının fotosintez edən orqanizmləri tərəfindən ayrılır, sərbəst oksigen yalnız atmosferdə deyil, həmçinin təbii sularda həll olunmuş vəziyyətdə mövcuddur. Dünya okeanı sularının həcmi cəmi $137x10^{19}$ litrə bərabərdir, 1 litr suda isə 2-dən 8 sm^3 oksigen həll olunur. Deməli, Dünya okeanı sularında 2,7-dən $10,9x10^{12}$ ton həll olunmuş oksigen vardır.

Oksigen yanma prosesi və antropogen fəaliyyətin digər növləri üçün istifadə edilir.

Karbonun dövranı. Məlum olduğu kimi karbon biosferin ən mühüm kimyəvi elementlərindən biri sayılır. Bu aşağıdakılarla bağlıdır:

a) Həyatın demək olar ki, bütün formaları karbon birləşmələrindən ibarətdir.

b) Biosferdə karbon birləşmələrinin oksidləşməsi və reduksiyası reaksiyaları yalnız karbonun deyil, həmçinin oksigenin və bir çox digər elementlərin qlobal yayılmasına və balansına səbəb olur;

c) Karbon atomlarının zəncir və həlqə yaratma qabiliyyəti üzvi birləşmələrin müxtəlifliyini təmin edir;

d) tərkibində karbon olan qazlar – karbon qazı (CO_2) və metan (CH_4) – antropogen parnik effektində müəyyən rol oynayır.

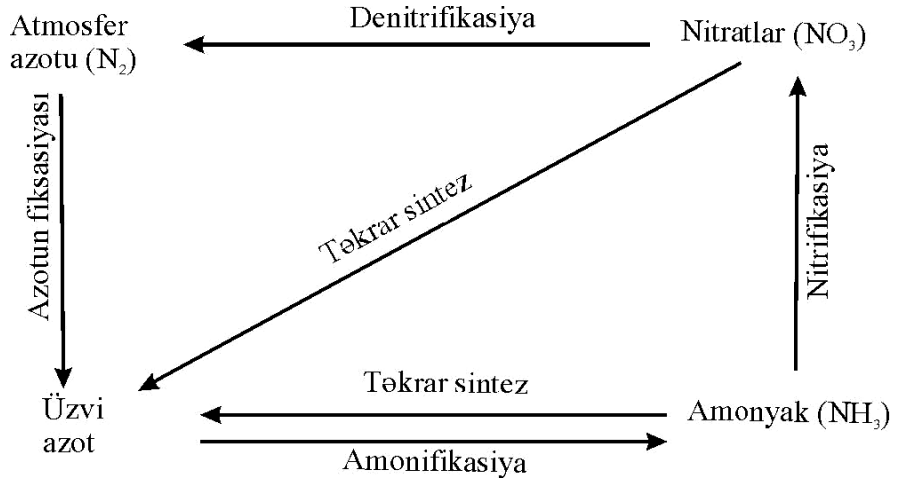
Karbonun əsas ekosfer ehtiyatları hidrosfer, litosfer və atmosferdə yerləşir. Onlar arasında intensivliyi ildə on milyard tonlarla aktiv karbon mübadiləsi gedir. Bu mübadilədə okean karbonun əsas uducusu hesab olunur, bu qurudan çay axınları ilə üzvi maddələrin destruksiyası, həm də atmosferdən – bütün canlı orqanizm kompleksinin (biotanın) tənəffüsü nəticəsində daxil olur. Biosferdə mühüm proseslər – qeyri-üzvi maddələrdən günəş enerjisinin iştirakı ilə (fotosintez) üzvi maddələrin formalaşması, biotanın (biosenozun) aerob və anaerob proseslərin fəaliyyəti və üzvi maddələrin destruksiyasından üzvi maddələrin sərf olunması prosesləri gedir.

Biokimyəvi tsikldə aktiv iştirak edən karbonun əsas ehtiyatı Dünya okeanında yerləşir, burada o, müxtəlif formalarda olur. Son nəticədə karbonun əksər hissəsi okeanın dibində toplanır, sonra daha cavan çöküntülərdə örtülür və beləliklə, ekosferdən kənara çıxır, bu zaman litosfer maddələrinin böyük tsiklində qalır. Karbonun qlobal tsiklində əsas antropogen axın enerji istehsalı prosesində yanacaqların yandırılması nəticəsində əmələ gəlir. Digər karbon axını isə quru ekosisteminin antropogen dəyişilməsi zamanı biotanın üzvi maddələrinin və torpağın müxtəlif destruksiya növləri sayılır. Belə antropogen axın nisbətən az olsa da onun miqdarı durmadan artır və parnik effektinin güclənməsinə səbəb olur. Quruda fotosintez prosesi zamanı karbon qazının funksiyası, bununla da üzvi maddələrin əmələ gəlməsi və əlavə olaraq oksigenin ayrılması baş verir. Ömrünü başa vurmuş bitkilər və heyvanlar mikroorqanizmlər tərəfindən parçalanır, bunun nəticəsində ölü üzvi maddələrin karbonu oksidləşərək karbon

qazına çevrilir və yenidən atmosferə düşür. Karbonun dövranı su mühitində də belə başa çatır. Bitkilərdə fiksasiya olunmuş (toplanmış) karbon heyvanat aləmi tərəfindən çoxlu miqdarda istifadə olunur, o da öz növbəsində tənəffüs zamanı onu karbon qazı şəklində ayırır. Hidrosferdə karbonun dövranı kontinentə (quruya) nisbətən xeyli mürəkkəbdir, belə ki, karbon qaz formasında bu elementin yaşı həm atmosferdən, həm də alt qatlardan suyun üst qatına daxil olan oksigendən asılıdır, quru və Dünya okeanı arasında karbonun daim miqrasiyası gedir. Bu elementin karbonat və üzvi birləşmələr formasında qurudan dənizə gətirilməsi üstünlük təşkil edir. Dünya okeanından karbonun quruya daxil olması olduqca az miqdarda, yalnız karbon qazı şəklində atmosferə diffuziya olunaraq hava axınları vasitəsilə gedir.

Azotun dövranı. Azot həyatın hakim (açar) inqrediyenti sayılır, çünki bu element bütün zülal birləşmələrin vacib komponentidir. Azot birləşmələrinin böyük ehtiyatı litosferdə yerləşir. Qalan ehtiyatı isə kimyəvi cəhətdən az aktiv qaz şəklində atmosferin 79%-ni təşkil edir. Biosfer və hidrosferdə azotun yerüstü biokütlədə və torpaqda kütləsinin orta nisbəti C:N=160:15 təşkil edir.

Azotun ehtiyatının biosfer və hidrosferdə nisbətən az olmasına baxmayaraq, bu aktiv element geosferlər arasında tez mübadilə edir. Azot tsiklinin kimyəvi şəkli olduqca mürəkkəb və müxtəlifdir, çünki azot hava, su və torpağa müxtəlif kimyəvi formalarda daxil olur və həm də şəklini dəyişir.



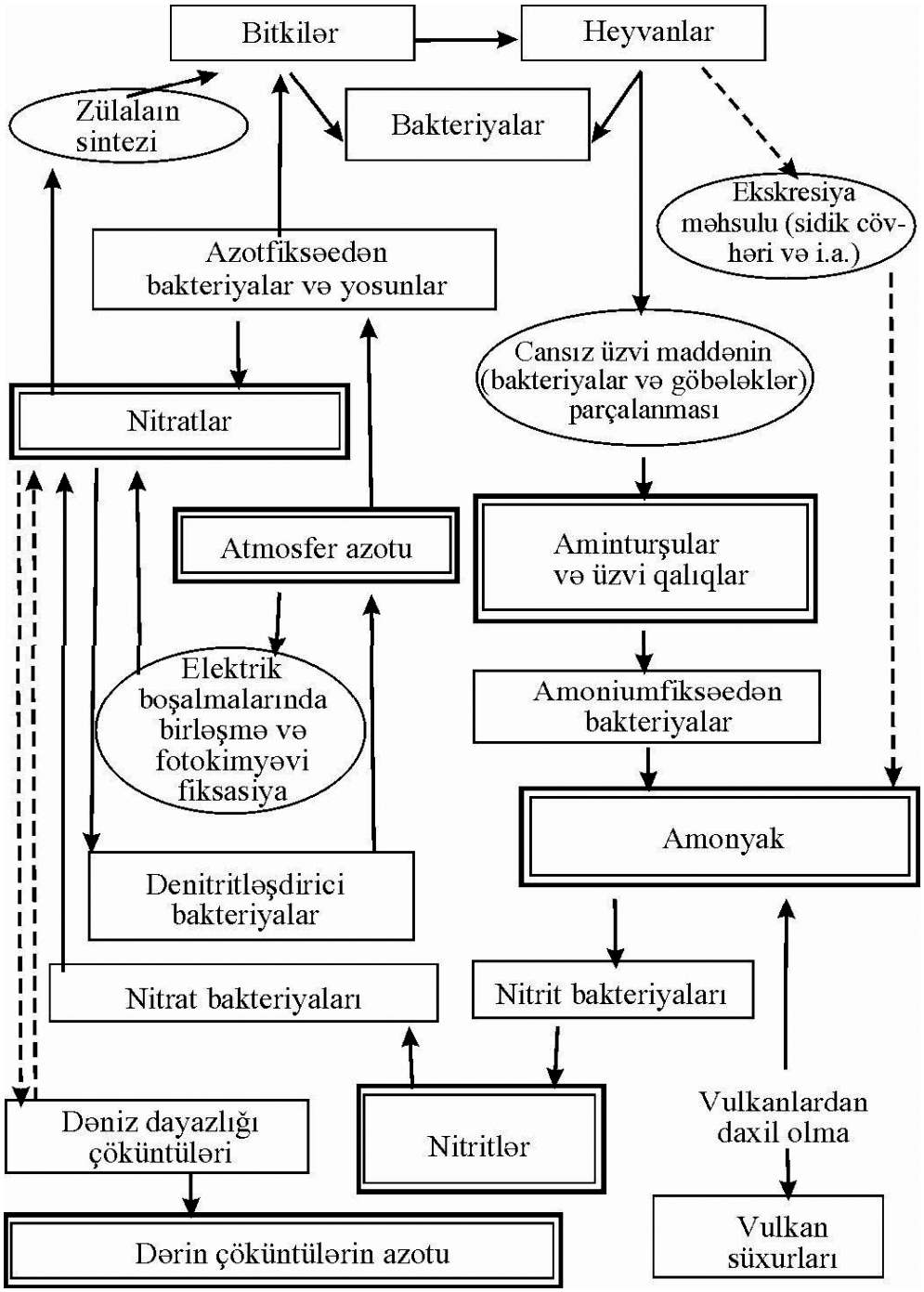
Təbiətdə azotun dövranı: azot molekulunun kimyəvi çevrilmələri

Azot birləşmələrinin dövranında azot toplayan, nitrifikatorlar, denitrifikatorlar mikroorqanizmləri olduqca böyük rol oynayır. Yerdə qalan orqanizmlər isə azotun dövranına öz hüceyrələrinin tərkibinə azotu assimilyasiya etdikdən sonra təsir göstərir. Fır-fır və yaşıl fotosintez bakteriyaları, müxtəlif torpaq bakteriyaları da azot toplayır. Biosferdə havadan il ərzində orta hesabla 140-700 mq/m^3 azot fiksasiya olunur (toplanır). Bunu əsasən bioloji fiksasiya təşkil edir, yalnız azotun az miqdarı (35mq/m^3) elektrik boşalmaları və fotokimyəvi

proseslər nəticəsində toplanır. Azotun yüksək intensiv toplanması göy-yaşıl yosunlar çox olan çirklənmiş göllərdə baş verir.

Atmosferdə və biosferin çöküntü qabığında olan külli miqdarda azot ehtiyatının dövranında yalnız quru və okeanın canlı orqanizmləri tərəfindən mənimsənilərək toplanan (fiksasiya olunan) azot iştirak edir. Azotun mübadilə fondu kateqoriyasına aşağıdakılar daxildir: biokütlənin azotu, bakteriya və canlı orqanizmlərin bioloji azot fiksasiyası, yuvenil (vulkanogen) azot, atmosfer (şimşək zamanı toplanan) azotu və texnogen azot.

Təbiətdə azotun dövranı:canlı varlıqların kimyəvi çevrilmələrdə iştirakı



İnsan fəaliyyəti olmayan geniş massivlərdə bitkilər ona lazım olan azotu kənardan torpağa gətirilən (yağışla-nitratlar, havadan-amonyak), torpağa qaytarılan (heyvan, bitki qalıqları, heyvan eks krementləri) azotdan, həmçinin müxtəlif azot toplayan orqanizmlərdən alır. Biosferdə azot və kül elementlərinin ən çox miqdarı meşə bitkisində olur. Bütün bitki tiplərində kül elementlərinin miqdarı azot kütləsindən 2-3 dəfə artıq təşkil edir. Tundra bitkiliyi bu baxımdan müstəsnalıq təşkil edir, burada azot və kül elementlərinin miqdarı təxminən eyni olur. İl ərzində ən çox dövriyyədə olan elementlərin miqdarı (yaxud bioloji dövranın həcmi) – rütubətli tropik meşələrdə, sonra qaratorpaq bozqırlarında və mülayim qurşağın enliyarpaqlı meşələrində (palıdlıqlarda) olur. Azot dövranının mühüm antropogen axını azot gübrələrinin istifadəsi ilə əlaqədardır. Aqrosistemlərə verilən azotun təxminən 50%-i kənd təsərrüfatı bitkilərinin tərkibinə daxil olur, onun da yarısı tarladan məhsulla birlikdə yığılır, digər yarısı isə torpağın üzvi maddələrində qalır. Beləliklə, müasir əkinçilik azot axınının ümumi istiqamətini dəyişmişdir, bu axın, yəni atmosferdən torpağa deyil, əksinə gedir. Əhalinin artması və bununla əlaqəli zülal qidasına olan tələbatın yüksəlməsi azot gübrəsindən istifadəni və azotun dövranını intensivləşdirmişdir.

Bu isə ətraf mühitin çirklənməsinə, o cümlədən su hövzələrində evtrofikasiya prosesinin güclənməsinə səbəb olmuşdur. Azot axınının antropogen intensivləşməsinin digər amili energetika hesab olunur, belə ki, daş kömür, neft və onun məhsullarının, şistlərin, torpağın və s. yandırılması atmosferə ammonyakı və azot oksidlərinin emissiyasını artırmışdır. Azot oksidləri və ammonyak öz növbəsində ətraf mühitin asidifikasiya prosesində həlledici rol oynayır. Azot axınının antropogen intensivləşməsinin ətraf mühitə neqativ nəticələri müvafiq fəsillərdə (atmosfer, su, torpaq) geniş izah olunur.

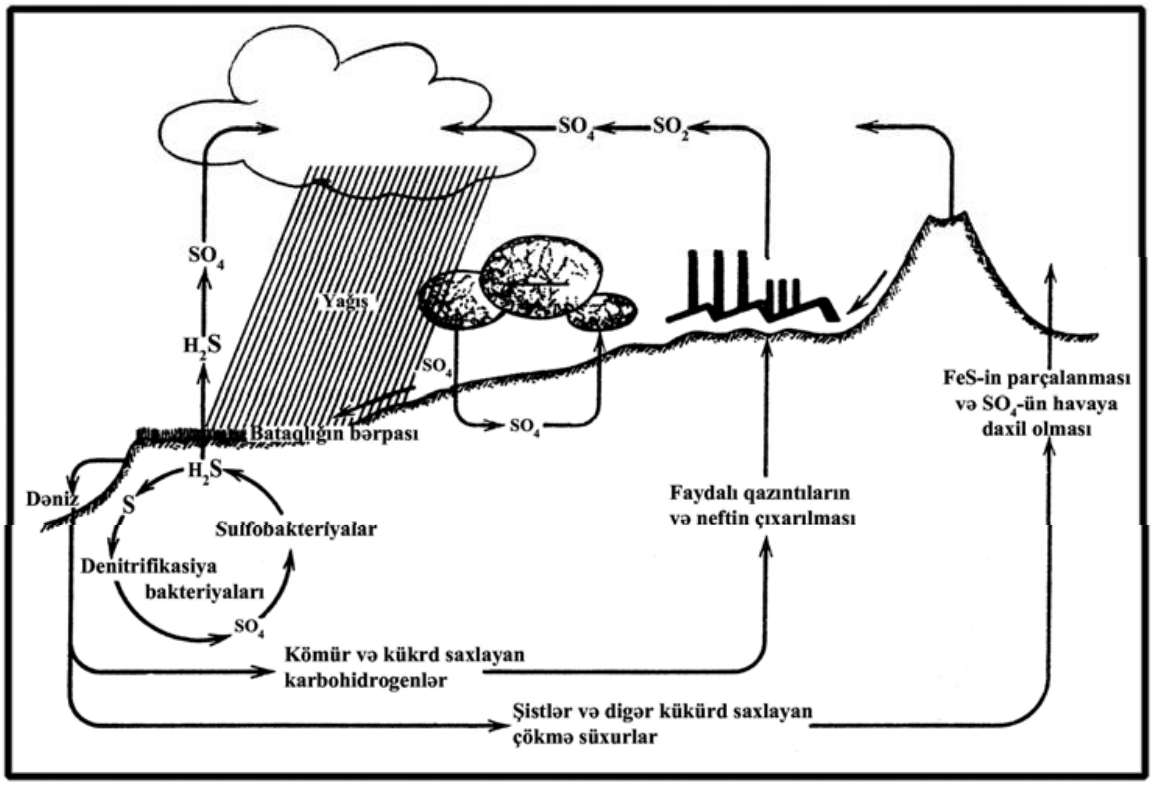
Kükürdün dövranı. Kükürd zülalların vacib komponenti olduğu üçün bioloji proseslərdə mühüm rol oynayır. Kükürdün qlobal dövranı müxtəlifliyi ilə fərqlənərək biotik və abiotik proseslərin qaz, maye, bərk fazalarda olan müxtəlif komponentlərin iştirakı ilə gedir. Əsas biogen elementlərin (C, O, N, P, S) qlobal biokimyəvi dövranlarından (tsikllərindən) kükürdün tsikli insan fəaliyyətilə daha güclü pozulmuşdur. Bu, yanacaq qazıntılarının, xüsusidə daş kömürün yandırılması ilə bağlı kükürd oksidinin (SO_2) atmosferə antropogen təsirinin nəticəsidir. Torpaqda və çöküntülərdə kükürdün ehtiyatı geniş, atmosferdə isə azdır. Kükürd mübadilə fondunda əsas rolu xüsusi mikroorqanizmlər oynayır, onların hər bir növü oksidləşmə və reduksiyanın nəticəsində suyun dərinliyində yerləşən çöküntülərdən səthə hidrogen-sulfid qarışır.

Kükürdün dövranının nizamlanmasında qlobal masştabda geokimyəvi və meteoroloji proseslər (eroziya, çöküntü əmələgəlmə, yuyulma, yağış, adsorbsiya,

desorbsiya və s.), bioloji proseslər (biokütlənin məhsulu və onun parçalanması), hava, su və torpağın qarşılıqlı əlaqələri iştirak edir.

Kükürdün tsiklinin (dövranının) antropogen pozulması ekosistemin asidifikasiyası, stratosfer və troposferdə ozonun vəziyyəti, iqlimin dəyişməsi kimi qlobal ekoloji prosesləri təyin edir və ya onlara ciddi təsir göstərir.

Fosforun dövranı. Fosfor bioloji və biokimyəvi proseslərdə böyük rol oynadığı üçün ən mühüm kimyəvi elementlərdən biri sayılır. Fosforun əsas rezervuarları (ehtiyatları) quru ekosistemləri, okeanlar və su hövzələrində gətirmələrin çöküntüləridir. Fosforun qazşəkilli formaları praktiki olaraq mövcud deyil, odur ki, ona atmosferdə rast gəlinmir. Litosferdə fosforun əksər hissəsi kristal süxurlar olub apatitlərin tərkibində olur. (95%) İlk dəfə olaraq quruda fosforun demək olar ki, hamısı apatitlərin aşınması nəticəsində əmələ gəlmişdir. Çökmə çöküntülər törəmə xarakter daşıyıb-fosforitlərdən ibarətdir və bütün dünyanın fosfor ehtiyatının 80%-i qədərdir. Torpaq və bitki örtüyündə karbon və fosforun konsentrasiyasının orta nisbəti: C:P=750:1-ə bərabərdir. Fosforun biokimyası digər biogen elementlərdən (karbon, oksigen, azot, kükürd) fərqlənir, bu onun qaz formasında olmamasilə əlaqədardır. Bu, fosforun yamac boyu ağırlıq qüvvəsinin təsirilə bir istiqamətdə axınına imkan yaradır. Beləliklə, bu elementin çaylarla göl, su anbarları və dənizlərə axını baş verərək orada toplanır. Əks istiqamətdə fosforun axını olmur, bu isə quru ekosistemlərinin (o cümlədən aqroekosistemlərin) fosforla kasadlaşmasına və bununla əlaqədar onların bioloji məhsuldarlığının aşağı düşməsinə səbəb olur.



Antropogen fəaliyyət nəticəsində eroziya prosesinin güclənməsi, fosfor gübrələrinin yuyulub aparılması, çirkab sularının axıdılması dünyada fosfor axınlarının intensivliyini artırır. Bu isə su hövzələrinin evtrofikasiyasının güclənməsinə səbəb olur. Fosforun hidrosferə ümumdünya illik axını 20 mln. tona yaxındır. Yer qabığında fosforun miqdarı 0,093% təşkil edir.

Bu azotun miqdarından bir neçə dəfə çoxdur, lakin azotdan fərqli olaraq fosfor Yer qabığının əsas elementi sayılmır, lakin onun geokimyəvi tsiklinə Yer qabığından çox müxtəlif miqrasiya yolları, hidrosferdə intensiv bioloji dövranı və miqrasiyası daxil olur. Fosfor əsas orqanogen element sayılır. Onun üzvi birləşmələri bütün bitki və heyvanların həyat fəaliyyətində mühüm rol oynayır, nuklein turşularının, mürəkkəb zülalların, fosfolipidlərin membranının (pərdəsinin) tərkibinə daxil olur, bioenerji proseslərinin əsasını təşkil edir. Fosfor canlı maddələrdə toplanır, burada onun miqdarı Yer qabığından təxminən 10 dəfə çoxdur. Qurunun səthində «torpaq-bitki-heyvan-torpaq» sistemində fosforun intensiv dövranı gedir. Fosforun mineral birləşmələri çətin həll olur və onun tərkibindəki fosfor elementi bitkilər tərəfindən demək olar ki, mənimsənilə bilmir; bitkilər əksərən üzvi qalıqların parçalanması zamanı əmələ gələn fosforun asan həll olunan formalarından istifadə edir. Fosforun dövranı «Quru-Dünya okeanı» sistemində gedir. Onun əsasını çay axınları ilə fosfatların aparılması, onların kalsiumla qarşılıqlı təsiri, fosforitlərin əmələ gəlməsi, vaxtı gələndə yataqlarının səthə çıxması və yenidən miqrasiya proseslərinə daxil olması təşkil edir.

İnsan öz təsərrüfat fəaliyyətini təbii proseslərin dövriliyini nəzərə alaraq planlaşdırmalıdır, xüsusilə onu əkinçilik, otlaq heyvandarlığı, su təchizatı və naviqasiyada (gəmiçilikdə) dəqiq nəzərə almaq lazımdır. Şumlama, mineral gübrələrdən istifadə, neft və ağır metallarla çirklənmə torpaq faunasını olduqca kasadlaşdırır. Bu zaman normal qida zəncirlərinin həlqələri və biokimyəvi tsikllər pozulur, hətta tamamilə sıradan çıxır. Məlum olduğu kimi Biosferə ozon səthinə kimi atmosferin bir hissəsi (20-25 km), litosferin üst hissəsi, əsasən aşınma gedən qabıq (orta hesabla 2-3 km) və bütün hidrosfer (okeanın dibindən 1-2 km aşağı) daxildir. Biosferin ümumi qalınlığı 40 km-ə çata bilər. Aşağıdakı fəsillərdə biosferin təbii ekosistemlərinin təsnifatı, onun ayrı-ayrı hissələrinin (atmosfer, hidrosfer, litosfer) geniş xarakteristikası, müasir vəziyyəti, antropogen faktorların təsiri nəticəsində dəyişməsi (pozulması) və onların yaxşılaşdırılması istiqamətində müvafiq tədbirlər təklif olunur.

4. Biosferin kimyəvi elementləri

Məlum olduğu kimi ətraf mühiti çirkləndirən bütün maddələr kimyəvi elementlərdən təşkil olunmuşdur. Həmin elementlər biosferdəki roluna və yayılma dərəcəsinə görə biri-birindən fərqlənirlər. Yerin kimyəvi tərkibi, kimyəvi elementlərin yayılması, miqrasiyası geokimya elmi tərəfindən öyrənilir. İlk dəfə amerika alimi F.Y.Klark Yer qabığında ən çox yayılan 50 elementin faiz miqdarını vermişdir. Rus alimi A.Y.Fersman kimyəvi elementlərin yer qabığında yayılmasını Klarkın şərəfinə «klark» kəmiyyəti ilə göstərməyi təklif etmişdir.

Yer Günəş sisteminin Günəşdən məsafəsinə görə üçüncü, ölçüsü və kütləsinə görə beşinci planetdir. Günəş sistemindəki başqa planetlərdən fərqi, Yerdə həyatın mövcudluğu və insanın meydana gəlməsidir. Müasir kosmoqonik nəzəriyyələrə əsasən Yer təqribən 4,5 milyard il bundan əvvəl, Günəş ətrafı fəzada kosmosdakı səpinti halında olan bütün məlum kimyəvi elementlərdən ibarət qaz-toz cisimlərinin kondensasiyasından yaranmışdır. Yerin üst təbəqəsi biosfer adlanaraq bitki və heyvan orqanizmlərinin əmələ gəldiyi və fəaliyyət göstərdiyi hissədir. Biosfer, yuxarıdan 12 – 15 km hündürlüyə qədər troposfer, aşağıda isə 5 km dərinliyə qədər litosfer arasında yerləşir. Yer qabığında 90-na yaxın kimyəvi element vardır. Digər elementlər isə süni surətdə sintez edilmişdir. Yer qabığının ümumi çəkisinin 99,8%-ni cəmi 18 element – oksigen (49,4%), silisium (27,6%), alüminium (7,45%), dəmir (5%), kalsium (3,5%), natrium (2,6%), kalium (2,5%), maqnezium (2%), hidrogen (1%), titan (0,6%), karbon (0,15%), xlor (0,05%), fosfor (0,08%), kükürd (0,05%), azot (0,02%), manqan (0,09%), flüor (0,03%), barium (0,04%) təşkil edir. Bütün digər elementlər 0,2% təşkil edir. İnsan orqanizmi isə 70-ə qədər elementdən ibarətdir. Yer qabığının, torpağın, dəniz sularının, bitkilərin, heyvanların və insanların kimyəvi tərkibinin tədqiqi göstərmişdir ki, onların kimyəvi tərkibi bir-birinə çox oxşardır.

Canlı orqanizmlərdə faiz miqdarı çox olan elementlər yüngül elementlər olub dövri sistemin ilk 3 dövründə yerləşir. Yüngül elementlərdən əmələ gəlmə canlıların yüksək hərəkət aktivliyi üçün əsas şərtdir ki, bu da onların üzvi aləmdə yaşamağının əsas kriteriyalarından biridir. Altı element – C, H, O, N, P, S canlı varlığın əsas komponentlərini əmələ gətirdiyi üçün bunlara orqanogen elementlər deyilir. Bu altı elementin orqanizmdə faiz miqdarı 97,4% təşkil edir. Kimyəvi elementlər orqanizmdə faiz miqdarına görə makro (çox) və mikro (az) elementlərinə ayrılırlar. Makroelementlər o elementlərdir ki, onların orqanizmdə faiz miqdarı 10^{-2}%-dən çoxdur. Onlardan O (62%), C (21%), H (10%), N (3%), Ca (2%), P (1%), K (0,23%), S (0,16%), Cl (0,1%), Na (0,08%), Mg (0,027%). Makroelementlər özlüyündə 2 yarımqrupa bölünür: C, H, O, N, P, S elementlərindən bioloji molekullar: zülallar, nuklein turşuları, lipidlər, sulu

karbonlar və s. əmələ gəlmişdir. Digər 5 makro elementlər ikinci yarımqrupa daxil olaraq, onların orqanizmdə rolu dəqiq tədqiqatlarla ətraflı öyrənilmişdir. Mikroelementləri o elementlər təşkil edir ki, onların canlı varlıqlarda faiz miqdarı 10^{-3}%-dən azdır. Bunlar J, Cu, As, F, Br, Sr, Ba, Co və s.-dir. Bundan başqa orqanizmdə rast gəlinən bir sıra elementlər Hg, Au, U, Th, Ra və başqaları faiz miqdarına görə çox az olub ($1 \cdot 10^{-5}$%) müəyyən bioloji proseslərdə iştirak edirlər və onlar ultramikroelementlər adlanırlar. Orqanizmdə rast gəlinən bir qrup elementlər biosistem üçün əvəz olunmaz element olduğundan onlar biogen elementlər adlanırlar: H, O, Ca, N, K, P, Na, S, Mg, Cl, C, J, Mn, Cu, Co, Fe, Zn, Mo, V. Bu elementlər fermentlərin, hormonların və vitaminlərin tərkibində olaraq, onların çatışmaması nəticəsində qarşısıalınmaz xəstəliklər baş verir. Canlı varlığın yaranması və var olması üçün bəzi metallar əvəz olunmazdır ki, bölgü zamanı bunlar 10 element olub, həyat elementləri adlanırlar: Ca, K, Na, Mg, Fe Zn, Cu, Mn, Mo, Co. Məlumdur ki, hemoqlobinin tərkibinə daxil olan iki valentli dəmir ionu (Fe^{2+}) ağ ciyərdən oksigeni alaraq toxumalara daşıyır. Orqanizmdə Mg^{2+} kationu çatışmadıqda Fe^{2+} ionunun sintezi getmir ki, bu da anemiya xəstəliyini yaradır. Çox maraqlıdır ki, torpaqda (əsasən gilli və karbonatlı torpaqlarda) Fe^{2+} kationu çatışmadıqda xlorofilin sintezi getmir və bitkilərdə xloroz – yarpaqların saralması xəstəliyi əmələ gəlir. Aşağıdakı cədvəldə kimyəvi elementlərin orqanizmdə, daha doğrusu orqanlarda toplanması göstərilmişdir.

Orqanlar	**Elementlər**
Tüklər	Al, As, V
Beyin	Na, Mg, K, Li
Hipofiz	Zn, Br, Mn, Cr
Göz mayesi	Na, Cl
Göz bəbəyi	Ba
Dişlər	Ca, Mg, F
Diş əti	Ca, P
Ürək	Ca, K
Qan	Fe, Li, Na, Ca, K
Ağ ciyər	Li, Na
Qalxanabənzər vəzi	J, Zn, Br
Skelet əzələləri	Li, Mg, K
Sümük toxuması	Ca, Na, Mg, K, P
Mədəaltı vəz	Mg, Na, Cl
Qara ciyər	Li, Se, Mo, Zn, Ca, Mg, K, Cu
Böyrəklər	Li, Se, Ca, Na, Mg, K, Mo, Cd, Hg, U
Onurğa beyni	Na

Kimyəvi elementlərin insan orqanizmində rolu müxtəlifdir. Makroelementlər – toxumaları əmələ gətirir, osmos təzyiqinin sabitliyini saxlayır, ion mübadiləsini həyata keçirirlər. Mikroelementlər maddələr mübadiləsində, hüceyrələrin çoxalmasında, toxuma tənəffüsündə, qan yaranmasında, zəhərli maddələrin orqanizmdən çıxarılmasında, oksidləşmə - reduksiya proseslərində iştirak edirlər. Orqanizm elə qurulmuş bir sistemdir ki, hər hansı elementlərin azlığı və çoxluğu anomaliyalar yaradır. Ətraf mühitdə biogen yolla, bəzi orqanizmə lazımlı elementlərin çatışmaması endemik xəstəliklər yaradır. Məsələn, Böyük Qafqazın dağlarının içməli sularında J, Br çatışmadığından, həmin yerlərin sakinlərində bazedov xəstəliyi (qalxanabənzər vəzdə), dişlərin sürətli kariyesi baş verir.

5. Ekoloji standartlar və normativlər. Biosfer komponentlərində kimyəvi çirkləndirici maddələrin yol verilən qatılıq həddi

Canlı orqanizmlər özünü müdafiə refleksi sayəsində və yaşayış uğrunda mübarizə müqavimətinin köməyi ilə müəyyən miqdar zərərli çirkləndiricilərdən qoruna bilir. Bunun nəticəsində, orqanizmdə xəstələnmə reaksiyası təsiri göstərməyən hər hansı maddə miqdarına həmin maddənin hədd səviyyəsi deyilir və maddənin tərkib və xassələrinə görə müxtəlif miqdar ölçüsü ilə göstərilir. Digər tərəfdən bəzi çirkləndiricilər canlı orqanizmlər üçün uzun müddətli təsir göstərirlər. Bunların hədd səviyyəsi tez təsir göstərən maddələrdən aşağı olur. Bioakkumulyasiya olunan və radioaktiv maddələr müstəsna təşkil edir. Tədqiqatçıların rəyinə görə radioaktiv maddələr üçün hədd səviyyəsi sıfıra bərabərdir. Bu o, deməkdir ki, hətta ən az vaxt daxilində onlar orqanizm üçün təhlükə mənbəyidir. Bioakkumulyasiya hadisəsi, çirkləndiricilərin canlı orqanizmdə toplanması prosesi olub, qidalanma zamanı orqanizmə daxil olan zərərli maddələrin kənar olması zəiflədikdə baş verir.

İnsan uzun müddət çirkləndirici maddələr mühitində yaşadıqda, hiss edilməyən dərəcədə ziyanlı maddələri qəbul edir və həmin maddələrin miqdarı müəyyən həddə çatdıqda təsir mexanizmi işə düşür. Tibbdə olduğu kimi ekoloji kimyada da maddələrin təsir göstərdiyi miqdar doza ilə göstərilir. Doza sözü, yunan sözü olan dosis sözündən yaranmışdır ki, mənası dəqiq çəki miqdarı deməkdir.

Ekoloji zəhərləyicilərin miqdarı L hərfi ilə işarə edilir ki, bu latın dilində Letal (öldürücü) sözünün baş hərfi ilə göstərilir. Əgər zəhərlənmə tənəffüs vasitəsilə baş verirsə, bu zaman zəhərli qazların qatılığı və tənəffüsün vaxtı müəyyən edilir- C.t. Burada c – qatılığı, t – zamanı göstərir. Maddələrin qatılığı – mq/m^3 ilə hesablanır. Əgər zəhərlənmə başqa yolla – mədə-bağırsaq, dəri, əzələ və qan vasitəsilə baş verərsə kimyəvi maddənin dozası mq/kq-la göstərilir.

Müxtəlif ölüm (letal) dozaları müəyyənləşdirilmişdir:

a) LCt_{50} – tənəffüs yolu ilə zəhərlənmə

b) LD_{50} – başqa yollarla zəhərlənmə

İndeksdə göstərilən rəqəm orqanizmin məhv olması ehtimalını göstərir – yəni 50% ölümlə nəticələnə bilər. Ətraf mühitin qorunması üçün zəhərli maddələrin biosferdə olan miqdarı, hər bir maddə üçün müəyyən edilmişdir ki, buna *ekoloji norma* deyilir. Ekoloji normaya əməl olunması, ətraf mühiti antropogen çirklənmədən qorumaq və canlı varlıqlar üçün normal şərait yaratmaqdır. Ekoloji normativlərdən biri, ziyanlı maddələrin təbii mühitdəki miqdarının təyin edilməsidir ki, buna YOL VERİLƏN QATILIQ HƏDDİ (YVQH)

deyilir. Bu hədd o deməkdir ki, həmin miqdar maddə ətraf mühiti, insan orqanizminə və gələcək nəslə zərər verəcək dərəcədə çirkləndirmir.

YVQH – müəyyən edilərkən elə rəqəm seçilir ki, hər hansı maddənin miqdarı nəinki insan orqanizminə, eləcə də bitkilərə, digər heyvanlara və mikroorqanizmlərə ziyanlı təsir göstərmir. Bu zaman termin aşağıdakı kimi dərk edilir – maddənin *ekoloji yol verilən miqdar həddi – EYVMH.*

YVQH - əsas ekoloji normativ olub, hava və su üçün dəqiq müəyyən olunmuş qiymətə malikdir. Torpaq üçün bu miqdar hazırlanmaq üzrədir və gələcəkdə dəqiq müəyyənləşəcəkdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, bütün çirkləndiricilər üçün hədd miqdarının dəqiq təyin olunmasına baxmayaraq, onların sinergizmi (biri digərinin zəhərləyici təsirinə göstərdiyi effekt) və akkumilyasiyası dəqiq və sona qədər öyrənilməmişdir. YVQH - əsasında elmi-texniki normativlər işlənib hazırlanmışdır: yol verilən tullantı (YVTH) həddi, yol verilən axıdılma (YVAH) həddi və s. bu normativlər uyğun olaraq atmosferə və su hövzələrinə buraxılan zəhərli maddələrin birdəfəlik miqdarı kimi müəyyən edilir və ekoloqlar tərəfindən nəzarətdə saxlanılır. Bir qayda olaraq bu normativlər müəyyən edilərkən bir sıra amillər – hidrometroloji şərtlər, relyef, müddət, orqanizmlərin zədələnmə hesabatı və s. nəzərə alınmalıdır. Elə müəssisələr vardır ki, onlar bu normativlərdən kənara çıxa bilir. Məsələn, istilik və atom elektrik stansiyaları üçün müvəqqəti razılaşdırılmış tullantı (MRT) miqdarı müəyyən edilir. Hava mühitində zərərli maddələrin miqdarı bəzən istehsalat zonası üçün müəyyən edilir. Bu normativ yol verilən miqdar həddindən *işlək zonası* üçün nəzərdə tutulur və YMHi.z. kimi göstərilir, ölçüsü isə mq/m^3 kimi göstərilir.

Yaşayış zonalarında digər normativlər fəaliyyət göstərir. Bu zaman yol verilən miqdar həddi yaşayış sahəsinin atmosferi üçün müəyyən edilir və orta gündəlik, maksimum birdəfəlik (m.b.) kimi göstərilir. Zərərli maddənin maksimum birdəfəlik hədd miqdarı elə seçilir ki, hər hansı maddənin 1m^3 havadakı milliqramlarla miqdarı, orqanizm üçün hər hansı reflektor reaksiya göstərmir və ya iyi hiss edilmir.

Çirkləndirici maddənin *orta gündəlik (o.g.)* həddi mq/m^3 miqdarı ilə göstərilir. Bu miqdar maddələrin 24 saat ərzində orqanizmdə törədə biləcək xassəsilə müəyyən edilir və YMHo.g. kimi göstərilir. Ümumiyyətlə, yuxarıda göstərilən normativlər fərdi xarakter daşıyır və hər bir maddə üçün müxtəlif miqdar təşkil edir. Məsələn, kükürd 4-oksid və azot 4-oksid üçün mq/m^3 miqdarında bu hədd aşağıdakı kimidir:

Maddə	YMHi.z.	YMHo.g.	YMHm.b.
Kükürd 4-oksid SO_2	10	0,05	0,500
Azot 4-oksid NO_2	2	0,04	0,085

Hidrosfer üçün də ekoloji normativlər qəbul edilmişdir. Maddələrin zəhərlilik təsirinə görə miqdarları müxtəlif olub 1 litr suda maddənin milliqramlarının miqdarı ilə hesablanır və YMHs kimi göstərilir.

Su hövzələri qarışıqların miqdarına görə bir sıra kateqoriyalara bölünür: təsərrüfat-içməli suları; mədəni məişət suları; balıqçılıq üçün yararlı sular; texniki qurğular və zavodlar üçün sular. Məsələn, təsərrüfat-içməli sularda neft 0,3mq/l nəzərdə tutulursa, balıqçılıq üçün yararlı sularda bu miqdar 0,05 mq/l təşkil edir. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, az miqdarda neft və neft məhsulları balıqların orqanizmində daima toplanaraq kürülərin əmələ gəlməsinə və inkişafına mənfi təsir göstərir. Litosferdə ekoloji normativlərin müəyyənləşdirilməsi bir sıra səbəblərdən çətinlik törədir. Bir tərəfdən torpaq qatı hava və su mühitində nisbətən hərəkətsiz olub zəhərli maddələrin akkumulyasiyası prosesi gedir. Digər tərəfdən mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyəti nəticəsində bir sıra maddələr zərərsizləşir və ya miqrasiya edir. Digər tərəfdən torpağa hopmuş zərərli maddələr torpağın mürəkkəb quruluş və tərkibinə görə müxtəlif cür təsir göstərir. Məsələn, ağır metalların toplanması onun uduculuq xassəsindən, turşu-qələvi göstəricisindən və humus tərkibindən çox asılıdır. Ona görə də torpaqlar üçün *səmtləşdirilmiş yol verilən qatılıq (SYQ)* vahidindən istifadə olunur və mq/kq çəki miqdarı ilə göstərilir. SYQ müəyyən sinif birləşmələr üçün normativ kimi qəbul edilir. Aşağıdakı cədvəldə bəzi ekoloji çirkləndiricilər üçün YMH və SYQ miqdarları mq/kq ilə göstərilmişdir.

Maddə	YMH	SYQ
Karbofos	0,5	
Xlorofos	0,5	
Bromofos		0,20
Heksaxlorbenzol		0,03

6. Kimyəvi maddələrin ətraf mühitə təsiri konsepsiyası və kriteriyaları. Ekotoksikologiya

Kimyəvi məhsulun müxtəlif coğrafi ərazilərdə istehsalına və satışına dair biliklərimizdə mövcud olan çoxsaylı problemlər ətraf mühit üçün həmin maddələrin mümkün olan təhlükəsini qiymətləndirməyi çətinləşdirir. Müxtəlif kateqoriya kimyəvi məhsullar üçün mövcud məlumatların 5 pilləli şkalası təklif olunur. Bunlar aşağıdakılardır: tam; qeyri tam; məlumat azdır; məlumat olduqca azdır; heç bir məlumat yoxdur. Əhalini zərərli kimyəvi maddələrin təsirindən qorumaq üçün icra hakimiyyəti orqanları milli və beynəlxalq səviyyədə müəyyən tədbirlər həyata keçirdilər ki, kimyəvi maddələrin istifadəsi zamanı riski minimuma endirsinlər. Belə ki, iqtisadi əməkdaşlıq ölkələrində və AFR-də 1982-ci ildə «Kimyəvi məhsullar haqqında qanun» qəbul olundu.

Kimyəvi qanun bazara bütün yeni növ kimyəvi məhsulların buraxılış qaydalarını müəyyən edir. Çoxillik təcrübənin olmasına baxmayaraq hazırda bir sıra səbəblərdən kimyəvi məhsulların insan üçün və əsasən də ətraf mühit üçün zəhərliliyin qiymətləndirilməsində olan problemlər həll edilməmiş qalır.

Hazırda ətraf mühit şəraitində istifadə olunan yanaşmalar və üsullar daha da təkmilləşdirməyi tələb edir. Belə ki, onlar əsasən imitasiya modelləri əsasında işlənib hazırlanmışlar. Bu, bioloji obyektlərə təsiri qiymətləndirdikdə xüsusilə əhəmiyyətlidir. Belə ki, yalnız laboratoriyada alınmış məlumatların istifadə olunması kimyəvi məhsulların özünü təbii şəraitlərdə necə aparacağını qiymətləndirməyə imkan vermir.

Bioakkumulyasiya – kimyəvi məhsulların ətraf mühitdə özünü aparmasını müəyyən edən bioloji proseslər:

1. üzvi ətraf mühitdə maddələrin yayılması;
2. suda, torpaqda, havada kimyəvi məhsullar;
3. səthlərdə çökmə, qida ilə mənimsəmə;
4. paylanma;
5. orqanlarda və toxumalarda dinamiki tarazlıq;
6. maddələr mübadiləsinin təsiri;
7. ilkin maddələr;
8. çevrilmələr;
9. hüceyrədə reaksiyalar;
10. maddələr mübadiləsi məhsulları;
11. aralıq məhsulların mübadiləsi;
12. ayrılma və təmizləmə prosesləri.

Ekotoksikologiya. Ekoloji kimya bir sıra elmlərlə qovşaqda yerləşir və qarışıq elmi istiqamətlərdə bir çox hallarda qovuşur və örtülür. Belə elmlər

içərisində biologiya və geologiya elmi xüsusi yer tutur. Eyni zamanda ekotoksikologiya tibbi farmokologiya fənni ilə də sıx əlaqədardır. Ekoloji kimya ətraf mühitin təsiri ilə kimyəvi maddələrin dəyişməsini öyrənir. Xüsusi qeyd etmək lazımdır ki, ekoloji kimyanın əsas vəzifəsi antropogen maddələrin özünü aparmasının tədqiqidir. Belə ki, həmin maddələrin ətraf mühitdə qatılığı, ətraf mühitdə və orqanizmlərdə parçalanma, çevrilmə və toplanma prosesləri tədqiq olunur. Ekotoksikologiya ekoloji kimyanın uğurlarına əsaslanır. Ümumi problemləri həll etmək üçün ekotoksikoloqların bioloqlarla, ekoloqlarla mütəxəssis təsərrüfatçılarla, tibb işçiləri və kimyaçılarla intensiv birgə işi vacibdir. Ekotoksikologiyanın əsas vəzifəsi zərərli təsir dərəcəsini keyfiyyət və kəmiyyət baxımından aşkar etmək və müalicə tədbirləri işləyib hazırlamaqdır.

Ekotoksikoloji profil analizi vasitəsilə kimyəvi məhsulların zərərlilik dərəcəsini qiymətləndirmək olar. Ekotoksikoloji profil analizi kimyəvi məhsulların ətraf mühitə təsirinin sürəti sınağı metodudur. Bu üsulla əldə edilən nəticələr onları qanunvericilik aktlarında istifadə etmək üçün əsas kimi götürülə bilməz. Bu üsulun köməyi ilə ətraf mühit üçün potensial təhlükəli olan maddələri identifikasiya emək olar ki, onlardan daha təhlükəlilərini daha dərin tədqiq etmək üçün bu məlumatlar əsas ola bilər.

Kimyəvi maddənin ətraf mühitə zərərli təsir dərəcəsi münasibəti aşağıdakı parametrlərlə müəyyən olunur: istifadə həcmi ilə tətbiq sahələri ilə, parçalanmaq imkanı ilə, çevrilmə məhsullarının növü və ekoloji təsiri ilə, ətraf mühitdə yayılması və akkumulyasiya ilə ilk iki faktor statistik məlumatlar əsasında müəyyən oluna bilsə də digərləri laboratoriya şəraitində müəyyən edilir. Odur ki, ətraf mühitdə kimyəvi maddələrin özünü aparmasını təsvir etmək üçün beş sürətli test seçilmişdir ki, kimyəvi maddələrin aşağıdakı xassələri müəyyən olunsun:

- siçovullarda, qalma, paylanma və ifraz;
- balıqlarda bioakumulyasiya;
- yosunlarda bioakumulyasiya;
- bioloji aktiv lildə çevrilmə, parçalanma və akumulyasiya;
- fotominerallaşma;

Profil analizinin birinci mərhələsində məlum maddələrin sınaqları keçirilir. Bu maddələr müxtəlif sinif birləşmələrindən seçilir. Sınaqların nəticələri şkalada elə yerləşdirilir ki, bir maddəyə aid olan parametrlər ekotoksikoloji profil əmələ gətirsin. Bu üsulla alınan şkalada yeni tədqiq olunan maddələri də yerləşdirmək olar və bununla da onların ekotoksikoloji təsirini qiymətləndirmək olar. Müxtəlif nitroparafinlərin sınaqları aparılmış və onların toplanmağa zəif meylliliyi, yüksək parçalanma qabiliyyəti və az zəhərliliyi aşkar edilmişdir.

7. Ətraf mühitin çirklənməsi. Kimyəvi çirkləndirici maddələr, onların mənbələri və biosferdə yayılması

Dar anlamda çirklənmə - hər hansı mühitə gətirilən yeni və ona xass olmayan fiziki, kimyəvi və bioloji ünsürlərin gətirilməsi, ya da o ünsürlərinin miqdarının mühitdə artmasıdır. Çirklənmənin birbaşa obyektləri bioloji toplumun yaşadığı hava, su və torpaqdır. Çirklənmənin dolayı obyektləri çirklənmə qurbanlarıdır. Bunlar bitkilər, heyvanlar, mikroorqanizmlərdir. Çirklənmənin mənşəyi çox çeşidli ola bilər. Onların arasında təkcə sənaye müəssisələri və istilik-enerji kompleksləri deyil, həmdə məişətin, heyvandarlığın, nəqliyyatın tullantıları, eləcə də ekosistemlərə insanın gətirdiyi gəmirici və ziyanvericilərə qarşı istifadə edilən maddələrdir.

Ekoloji baxımdan çirklənmə təkcə hava, torpaq və suya onlara yad olan maddələrin tullantıların atılması demək deyil. İstənilən durumda çirklənmə bütün ekosistemə ziyan vurur. Bundan başqa, bir çeşid maddələrin həddən artıq çoxalası ekoloji faktorlarının dəyişməsi deməkdir, çünki ziyanlı maddələr əslində o qəbildəndirlər. Deməli belə olanda bu faktorların rejimi və tərkibi bu, ya da başqa canlının ekoloji dözümlülülük həddinə uyğun gəlmir. Belə olduqda, ekosistemdə maddələr mübadiləsi pozulur, ziyanlı maddələrin təbii həll olunmasında (assimilyasiyasında) əngəllər törənir. Beləliklə, ekoloji baxımdan çirklənməyə belə bir tərif vermək olar: ***çirklənmə*** *bu, ya da başqa ekoloji sistemə, ona xas olmayan və onu son olaraq yararsız edib məhsuldarlığını azaldan, maddələr dövriyyəsinin qarşısını alan, onların assimilyasiyasını və enerji axınını kəsən canlı ya da cansız komponentlərin gətirilməsidir.*

Mühitin çirklənməsi çətin çoxyönlü prosesdir. İstehsalatın tullantıları öncə olmadıqları yerlərdə ortalığa çıxırlar. Onların çoxusu kimyəvi baxımdan aktiv olur və canlıların bədənlərində olan molekullarla reaksiyalara girirlər, ya da havada oksidləşirlər (turşuyurlar). Belə olanda onlar canlılar üçün zəhərə çevrilirlər. Çirklənmənin nəticələri heç də hər zaman özlərini birbaşa göstərmir. Onların açıq görünən əlamətləri gizli gedən prosesə gətirib çıxardır. Buna görə indi alimlər çirklənmənin dərəcəsinin nə olduğunu ən başlanğıc mərhələlərdə axtarırlar. Bununla belə, çirklənmə təkcə zərərli maddələrin ətraf mühitə tullanması deyildir. Örnək üçün, soyuducu sistemlərin sularını təbii hövzələrə buraxanda, orada təbii temperatur rejimi dəyişir.. Bu da temperatur çirklənməsidir. Səsin və işıqlanma dərəcəsinin aşması da çirklənmə sayılır.

Çirkləndiricilərin çeşidləri. Çirkləndiricilər – minlərlə kimyəvi və zəhərləndirici maddələr, özəlliklə də metallar və oksidlər, eləcə də aerozollardır. Bu kimi maddələr tullantı mənbələrinin fərqli olmasına baxmayaraq, tərkiblərinə və təsirlərinə görə eyni ola bilərlər. Belə ki, karbohidrogenlər havaya qaz-neft

sənayesinin tullantısı kimi də, yanacağın yandırılmasının məhsulu kimi də çıxır. Ətraf mühitə atılmış, ya da öz adi miqdarını aşan hər bir fiziki varlıq, kimyəvi maddə və canlı (daha çox mikroorqanizmlər) çirkləndirici ola bilər. Bioloji proseslərlə dağılan və dağılmayan antropogen çirkləndiricilər vardır. Birincilər təbii maddələr dövriyəsinə girib ortalıqdan çıxarılır ya da başqa bioloji maddələrdə həll olurlar. İkincilər isə təbii olaraq həll olunmur. Buna görə orqanizmlərə düşüb həzm olunurlar.

Ətraf mühitin çirklənməsinin təbii və antropogen növləri. Ətraf mühitin çirklənməsinin təbii (vulkannın püskürməsi, sellərin axması kimi hansısa təbii hadisələr sonu yaranmış) və antropogen (insan fəaliyyətinin sonu ortalığa çıxmış) növləri vardır. Antropogen növü isə öz növbəsində aşağıdakı növlərə bölünür:

- bioloji - təbii ya da insan fəaliyyəti sonu yaranan;
- mexaniki – fiziki və kimyəvi fəsadlara gətirib çıxartmayan yalnız mexaniki cəhətdən ətraf mühiti çirklədən ünsürlərlə yaranan;
- kimyəvi – mühitin təbii kimyəvi xassələrini dəyişən maddələrin təsiri ilə yaranan.

Ətraf mühitin fiziki və mikrobioloji çirklənməsi. Fiziki çirklənmənin aşağıdakı növləri vardır:

1. Termal – temperaturun artması sonu yaranan. Buna səbəb müəssisələrin bacalarla havaya püskürdüyü isti buxar, buraxdığı isti sular kimi amillər olur.
2. İşıq – süni işıq mənbələrinin təsiri altında bitki və heyvanların yaşamında mənfi dəyişmələrə gətirib çıxardan təbii işıqlandırılmanın pozulması sonu yaranır;
3. Səs – təbii səs səviyyəni aşan və canlılar üçün səs-küyə çevirilən, zaman-zaman təkrarlanan proseslərin sonu yaranır;
4. Elektromaqnit – mühitin elektromaqnit şüalanma fonunun dəyişməsi sonu yaranır. Buna örnək təbiətə elektrik naqillərindən, radio və televiziya ötürücülərindən, bəzi sənaye qurğularından dəyən ziyandır. Bu da zərif bioloji strukturlarda dəyişmələrə, qlobal və yerli səviyyədə geofizik anomaliyalara gətirib çıxardır.
5. Radioaktiv - ətraf mühitdə radioaktiv maddələrin təbii səviyyəsinin aşması sonu yaranır
6. Mikrobioloji – insan fəaliyyətinin nəticəsində çoxlu sayda sürətlə artan mikrobların yaranması və sürətlə artması sonu yaranır.

Torpaqların çirklənməsi. Antropogen təsiri altında torpaqlarda kimyəvi maddələrin miqdarının o yer üçün normal həddinin aşması ilə müşaiyət olunan torpaqların çirklənib sıradan çıxmasıdır.

Çeşidli maddələrlə çirklənmənin başlıca göstəricisi bu maddələrin ətraf mühitdəki canlılara mənfi təsiridir. Çünki ayrı-ayrı canlıların kimyəvi təsirə

dayanıqlılığı bir-birindən fərqlənir. Təbii mühitlə müqayisədə, insanı bürüyən mühitdə, onun fəaliyyətinin sonu olaraq, çeşidli kimyəvi maddələrin miqdarı görünən qədər çoxdur. Bu təhlükə hətta bu maddələrə yüksək dayanıqlı canlılar üçün də təhlükəli ola bilər. Torpaqların çirklənməsi ekosistemin və yerin tükənməsinin ən təhlükəli növüdür.

Suların çirklənməsi. Suların çirklənməsi çeşidli çirkləndiricilərin dənizlərə, çaylara, göllərə, yeraltı sulara düşməsidir. Bu da ziyanlı maddələrin sulara düşməsinin qarşısını alan qurğuların olmaması ya yararsız olması və bu istiqamətdə başqa tədbirlərin görülməməsi üzündən baş verir. Çox vaxt suların çirklənməsi gözə görünməyərək qalmaqda olur, çünki çirkləndiricilər suda həll olunmuş olurlar. Ancaq burada istisnalar da vardır: örnək kimi köpüklənən vasitələri, sular üzərində üzən neft ləkələrini, çirkli axınları göstərmək olar. Bir neçə təbii çirkləndiricilər vardır. Onlardan biri yerdə olan alüminiumdur. Kimyəvi reaksiyaların sonu o suların tərkibinə girərək onları çirkləndirir. Başqa təbii çirkləndirici maqneziumdur. O da balıqlara ziyan yetirir.

Ancaq təbii çirkləndiricilərin həcmi, insanın istehsal etdiyi çirkləndiricilərlə müqayisədə çox azdır. Hər il su hövzələrinə minlərlə çirkləndirici maddələr axıdılır. Onların təsirinin nə ilə nəticələnəcəyi çox vaxt bilinmir. Bu maddələrin çoxu yeni kimyəvi maddələrdir. Sularda insan fəaliyyəti sonu ağır metallar (kalsium, kadmium, civə, qurğuşun, xrom kimi), pestisidlər, nitratlar, fosfatlar, neft məhsulları axıdılır. Hər il 12 milyon ton neftin sulara axıdılması bilinməkdədir. Atom elektrik stansiyalardan sulara radioaktiv maddələr də düşməkdədir.

Təmizlənməmiş suların hövzələrə axıdılması sonu suyun mikobioloji çirklənməsi baş verir. Beynəlxalq Səhiyyə Təşkilatının göstəricilərinə görə dünyada xəstəliklərin 80%-i elə suların aşağı keyfiyyətindən və antisanitar durumundan baş verir. Kəndlərdə isə suyun keyfiyyəti problemi daha kəskindir. Dünyanın kənd əhalisinin 90%-i içmək və çimmək üçün təmizlənməmiş sulardan istifadə edirlər.

Havanın çirklənməsi. Havanın çirklənməsi çeşidli qazların, buxarların və bərk hissəciklərin havaya keçməsinin nəticəsində yer atmosferinin hər bir istənilməz dəyişməsidir. Bu da təbii proseslər ya da insanın fəaliyyətinin sonu ola bilər. Çirkləndiricilərin 10%-ə yaxını atmosferə külün, toz halında olan turşuların, zəhərli qazların çıxması ilə müşaiyət edilən vulkanın püskürməsi kimi təbii fəlakətlər sonu çıxır. Atmosferə həm də dəniz sularından və çürüyən bitkilərdən ayrılan kükürd də çıxmaqdadır. Meşə yanğınları sonu da atmosferə böyük miqdarda tüstü və toz girir. Havada olan mikroorqanizmlər (viruslar, bakteriyalar, göbələklər) insanlarda xəstəliklərə yoluxmasına və allergiyanın çeşidli formalarının yayılmasına gətirib çıxardır.

Yerdə qalan 90% çirkləndiricilər insan fəaliyyətinin sonu atmosferə yol açırlar. Bunlar elektrostansiyalarda və avtomobillərdə yandırılan yanacaqların tüstüləri, tozların çıxması ilə nəticələnən istehsal gücləri kimi vasitələrdir.

Atmosferə çıxan çirkləndirici maddələr mənbəyindən ayrılıb uzaq məsafələrə yayılırlar. Sonra, yağışla, qarla və dolu ilə qarışaraq yenidən bərk hissəciklər, damcılar ya da kimyəvi maddələr formasında yenidən yer üzünə yağırlar. Bu da insan sağlamlığına, eləcə də başqa canlılara mənfi təsir edir.

Kosmosun çirklənməsi. Kosmik zibil kosmosda olan nə vaxtsa işlədilən və indi heç nəyə yararlı olmayan, ancaq kosmik gəmilər üçün təhlükə törədən bütün süni obyektlərlə onların fraqmentləridir. Bəzi durumlarda tərkibində daha təhlükəli maddələr (radioaktiv, toksik) olan kosmik zibil yer kürəsi üçün də təhlükəli ola bilər. Çünki onlar orbitlərindən yayınıb yer atmosferinə girib yaşayış məntəqələrinə tökülə bilərlər. Kosmik zibillər problemi ilk kosmik gəmilərin və peyklərin orbitə çıxarılmasından sonra gündəmə gəldi. Bu barədə BMT-də özəl məruzələr də dinlənildi. Orada qeyd edildi ki kosmosun zibillənməsi hansısa bir ölkə üçün deyil bütün yür kürəsi üçün təhlükəlidir. 2009-cu ilin hesabatlarına görə Yer ətrafında 300000-ə yaxın zibil hissələr dolanır. Belə getsə, yerin yaxınlığında olan fəza tamam zibillənib, gələcəkdə kosmik uçuşlara, peyklərin buraxılmasına ciddi maneələr törədəcək.

Ətraf mühitin çirklənməsi nəticələri. Çirklənmə sonrası ayrı-ayrı ekosistemlər, eləcə də biosferin dağılması prosesləri baş verir. Bunun sonunda münbit torpaqlar tükənir, ekosistemlərin və biosferin məsuldarlığı enir. Çirklənmələr insanın fiziki və mənəvi durumuna mənfi təsir edir. Havada, torpaqda və sularda olan ziyanlı kimyəvi maddələr insan sağlamlığı üçün təhlükəyə çevirilir. Onlar həm də immuniteti zəiflədir. Çirklənmə sonrası havaların istiləşməsi qarların və buzların əriməsinə gətirib çıxardır. Bu da dənizlərin səviyyəsinin qalxması, qurunun su basqınına məruz qalması təhlükəsini yaradır. Eyni zamanda mülayim iqlimli yerlərdə tropik xəstəliklər yayılır. Çünki istiləşmə nəticəsində tropik bakteriyalar o iqlimlərə dözümlü olub yayılırlar. Çirklənmənin nəticəsində heyvan və bitki növləri məhv olur. Buzların əriməsi sonu quzeydə, quraqlıqlar sonu isə güneydə heyvan və bitki növləri yer üzündən silinib gedir. Balıqların bir çox növləri suların çirklənməsi üzündən ölür. Çox böyük sürətlə gedən inkişaf sonrası bir çox canlılar buda dözümlülük göstərə bilmədiyindən məhv olur. Bununla da bütün yer kürəsində həyatın axarı dəyişir.

Çirklənmə sonrası ərazilərdə əhalinin köçü (miqrasiyası) baş verir. Bu da texnogen fəlakətlər, dənizlərin qurulara irəliləməsi, temperaturun qalxması və bunun sonrası quraqlıqların düşməsi səbəbi ilə olur. Belə olanda da dünyanın bir çox bölgələrində əhali sürətlə artır, başqaları isə boşalır. Bu da çeşidli qarşıdurmaları, cinayətlərin artmasına və aclığa gətirib çıxardır.

8. Bəzi ekoloji təhlükəli kimyəvi maddələr

Kimyəvi maddələrlə çirklənmə və onun əhalinin sağlamlığına təsiri. Kimyəvi maddələrin canlı orqanizmlərə zərərli təsir göstərmə qabiliyyəti zəhərlilik adlanır. Hələ XVI əsrdə Parasels qeyd etmişdir ki, bütün maddələr zəhərlidr, onların zəhərliliyini yalnız doza (konsentrasiya) təyin edir. Bunu orqanizm üçün həyati zəruri hesab edilən mikroelementlərin (dəmir, mis, sink, kobalt, selen və b.) misalında aydın görmək olar. Bu göstərilən maddələrin orqanizmə kifayət qədər daxil olmaması anemiya, kardiomiopatiya və digər xəstəliklərin inkişafına səbəb ola bilər. Lakin onların izafi dərəcədə daxil olması toksiki (zəhərlilik) effekt yaradır. Davamlı toksik birləşmələrin siyahısı hələlik tam müəyyənləşdirilməyib. İlkin varianta 64 maddə, o cümlədən 12 davamlı üzvi çirkləndiricilər (DÜÇ) aid edilib dövlətlərarası Stokholm Konvensiyasına daxil edilmişdir. Bu konvensiyada bir sıra kimyəvi maddələrin (bəzi pestisidlər, PXB (polixlorbifenil) də daxil olmaqla) istehsalı və istifadəsinin ləğv edilməsi (qadağan olunması) üzrə tədbirlərin həyata keçirilməsi nəzərdə tutulur.

Təklif olunan davamlı toksik birləşmələrinin (DTB) siyahısına aşağıdakılar aiddir:

- **Pestisidlər:** aldrin, xlordan, DDT, dieldrin, eldrin, heptaxlor, mireks, toksafen, heksaxlorsikloheksan (lindan);
- **Sənaye maddələri**: heksaxlorbenzol, PXB; pentaxlorfenol, ftalatlar – dietilheksilftalat, dibutilftalat, bisftalat, heptaxlor, xlorbenzollar, sianidlər;
- **Metallar**: qurğuşun, civə, kadmium, arsen, nikel, xrom, berillium, civənin, qurğuşunun, qalayın üzvi birləşmələri;
- **Əlavə (yardımçı) məhsullar**; dioksinlər, furanlar, politsiklik aromatik karbohidrogenlər (PAK);
- **Suyun dezinfeksiya məhsulları**: xloroform, 1,1–dixloretan, 1,1,1-trixloretan;
- Digər maddələr.

Dünyanın bir sıra ölkələrində (ABŞ, Kanada, Meksika) ətraf mühitin DDT, xlordan, lindan, PXB və civə ilə çirklənməsinin azaldılması üzrə Milli fəaliyyət Planı (MFP) hazırlanmış və həyata keçirilir. Son onilliklərdə Avropada bir çox ağır metalların və davamlı üzvi birləşmələrin (DÜB) tullantıları azaldılmışdır. ABŞ və digər bəzi ölkələrdə etilləşdirilmiş benzindən istifadənin qadağan edilməsi nəticəsində uşaqların qanında qurğuşunun və İsveçdə ana südündə heksaxlorbenzol funqisidin miqdarı azalmışdır.

İstifadə olunan bəzi preparatların zəhərliliyi. Ev işlərində istifadə olunan preparatların bir çoxunda əlavə zəhərlilik təsiri olur. Köhnə boyağı götürmək üçün həlledici istifadə edilir. Bu preparatlarda dixlormetan ilə yanaşı çox vaxt

fenollar, qələvilər və qarışqa turşusu da olur. Qələvilər və qarışqa turşusu dərini aşındıra bilər. Fenollar da dəridə çətin sağalan yaralar əmələ gətirir. Fenol təkrarlanmaqla bədənin daxilinə düşdükdə böyrəyi və qara ciyəri zədələyir. Dixlormetan da müəyyən zəhərli təsirə malikdir. Uzun müddət dixlormetan buxarları olan hava ilə nəfəs aldıqda əsəb sisteminin degenerativ dəyişikliyi baş verir.

Dixlormetanın əsas təhlükəsi oksidləşmə zamanı, xüsusən də açıq alov olduqda fosgen $COCl_2$ əmələ gətirmə imkanıdır. Fosgen xüsusi zəhərli maddələr siyahısına daxildir, ağ ciyərin şişməsinə səbəb olur.

Mətbəx plitələrini təmizləmək üçün istifadə olunan maddələrdən tərkibində natrium hiroksid olan preparatlar xüsusi təhlükəlidirlər. Preparatın hissəcikləri dəri üzərinə düşdükdə çətin sağalan yaralar əmələ gəlir.

Rakovinləri təmizləmək üçün istifadə edilən mayelər kifayət qədər qatılıqda natrium hidroksidə malik olur. Bundan başqa onlarda 30%-ə qədər natrium nitrit də $NaNO_2$ olur. Odur ki, turş mühitdə nitrit turşusu əmələ gəlir.

$$NaNO_2 + HCl \longrightarrow HNO_2 + NaCl$$

Nitrit turşusu qüvvətli mutagen təsirə malikdir.

Tualetlərin təmizlənməsi üçün istifadə edilən preparatlar hər şeydən əvvəl qüvvətli turşulara malikdirlər ki, onlar da təmizlənmənin başlıca səmərəsini təmin edirlər. Adətən xlorid və ya sulfamin turşuları istifadə olunur. Hər iki turşu dərini və selikli qişanı qüvvətli aşındırır.

Ərpi həll etmək üçün istifadə edilən vasitələrdə əsas komponent kimi xlorid, sulfamin və qarışqa turşuları istifadə edilir. Ehtiyatsız davrandıqda qüvvətli kimyəvi yanıqlar almaq olar. Belə təhlükə çaxır və ya limon turşularını istifadə etdikdə xeyli azalır. Digər tərəfdən sonuncu iki turşu ekoloji baxımdan da zərərsizdir. Belə ki, onlar tullantı sularında mikroorqanizmlərin təsiri ilə tamamilə parçalanırlar.

Parketləri silmək üçün istifadə edilən vasitələr əsas komponentlərdən biri kimi 150-180^{0}C-də qaynayan benzin fraksiyasına malik olurlar. Belə benzin öyüməyə səbəb olur, dəridə selikli qişada qıcıqlanmalar əmələ gətirir. Əlavə təsirlər də mümkündür. Belə ki, ağ ciyər iltihabı və mərkəzi sinir sisteminin zədələnməsinə səbəb ola bilər.

Ayaqqabıları və ya dəri məmulatlarını lak-boya ilə örtmək üçün istifadə edilən aerozol baloncuqlarında üzvi həlledici ilə yanaşı silikon yağı da istifadə edilir. Uzun müddət bu aerozol ilə çirklənmiş havada nəfəs aldıqda nəfəs alma çətinləşir, öyümə, başgicəllənmə və müvəqqəti huşu itirmə halları baş verir. Ayrı-ayrı hallarda dodaqlar göyərir və ağ ciyər şişir.

Yuyucu maddələrdə oksidləşdirici komponent kimi perborat NaH_2BO_4 istifadə edilir. Əgər bu maddə ehtiyatsızlıq səbəbindən qida həzmi sisteminə

düşərsə, asanlıqla bağırsağın divarları tərəfindən sorulur. Nəticədə qan dövranının, qara ciyərin funksiyasının fizioloji pozulması baş verə bilər.

Toxuculuq materiallarını peşəkar kimyəvi təmizləmə zamanı üzvi həlledicilər istifadə edilir. Flüorxlorkarbohidrogenlərlə yanaşı tetraxloretilen, 1,1,1,-trixloretan, trixloretilen və bəzi başqa həlledicilər istifadə edilir. Daimi regenerasiyaya baxmayaraq təmizləmədən sonrabu həlledicilərin xeyli hissəsi ətraf mühitə düşür. Bu maddələrdə lipofil xarakteri olduğundan onlar canlı orqanizmlərin piy toxumalarında toplanırlar.

Bu həlledicilərin bir çoxu kanserogen xassəyə malikdir.

Lak və boyaları hazırlayarkən həlledicilərdən insan orqanizminə ən çox təsir edənlər toluol, ksilol və digər alkilbenzollardır. Bu maddələr süstlük, öyümə, baş ağrısı yaratsalar da benzoldan fərqli olaraq kanserogen xassəyə malik deyillər. Bu həlledicilərin ciddi təhlükəliliyi o vaxt yaranır ki, onlar benzol ilə çirklənmiş olur. Müxtəlif tikililəri boyadıqda və ya küçələrdə markalama nişanları vurduqda böyük miqdarda üzvi həlledicilər təbii mühitə düşür. Havada buxarlanaraq onlar pis həll olsalar da yağışlar və duman vasitəsi ilə suya və torpağa düşürlər.

Ağac məmulatlarını mühafizə etmək və hopdurmaq üçün istifadə olunan maddələr qüvvətli zəhərləyici təsirə malikdirlər. Bunlara digər maddələrlə yanaşı fungisidlər və insektisidlər də daxildir. Oduncağı mühafizə edərkən həlledici kimi ksilol və benzin istifadə edilir. Oduncağın mühafizəsi üçün istifadə edilən suda həll olan maddələrdən dinitrofenol ciddi təsirə malikdir. Bu birləşmə orqanizmdə yaxşı sorbsiya olunur, oksidləşdirici fosforilləşməni pozur. Başqa sözlə nəfəs alma zamanı ATF-in əmələ gəlməsinə mane olur. Bundan başqa o, qara ciyəri və böyrəyi zədələyir ki, bu da ölümlə nəticələnə bilir. Oduncağı mühafizə edərkən həmçinin pentaxlorfenol da istifadə edilir.

Kosmetik və gigiyenik preparatlar arasında nadir hallarda zəhərli preparatlara təmizləmə üçün məişət preparatlarında olduğundan az rast gəlinir. Lakin bu maddələr arasında da elələri var ki, onlarla ehtiyatlı olmaq tələb olunur.

Vannalar üçün tərkiblərdə, köpükləndiricilərdə və digər kosmetik preparatlarda sintetik yuyucu maddələrdən olan monoetanolamin də iştirak edə bilər $HOCH_2–CH_2NH_2$. Bu maddə ilə çirklənmiş havada nəfəs aldıqda o, nəfəs yolunu və gözü qıcıqlandırır. Ağıza düşdükdə burun-udlağın selikli qişası qıcıqlanır. Əgər monoetanolamin su ilə mədəyə də düşürsə qismən mədəni də qıcıqlandırır.

Çimmək üçün suya aromat verdikdə və şam ağacı ekstraktı istifadə etdikdə tez-tez intoksiyasiya halları müşahidə olunur.

İynəyarpaqlı ağacların ekstraktlarında ona xarakterik olan komponentlər – monoterpenlər olur ki, onların da arasında α-pinen üstünlük təşkil edir. Bir başqa əlaqədə olduqda bu terpen dərini qıcıqlandırır və uzun müddətli təmas zamanı

«xoşxassəli» şişlər əmələ gəlir. Onunla nəfəs aldıqda və ya orqanizm daxilinə düşdükdə qida qəbul etdikdən sonra süstlük, əsəbilik, ürək döyüntüsü, ağır hallarda böyrəklərin qıcıqlanması və ağ ciyərin ilthabı müşahidə olunur.

Saçların kimyəvi burulması zamanı tükdə disulfid körpüləri yaratmaq üçün merkaptan birləşmələrindən istifadə olunur. Bu halda çox vaxt ammonium tioqlikolyat $HSCH_2–COONH_4$ istifadə edilir. Artıq bu maddənin qatılığı 0,04%-ə qədər olduqda dərinin qıcıqlanması müşahidə olunur. Lakin ciddi süstlük müşahidə olunmur. Saçların kimyəvi burulması və boyanması zamanı çox vaxt hidrogen peroksid istifadə olunur ki, o da dərini qıcıqlandra bilər.

Dırnaqlardan lakları təmizləmək üçün istifadə ediləntərkiblər böyük təhlükə yarada bilərlər. Bu tərkiblərin əsas komponenti etil asetat $CH_3COOC_2H_5$ və ya az-az hallarda aseton CH_3COCH_3 olur. Etil asetat yaxşı sorbsiya olunur sonra narkotik vasitə kimi təsir edir. Böyük miqdarda (uşaqlar üçün 1-2 qurtum) etil asetat qəbul edilməsi ölüm təhlükəsi yaradır. Etil asetat orqanizmdə hidrolizdən sonra qara ciyərdə CO_2 və H_2O-ya parçalanır. Orqanizmə aseton daxil olduqda onun 50%-i sidiklə xaric olunur, qalan 50% isə formiata və asetata metabolizə olunur.

Talk $Mg_3(OH)_2(Si_2O_5)_2$ əsasında pudra istifadə etdikdə onun ağıza düşməsi nəfəs almanı çətinləşdirir, ürək döyüntüsü artır, öskürək əmələ gəlir. Talk tozları ilə sistematik nəfəsalma xüsusilə təhlükəlidir. Belə ki, bundan sonra bir neçə illər ərzində ağ ciyər fibrozu əmələ gəlir, birləşdirici toxumaların degenerasiyası baş verir.

Toksiki metallar. Ətraf mühitin çirklənməsində və canlı orqanizmlər üçün təhlükə mənbəyi olan maddələrdən biri də zəhərli elementlərdir. Bunlar 14 element olub onların toksiki xassələri şübhəsiz konsentrasiyadan çox asılıdır: Hg, Pb, Cd, As, Sb, Al, Be, Fe, Cu, Ba, Cr, Ti. Bunlardan bəziləri aşağı qatılıqda normal həyat fəaliyyəti üçün lazımlı elementlərdir. Odur ki, bəzi maddələrin əhəmiyyətli və zərərli xassələrini müəyyən edən dəqiq sərhəd yoxdur. Su hövzələrinin, atmosferin, torpağın, kənd təsərrüfatı bitkilərinin və ərzaq məhsullarının toksiki metallarla çirklənməsi aşağıdakı yollarla baş verir:

- sənaye müəssisələrinin tullantıları – xüsusən daş kömür, metallurgiya və kimya zavodları;
- şəhər nəqliyyatının tullantıları – qurğuşun etilatlıbenzinlərdən istifadə edildikdə;
- konservləşdirmə zamanı qabların iç divarına keyfiyyətsiz örtük çəkilməsi və keyfiyyətsiz lehimləmə zamanı;
- sənaye avadanlıqları ilə təmas nəticəsində - yeyinti sənayesində çox az hallarda paslanmayan poladdan istifadə edilir;

- alüminium və qurğuşun folqalardan ərzaq məhsullarının qablaşmasında istifadə olunduqda.

Ağır metallar Pb, Hg, Cd, As, Sb və s. hətta birləşmələr halında orqanizmə daxil olduqda güclü zəhərlənmələr baş verir. Onlar qanda olan aminturşularla, fermentlərlə və vitaminlərlə kompleks birləşmələr əmələ gətirərək onları «xidmət sahələrindən» çıxararaq orqanizmin həyat fəaliyyətinə ciddi təsir göstərirlər.

Ağır metallarla çirklənmə və onun insan sağlamlığına təsiri. Təbii mühitin çirklənməsinə həsr olunan ədəbiyyatlarda vanadium, nikel, dəmir, manqan, civə, kadmium, kobalt, mis, qurğuşun, arsen, qalay, sürmə, selen, xrom və sink şərti olaraq ağır metallar adlanır, hərçənd kimyaçıların nöqteyi nəzərincə bu elementlərin hamısı həqiqi metal sayılmır. Təbiətdə ağır metalların əksəriyyəti yalnız çox az konsentrasiyada bitkilər və bakteriyalar üçün əlverişlidir. Dəmir, mis, sink, selen, marqans, molibden və bəzi digər elementlər mikrodozalarda canlı orqanizmlər üçün zəruridir. Onlar yalnız böyük, izafi dozalarda təhlükəlidir. Qurğuşun, kadmium, arsen, civə və onun birləşmələri istənilən konsentrasiyada əksər ali bitkilər və bir çox digər bitkilər üçün zəhərlidir. Lakin son tədqiqatlar göstərdi ki, hətta civə kimi toksik element mikroorqanizmlərdə leykositlərin aktivliyini və maddələr mübadiləsini, həmçinin canlı orqanizmlərin dezintoksikasiyasını stimullaşdırır.

Mədənlərdən ağır metalların sənayedə çıxarılması prinsip etibarilə onların geokimyəvi tsiklini dəyişdirdi və təbiətdə bir çox metalların konsentrasiyası on və yüz dəfə çoxalmışdır. Aşağıda ayrı-ayrı ağır metalların ətraf mühitə düşməsi mənbələri və insanın sağlamlığına təsiri verilir.

9. Dövri sisitemin I və II qrup elementlərinin və onların birləşmələrinin toksiki xassələri

Barium (Ba). Barium və onun birləşmələri orqanizm üçün güclü zəhər hesab olunur. Orqanizmə daxil olan barium aminturşularla birləşərək onların bioloji rolunu aradan qaldırır və funksional pozğunluqlar yaradır. Bariumun birləşmələri kənd təsərrüfatında ($BaCl_2$, $BaSiO_3$) sənayedə şüşə və saxsı istehsalında geniş tətbiq edilir. $BaSO_4$ duzundan mədə-bağırsaq yollarının rentgen analizi zamanı kontrast maddə kimi istifadə olunur. Odur ki, ətraf mühitin barium birləşmələri ilə çirklənməsi qarşısı alınmaz prosesdir. Barium birləşmələrinin filizlərdən alınması zamanı, zavod tullantılarını su hövzələrinə axıtdıqda canlılar üçün təhlükə mənbəyinə çevrilir. Tədqiqat nəticəsində məlum olmuşdur ki, $BaCO_3$-ın 0,8 – 0,9 qramı ürək əzələlərinin paralicinə səbəb olaraq ölümlə nəticələnə bilir. Tibbdə kontrast maddə kimi istifadə olunan (adətən rentgen analizində 100 qram duzdan istifadə edilir) $BaSO_4$-ın tərkibində $BaCO_3$ ola bilər ki, bu da $BaCO_3$-ın mədə şirəsində olan xlorid turşusunun təsirindən asanlıqla reaksiyaya daxil olması ilə əlaqədardır. Ba duzları ilə zəhərlənmə qan təzyiqinin dəyişməsi, mədə divarlarının zədələnməsi nəticəsində qanaxma baş verməsi və qaraciyərdə funksional pozğunluqların baş verməsi ilə xarakterizə olunur.

Mis (Cu). Misin birləşmələri sənayedə və kənd təsərrüfatında geniş tətbiq edilməkdədir. Parçaların rənglənməsində, inşaat rənglərinin alınmasında mis birləşmələrindən – CuO, $CuCl_2$, $Cu(NO_3)_2$, $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ malaxitdən geniş istifadə olunur. $CuSO_4$ duzundan yazı rənglərinin hazırlanmasında, ağac materiallarının uzun müddət çürüməsinin qarşısını almaq üçün hopdurucu maddə kimi istifadə olunur. Bir sıra birləşmələri zəhərli olduğundan kənd təsərrüfatında insektofuksid kimi tətbiq edilir. CuO, $CuCl_2$, $Cu(OCl_2)_2$, $Cu(NO_3)_2$, $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$, $CuSO_4$-ın 10 qramı insanların ölümlə nəticələnən zəhərlənməsinə səbəb olur. Mis atomları zəhərli olduğundan məişət qablarında xörək bişirilərkən mütəmadi zəhərlənmə hadisələri baş verirdi. Bunun qarşısını almaq üçün mis qabları qalay örtüklə örtməyə başladılar. Mis birləşmələri sintez olunan zavodlarda zəhərlənmə hadisələri çox olur. Məsələn, insektofunksid kimi tətbiq edilən paris yaşılı – $Cu(CH_3COO)_2 \cdot 3Cu(AsO_2)_2$ və Şeele yaşılı $Cu_2As_2O_5$ çox zəhərli olduğundan (1 – 1,5 qramı ölümlə nəticələnə bilər) onun istifadəsi və saxlanması zamanı təhlükəsizlik texnikasına əməl olunmadıqda ekoloji çirklənmələr baş verir. Suda asan həll olduğundan su hövzələrində toplanaraq təhlükə yaradır. Torpaqda isə uzun müddət qalaraq bitkilər vasitəsilə insanlara keçə bilir ki, bu da kanserogen (xərçəng şişləri əmələ gətirən) xassəyə malik olur.

Mis və onun birləşmələri paxlalı bitkilərin toxumalarında və qaraciyərdə toplanırlar.

Sink (Zn). Sinkin bir sıra birləşmələri sənayedə, kənd təsərrüfatında, məişətdə və tibbdə geniş istifadə edilir. Onun suda həll olan duzları çox zəhərlidir. Sink-xloriddən dəmiryol şpallarının çürüməsinin qarşısını almaq üçün hopdurucu maddə kimi istifadə edilir. Lehimləmə prosesində də sink-xloriddən istifadə edilir. Sink-fosfiddən – Zn_3P_2 gəmiriciləri məhv etmək üçün, sink-sulfatdan isə parçaların rənglənməsi zamanı istifadə olunur. Odur ki, sink birləşmələri ekoloji çirklənmə yarada bilir. Dəmir əşyaları korroziyadan qorumaq üçün üzəri sink təbəqəsi ilə örtülür. Sinklənmiş məişət qablarında yemək bişirilərkən sink birləşmələri ilə zəhərlənmə hadisələri baş verir. Sinkin az miqdarı mikroelement kimi orqanizm üçün vacib elementlərdən olub, onun çatışmaması zamanı xərçəng xəstəliyi əmələ gəlir. Çox miqdarı isə güclü zəhər olub mədəaltı vəzdə toplanaraq onun fəaliyyətini məhdudlaşdıraraq hormonların sintezini dayandırır. Sink duzları ilə zəhərlənmə zamanı güclü qusma hadisəsi baş verir ki, bu da müdafiə refleksi olaraq sinkin orqanizmdən xaric olmasını təmin edir. Sink filizlərinin çıxarılması, latun və bürünc istehsalı ilə məşğul olan fəhlələrdə tez-tez zəhərlənmə hadisəsinə rast gəlinir. Bu zaman bədən temperaturu 39 – 40°C qalxa bilir. Sink birləşmələri sintez edilən zavod tullantıları təbiətə yayıldıqda ekoloji çirklənmə yaradır.

Kadmium (Cd). Kadmiumun ətraf mühitdə yayılması lokal xarakter daşıyır. O, ətraf mühitə metallurgiya istehsalının tullantıları ilə, qalvanik istehsalının çirkab suları ilə (kadmiumlamadan sonra), kadmium tərkibli stabilizatorlar, piqmentlər, boyalar istifadə olunan istehsal sahələrindən və fosfat gübrələrindən istifadə edilməsi nəticəsində daxil olur. Bundan başqa, kadmium iri şəhərlərin havasında təkərlərin sürtülməsi, bəzi plastik məmulatların, boyaların və yapışdırıcı materialların eroziyası nəticəsində mövcuddur. Orqanizmə daxil olan əlavə kadmium mənbəyi siqaret çəkilməsi sayılır. Bir siqaretin tərkibində 1-2 mkq kadmium olur və onun 10%-ə qədəri tənəffüs orqanlarına daxil olur. Gün ərzində 30 ədəd siqaret çəkən adamın orqanizmində 40 il ərzində 13-52 mkq kadmium toplanır, bu qida ilə orqanizmə daxil olan miqdardan artıqdır. İçməli suya kadmium istehsalat tullantıları ilə çirklənmiş su mənbələrindən, su hazırlığı mərhələsində reagentlərdən, həmçinin su kəməri konstruksiyalarının miqrasiyası nəticəsində daxil olur. Su ilə orqanizmə daxil olan kadmiumun payı ümumi sutkalıq dozanın 5-10%-i təşkil edir. Atmosfer havasında kadmiumun normativi 0,3 mkq/m^3, su mənbələri suyunda 0,001 mq/l, torpaqda – qumlu və qumluca turş və neytral torpaqlarda uyğun olaraq 0,5, 1,0 və 2 mq/kq təşkil edir. Kadmiumun YVS (yol verilən səviyyəsi) həftə ərzində bədən kütləsinin 7 mkq/kq təşkil edir. Kadmiumla çirklənmə mənbələri yerləşən ərazilərdə, onun çirklənmiş sahələrdə

becərilən kənd təsərrüfatı məhsullarından izafi daxil olma ehtimalını nəzərə almaq lazımdır.

Biosubstratlarda yol verilən miqdarı. Kadmiumun əhalinin sağlamlıq vəziyyətinə təsirini təyin etmək üçün biomonitorinqdən geniş istifadə olunur. Əsas diaqnostik mühit sidik sayılır, ondan kadmiumun orqanizmə ifrazatı gedir. Sidikdə kadmiumun yolverilən səviyyə miqdarı 1970-ci ildə ilk dəfə Yaponiyanın Səhiyyə Nazirliyi tərəfindən müəyyən edilmişdir (9 mkq/l). Sonralar ABŞ-ın əmək gigiyenası Assosiasiyası daha aşağı göstərici – 5 mkq/q kreatinin (7 mkq/l sidikdə) və qanda – 5 mkq/l təklif etmişdir.

Kadmiumun sağlamlığa təsiri. Orqanizmdə kadmiumun saxlanmasına insanın yaşı təsir göstərir. Uşaq və yeniyetmələrdə onun sorulma dərəcəsi böyüklərdə olduğundan 5 dəfə yüksəkdir. Kadmium ağciyər və mədəbağırsaq traktından absorbsiya olunaraq bir neçə dəqiqədən sonra qanda müəyyən edilir, lakin onun səviyyəsi ilk sutkalar ərzində tez azalır. O, kanserogen təsirə malikdir. Hətta aşağı səviyyə çirklənmədə kadmiumun əhali üçün əlverişsiz təsirinin real təhlükə yaratması bu metalın yüksək bioloji akumulyasiyası (toplanması) ilə əlaqədardır. İşçi zonasında yüksək konsentrasiyalı kadmiumla qısa kontaktda olduqda yüngül fibroza, ağciyər və qaraciyərin funksiyasının davamlı pozulmasına səbəb olur.

Orqanizmə inhalyasiya (nəfəsalma) yolu ilə daxil olan kadmiumun 50%-ə qədəri ağciyərlərdə çökür. Kadmiumun ağciyərlərdə udulma dərəcəsi birləşmələrin həll olma dərəcəsindən, onun dispersliyindən və tənəffüs orqanlarının funksional vəziyyətindən asılıdır. Mədə-bağırsaq yolunda (traktında) kadmium orta hesabla 5% absorbsiya olunur, odur ki, qida ilə orqanizmin toxumalarına az miqdarda kadmium daxil olur. Kadmiumun hədəf orqanları qaraciyər, böyrəklər, ilik, sperma, boruvari sümüklər və qismən dalaq hesab olunur. Kadmium əsasən qaraciyərdə toplanır, onun orqanizmdə olan ümumi miqdarının 30%-ni təşkil edir. Kadmiumla xroniki zəhərlənmənin ən ağır forması İtay-İtay xəstəliyi sayılır. Bu xəstəlik ilk dəfə Yaponiyada aşkar olunmuşdur. Uzun illərdən bəri əhali mədəndən kadmium düşən çayın suyu ilə suvarılan tarlada becərilən düyü ilə qidalanırdı. Burada becərilən düyünün tərkibində kadmiumun miqdarı 1 mkq/q-a çataraq, orqanizmdə 300 mkq-ı keçir. Vitaminin və kalsiumun çatışmazlığı, həmçinin hamiləlik dövründə zəifləməsi ilə əlaqədar yaşı 45-i keçmiş qadınlarda bu xəstəliyin əmələ gəlməsinə patogenetik faktor səbəb olmuşdur. İtay-itay xəstəliyi skeletin deformasiyası ilə boyun qısalması, beldə və ayaq əzələlərində ağrılar, xəstələrdə «ördək yerişi» ilə xarakterizə olunur. Kadmiumun kanserogen effekti bu metalın istehsalı ilə məşğul olan fəhlələrdə xərçəng xəstəliyinin əmələ gəlməsində təzahür olunur.

Civə (Hg). Ən toksik metallardan biri olub, ətraf mühitdə geniş yayılmışdır, trofik zəncirdə bioakkumlyasiya və hərəkət etmə qabiliyyətinə malikdir. Civənin

qida zənciri üzrə hərəkətini sadə şəkildə aşağıdakı kimi göstərmək olar: su – dib çöküntüləri – biota (bentos, fito - zooplankton), balıqla qidalanan balıqlar və quşlar. Biokimyəvi metilləşmə prosesləri nəticəsində su sistemlərində əmələ gələn qurğuşunun üzvi birləşmələri daha təhlükəlidir. Civə ətraf mühitə civə tərkibli filizlərin çıxarılması və əridilməsi, sulfid filizlərindən əridib əlvan metalların alınması, filizdən qızıl əldə edildiyi, sellülozun ağardılması, xlor, kaustik, vinilxlorid, elektrik avadanlıqlarının (lampa, müxtəlif cərəyan mənbələri), ölçü və nəzarət cihazlarının (termometr, monometr), civətərkibli tibb preparatlarının, sementin istehsalı, civətərkibli pestisidlərin istifadəsi, daş kömür və mazutun yandırılması zamanı daxil olur. Tullantıların yandırılması zamanı da ətraf mühitə xeyli miqdarda civə daxil olur. Atmosfer havasında civənin YVQ 0,3 mkq/m^3, içməli suda 0,5 mkq/l, torpaqda isə 2,1 mq/kq təşkil edir.

Ətraf mühitdə civənin miqdarı. Civə atmosfer havasında əksərən qazşəkilli formada olur. Civənin torpaqda toplanması üzvi karbon və kükürdün miqdar səviyyəsinə görə təyin edilir. Civənin torpaqla ana süxurdan irsən keçmiş təbii halda miqdarı 0,02-dən 0,3 mq/kq arasında tərəddüd edir, orta hesabla 0,06 mq/kq təşkil edib torpaq tipindən asılıdır. Şəhərlərdə torpaqda civənin miqdarı çoxlu miqdarda müxtəlif tullantıların olması ilə əlaqədar bir qədər çox olur. Civə suda üzvi və qeyri-üzvi vəziyyətdə ola bilər. İçməli suda civənin əsas mənbəyi çirkab suları ilə çirklənmiş su mənbələri (məsələn, xlor-qələvi istehsalı), atmosfer və su hazırlığında istifadə edilən reagentlər hesab olunur. Quyu suları bilavasitə quyu nasosları vasitəsilə də çirklənə bilər. Su mənbələrinin sularında civənin YVQ səhiyyə-toksikoloji göstəricilərinə görə 0,5 mkq/l təşkil edir. Ətraf mühitdə qeyri-üzvi civə metal üzvi birləşmələrə, o cümlədən yüksək zəhərli metilləşmiş civəyə çevrilir. O, sü mühitində bioloji proseslər nəticəsində əmələ gəlir və trofik zəncirə daxil olaraq yırtıcı balıqların (akula, tuns, durnabalığı) və dəniz məməlilərinin (suiti, balina) oraqizmində toplanır. İnsan orqanizminə metil civənin daxil olması əsasən bu məhsullardan isttifadə edildikdə baş verir. Toksiki maddələrin trans sərhəd keçməsi, hətta Arktika regionu və digər sənaye mərkəzlərindən çox uzaqda yerləşən ərazilərin sularını civə ilə çirkləndirir. Arktikanın ətraf mühitinin vəziyyətinə nəzarət və qiymətləndirilən Beynəlxalq Proqramın məlumatına görə, bu regionda civənin konsentrasiyası artmaqda davam edir və şimal əhalisi uşaqlarının psixi-sinir sisteminə ziyan vurur.

Civənin sağlamlığa təsiri. Civə tiol zəhəri sırasına aid olub, sulfohidrat qrupu zülal birləşmələrini təcrid edərək, orqanizmin zülal mübadiləsini və fermentasiya fəaliyyətini pozur. Ətraf mühitdən qeyri-üzvi civənin əsas daxil olma yolu inhalyasiya hesab olunur. Atmosfer havasından insan orta hesabla sutka ərzində təxminən 1 mkq civə udur. Udulan civə buxarının 80%-ə qədəri ağciyərlərdə saxlanılır və qana daxil olaraq tez oksidləşir. Orqanizmə daxil olan civənin hamısı

praktiki olaraq tez ionlaşır. İçməli su ilə və qida məhsulları ilə orqanizmə daxil olan civənin üzvi birləşmələri daha təhlükəli hesab olunur. Sutkada qəbul edilən su ilə orqanizmə 0,4 mkq-dan az civə daxil olur. İstehsalatda civə ilə təmasda olmayan civənin əsas mənbəyi qida, başlıca olaraq balıq və balıq məhsulları sayılır. Yüksək çirklənməyə məruz qalmış rayonlarda bu məhsullarda civənin sutkalıq qəbulu 300 mkq-a çata bilər, bu isə metil civə ilə zəhərlənməyə səbəb olur. Orqanizmə buxar halında daxil olan civə tez cift (plasent) vasitəsilə keçir. Civənin üzvi birləşmələri qeyri-üzvi birləşmələrə nisbətən orqanizmdə uzun müddət dəyişməz halda qalır. Südverən anaların südündə civə birləşmələri toplana bilir, odur ki, balaca uşaqların qanında civə aşkar edilir. Qeyri-üzvi civənin yarımayrılması dövrü təxminən 80 sutka çəkir, daxil olan metilcivəninki isə 600 sutkadan artıq uzanır. Zəhərlənmə zamanı civənin paylanması birləşmələrinin xarakterindən və onların orqanizmə daxil olma üsulundan asılıdır, inhalyasiya (nəfəsalma) yolu civə buxarları daxil olduqda onun əsas «deposu» böyrəklər sayılır, bunun nəticəsində «süleymani böyrək» və böyrək çatışmazlığı inkişaf edir. Civə həm də iliyə daxil olur və sinir sistemini zədələyir. Bundan başqa, N.A.Pavlovskinin (2002) məlumatına görə civənin daima təsiri immunitet çatışmazlığının inkişafına aparır. Civə ilə təmasda olan işçilərdə, klinikalarda peşə xəstəliyi kimi nevrasteniya, aqressivlik, baş ağrıları, yuxu və yaddaş pozğunluğu üstünlük təşkil edir. Bir qədər aşağı səviyyədə təsir nəticəsində motor funksiyasının, davranışın və əhvali-ruhiyyənin dəyişməsi, yüksək emosiyalıq müşahidə olunur.

Civənin substratlarda yol verilən miqdarı. Civənin insan orqanizminə təsirini öyrənərkən onun qan, sidik və saçlarda olan miqdarının təyini metodlarından istifadə edilir. Civənin 100 ml qanda miqdarı adətən 0,3-1,6 mkq arasında olur, lakin çoxlu miqdarda dəniz məhsullarından istifadə edən adamlarda bu göstərici 12,7 mkq-a qədər çoxalır. Krevetlərdə (xırda dəniz xərçəngi) xüsusən çox civə toplanır.

Qanda civənin miqdarı və onun insan sağlamlığına təsiri	
100 ml qanda civənin miqdarı, mkq	*Effekt*
24,0	Həssaslığın azalması
2,0	Qadınlar üçün yol verilən səviyyə
1,5	İşçilər üçün iş həftəsinin sonunda yol verilən səviyyə
0,2	Balıqdan istifadə etməyənlər üçün fon səviyyəsi

İstehsalatda civə ilə təmasda olmayan şəxslər üçün sidikdə civənin təbii (fon) miqdarı orta hesabla 5,6 mkq/l təşkil edir. Civə ilə təmasda olan işçilərdə isə civə

intoksikasiya simptomu sidikdə civənin miqdarı 50-70 mkq/l olduqda müşahidə olunur. Odur ki, yol verilən səviyyənin 40-50 mkq/l-dən artıq olmaması tövsiyə edilir. Bu əmək gigiyenaçılarının Amerika assosiasiyasının təklifləri ilə uyğun gəlir, ona əsasən iş zamanı sidikdə civənin miqdarı 50 mkq/l-i və iş gününün sonunda 15 mkq/l-i keçməməlidir. Epidemiologiyada həm də civənin saçlarda toplanmasının öyrənilməsi üzrə tədqiqatlar aparılır. Civə bərabər surətdə udulduqda onun orqanizmdə, o cümlədən saçlarda miqdarı tez artır. Balıqla praktiki olaraq qidalanmayan insanların saçlarında metilcivənin miqdarı təxminən onun orqanizmdəki miqdarının 20-25%-ni təşkil edir və bir qayda olaraq 1-4 mkq/q-ı keçmir. Dəniz məhsulları ilə bol olan rayonlarda yaşayan insanların hamısının saçında civə metilcivə şəklində olur. ÜST-nin tövsiyəsinə əsasən saçlarda civənin miqdarı 10 mkq/qdən artıq olmamalıdır.

Civənin təsirindən baş verən xəstəliklər. Əhalinin metilcivə ilə ilk kütləvi xroniki zəhərlənməsi 1950-ci illərdə Yaponiyada qeydə alınmışdır. 1956-cı ildə əvvəl uşaqlar (mərkəzi sinir sisteminin), sonra isə böyüklər (hərəkət uyğunluğunun pozulması, eşitmə qabiliyyətinin pisləşməsi, həssaslığın itirilməsi) diaqnozdan keçirilmişdir. Görüş dairəsinin qısalması, yüksək emosiyanın oyanması aşkar edilmişdir. Zərərçəkmiş adamların hamısı Minamata körfəzində tutulmuş balıq və molyuskalarla qidalanmışdır. Hərəkət koordinasiyasının pozulması pişik və quşlarda da müşahidə olunmuşdur. Onlarla insan ölmüş, bir çoxları sinir sistemində ağır zədələr almışdır. 1955-1959-cu illərdə Minamatada doğulan hər üç uşaqdan birində mərkəzi sinir sisteminin pozulması, fiziki və əqli inkişafın kənara çıxması müşahidə olunmuşdur.

İnsanların metilcivə ilə zəhərlənməsi civətərkibli funqusidlərlə dərmanlanmış (çirkləndirilmiş) taxıldan bişirilmiş çörəklə qidalanması ilə əlaqədar baş vermişdir.

Civə ilə çirklənmiş artmosfer havasının təsiri civə tərkibli lampalar istehsal olunan Saranski şəhərinin yaxınlığında yaşayan uşaqlarda xəstəliklərin artmasına və civə istehsal olunan dünyada nəhəng sayılan Nikitov zavodunun (Ukrayna) yanında yaşayan qadınlarda reproduktiv sağlamlığın pozulmasına səbəb olmuşdur.

10. Dövri sisitemin III, IV və V qrup elementlərinin və onların birləşmələrinin toksiki xassələri

Tallium (Tl). Tallium birləşmələri şüşə sənayesində, elektrik lampalarının hazırlanmasında kənd təsərrüfatı ziyanvericiləri, əsasən, gəmiricilərlə mübarizədə, funqsid məqsədilə geniş tətbiq edilir. Tallium duzlarından az miqdarda tibbdə tüklərin tökülməsi zamanı istifadə edilir. Talliumun bütün birləşmələri çox zəhərli olub, ilk növbədə tüklərin tökülməsi ilə müşahidə olunur. Zəhərlənmə zamanı həzm sisteminin funksiyası pozulur, böyrəklər və qaraciyər zədələnir və sinir sisteminin iflici baş verir. Tallium sulfatın ölüm dozası 0,1-0,2 qram miqdarında müəyyən edilmişdir. Talliumun mikroelement kimi orqanizmdə rolu müəyyən edilməmişdir. Odur ki, tibbi şəkildə onun birləşmələrinə orqanizmdə rast gəlinmir. Tallium birləşmələrinin istehsalı və tətbiqi zamanı texnoloji proseslər düzgün aparılmadıqda ekoloji çirklənmələr müşahidə edilir.

Qurğuşun (Pb) və onun birləşmələrinin toksiki xassələri

Ən toksik metallardan biri olub bir sıra beynəlxalq təşkilatların, o cümlədən Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının (ÜST), BTM-nin, toksik maddələrə və xəstəliklər üzrə Amerika agentliyi və digər ölkələrin analoji dövlət təşkilatlarının prioritet çirkləndirici maddələrin siyahısına daxil edilmişdir. Qurğuşun ətraf mühitə etilləşdirilmiş benzinlə işləyən avtomobillərin tullantıları ilə, metallurgiya müəssisələri, poliqrafiya müəssisələri, maşınqayırma istehsalı, akkumulyator istehsalı və digər qurğuşun tərkibli məhsullar istehsal edən müəssisələrin tullantıları ilə daxil olur. Etilləşdirilmiş benzindən bir çox ölkələrdə istifadə edilməsinin qadağan olunması ilə əlaqədar son illər atmosfer havasında qurğuşunun konsentrasiyası xeyli azalmışdır.

Qurğuşunun yol verilən konsentrasiyası (YVK) atmosfer havasında 0,3 mkq/m^3, su mənbələri suyunda 30 mk/m^3 (ÜST-nin tövsiyəsinə əsasən – 10 mk/l) müəyyən edilmişdir. Torpaqda qurğuşunun təxmini YVK-sı aşağıdakı kimi təşkil edir: qumlu və qumluca torpaqlarda – 32, turş (gillicə və gilli) torpaqlarda – 65 və neytral turşuluğa yaxın torpaqlarda – 130 mq/kq.

Ətraf mühitdə qurğuşunun miqdarı. Hazırda praktiki olaraq ətraf mühitin bütün komponentləri qurğuşunla çirklənməyə məruz qalmışdır. Atmosfer havasından başqa qurğuşuna içməli sularda, torpaqda və qida məhsullarında da rast gəlinir. Qurğuşun içməli suya polivinilxlorid məmulatlarından istifadə etməklə əlaqədar daxil ola bilər, bura tərkibində iki və üç əsaslı qurğuşun-sulfat, ikiəsaslı qruğuşun-stearat və birəsaslı qurğuşun-karbonat olan stabilizatorlar aiddir. İzafi miqdarda qurğuşun içməli suya metallurgiya və digər istehsalatlara yaxın yerləşən yaşayış məntəqələrində daxil ola bilər.

Əlvan metallar istehsal edən şəhərlərdə torpağın tərkibində qurğuşunun miqdarı 1000-2000 mq/kq-a çata bilər. Torpağın qurğuşunla yüksək səviyyədə çirklənməsi, xüsusilə, qurğuşun əridilməsi və qurğuşun tərkibli akkumulyatorlar istehsal edən müəssisələr yerləşən şəhərlərdə müşahidə olunur. Torpağı yüksək səviyyədə qurğuşunla çirklənən şəhərlərdə sahə kənd təsərrüfatı məhsulları üçün istifadə olunduqda təbii ki, qurğuşun qida məhsuluna keçir. Belə torpaqda becərilən tərəvəzin tərkibində qurğuşunun miqdarı 1,5-2,5 mq/kq təşkil edir (YVK isə 0,5 mq/kq-dır).

Qurğuşunun sağlamlığa təsiri. Qurğuşunun insanlara təsiri ən qədim zamanlardan məlumdur. Qədim Romada qurğuşun bahalı qabların hazırlanmasında, şərab istehsalında, su kəməri borularında istifadə edilirdi. Bunun nəticəsində romalılar qurğuşunla zəhərlənmədən əziyyət çəkirdilər, bunu Roma zadəganlarının sümüklərində qurğuşunun yüksək səviyyədə olması təsdiq edir. Qədim Romanın zəifləməsi (dağılması) səbəblərindən biri, Roma zadəganlarının qurğuşunla xroniki zəhərlənməsi rəvayəti mövcuddur.

İnsan orqanizminə qurğuşunun əsas hissəsi (70-80%) qida ilə, 10%-dən çoxu su ilə, 2-25%-ə qədəri isə atmosfer havasından daxil olur. Siqaret çəkənlər hər siqaret dənəsindən əlavə olaraq 1 mkq qurğuşun qəbul edir. ÜST insan orqanizminə həftə ərzində daxil olacaq normativ miqdarını onun bədəninin kütləsinin 0,05 mq/kq, FAO isə 3 mq/kq (04 mq/sutka) qədər müəyyənləşdirir.

Qeyri-üzvi qurğuşun respirator (nəfəs) və mədə-bağırsaq traktından keçdikdə orqanizm tərəfindən sorulur. Qana daxil olan qurğuşunun hamısı eritrositlər tərəfindən absorbsiya olunur və sümüklərdə toplanır. Qurğuşunun sümüklərdən yarımtəmizlənməsi 27 il davam edir. Bir çox tədqiqatların məlumatına əsasən müasir insanın orqanizmində qurğuşunun miqdarı bizim əcdadlarımızda olan «təbii» səviyyədən 100 dəfə artıqdır. Həm də hazırda dırnaqlarda toplanan qurğuşunun miqdarı bizim eradan əvvəlki insanlara nisbətən 7 dəfə, IV-XVIII əsrlərdə yaşayan insanlara nisbətən isə 2-5 dəfə çoxdur. Qrenlandiya, Antarktida buz laylarındakı qurğuşunun miqdarının öyrənilməsi göstərdi ki, son 3 min ildə atmosferdə onun konsentrasiyası 100 dəfə artmışdır. Qurğuşunun yüksək konsentrasiyası reproduktiv, əsəb (sinir), ürək-damar, immunitet və endokrin sistemlərinin dəyişməsinə səbəb olur. Onun toksiki təsiri böyrəklərin funksional vəziyyətinin dəyişməsində, hemoqlobinin əsası – hemin sintezində, oksidləşmə metabolizmin proseslərində və mübadilə enerjisində təzahür edir.

Qurğuşunun psixi əsəb statusuna təsiri. Qurğuşunun təsirilə fəhlələrdə mərkəzi əsəb sisteminin zədələnməsi astenik sindromla (kəskin zəiflik, yuxunun pozulması, baş ağrıları, hafizənin və diqqətin aşağı düşməsi), qorxu hissinin, depressiyanın formalaşması ilə səciyyələnir, hərəkət pozuntuları ilə müşayiət

olunur (iflicə qədər). Əsəbilik əyilmə (kənara çıxma) kiçik uşaqlarda aşkar edilmişdir. Onlarda psixomotor reaksiyasını qurğuşunun orqanizmə daxil olmasını çirklənmiş torpaqla təmasda olmuş barmaqlarını, oyuncaqlarını yalamaqla əlaqələndirirlər. Qruğuşunun təsiri ilə böyrəklərin funksiyasının pozulması, hələ XIX əsrdə qurğuşunlu boyalarla işləyən rəssamların sağlamlığını yoxlayarkən qeydə alınmışdır. Qurğuşunun uzun müddət orqanizmə daxil olduqda əvvəlcə böyrək kanallarında öz vəziyyətinə qayıda bilmə dəyişiklikləri baş verir. Sonralar isə daha kəskin ağırlaşmalar olur, bu isə xroniki, dönməyən nefropatiyanın inkişafı ilə nəticələnə bilər və böyrək çatışmazlığına keçər. Qurğuşunla 10 ildən artıq təmasda olan adamlarda xroniki nefropatiyanın inkişaf risk dərəcəsi çoxalır, böyrək xəstəliklərindən ölənlərin sayının artması müşahidə olunur. Qurğuşunun təsirindən həm də xüsusilə çirklənmə rayonlarının yaxınlığında yaşayan uşaqların sidikayırma sistemi əziyyət çəkir. Məsələn, Sankt-Peterburqda akkumulyator zavodunun yaxınlığında yaşayan uşaqların böyrəklərinin fəaliyyətinin pozulması aşkar edilmişdir. Onların sidiklərində oksalatların miqdarının və sidiyin fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişməsi qeydə alınmışdır.

Qurğuşunun ürək-damar sisteminə təsiri. Qurğuşunun təsiri miokardada biokimyəvi pozuntularla nəticələnir, bu isə natrium-kalsium mübadiləsinin inqibirobaniyası hesabına mitoxondrin zədələnməsi ilə əlaqədardır. Sankt-Peterburqda akkumulyator zavodunun yaxınlığında yaşayan uşaqların qanının tərkibində qurğuşunun miqdarı çox olduğundan (100 ml qanda 20 mkq-dan artıq) onlarda ürək-damar sistemində müəyyən dərəcədə funksional dəyişikliklər, qismən ürəyin yığılma funksiyasının aşağı düşməsi aşkar edilmişdir. İnsanın orqanizminə daxil olan qurğuşun sümüklərdə toplanır. Onun uzun müddətli təsiri dayaq-hərəkət aparatına da təsir göstərərək, asteoporozun inkişafına səbəb ola bilər, bundan çox vaxt 50 yaşdan yuxarı qadınlar əziyyət çəkir.

Saçlarda qurğuşunun miqdarı. Onun təsir göstəricisi olmasa da, bir sıra ölkələrdə ekoloji-epidemioloji tədqiqatlar apardıqda, uşaq və böyüklərin saçlarında qurğuşunun konsentrasiyasının təyini metodlarından istifadə olunur. Belə ki, işçi personalının saçlarında qurğuşunun miqdarı 70 mkq/q-dan (100 ml qanda 40 mkq konsentrasiyasına uyğun gəlir) artıq olmamalıdır. Uşaqlarda yol verilən konsentrasiya 8-9 mkq/q tövsiyə olunmuşdur, hazırda isə onu uşaqlarda 3 mq/q-a, böyüklərdə isə 6 mk/q-a qədər azaltmaq fikri irəli sürülür.

Arsen (As). Bu metal şərti olaraq esensial mikroelementi sayılır. Təbii halda onun bioloji transformasiyasının nəticəsi metilləşmiş birləşmələri halında mövcuddur. Arsen ətraf mühitə çirkab suları və metallurgiya istehsalı tullantıları (xüsusilə mis və qızıl ərintilərindən), dəri və azot gübrələri zavodlarından, həmçinin arsentərkibli kömürün yandırılmasından, insektofunqisidlərin istehsalı

və istifadəsi zamanı atılır. Müəyyən şəraitlərdə o, dib çöküntülərindən maye fazaya miqrasiya edərək, səthi su mənbələrini çirkləndirir. Rusiyada arsenin ortasutkalıq YVK havada 0,3 mkq/m^3, su mənbələri sularında 10 mkq (səhiyyətoksikoloji göstərici), qumlu və qumluca torpaqda 2 mq/kq, turş torpaqda 5 mq/kq, neytral torpaqda 10 mq/kq təşkil edir. Qida məhsulları üçün ortasutkalıq YVK mq/kq hesabı ilə aşağıdakı kimidir: taxıl, qrupa, un – 0,2-03; tərəvəz və meyvələr – 02; ət və balıq – 0,1; şirinsu balığı – 1,0; dəniz balığı -5,0; uşaq qida məhsulları – 0,05-0,5. ÜST-in tövsiyəsinə görə içməli suda arsenin miqdarı 50 mkq/l; arsenin qeyri-üzvi birləşmələrinin yol verilən dozası 2 mkq/kq kütlə göstərilir.

Arsenin ətraf mühitdə miqdarı. Atmosfer havasında arsenin miqdarı kənd rayonlarında 0,001-0,01 mkq/m^{-3}, şəhərlərdə 0,003-0,01 mkq/m^{-3}-ə çatır. Yüksək konsentrasiyalı arsen tərkibli kömürün yandırılması zamanı atmosferdə onun miqdarı xeyli yüksəkdir. Əksər su hövzələrinin suyunda arsenin konsentrasiyası YVK-nin səviyyəsindən çox olmur, lakin bəzi regionların yeraltı sularında o, xeyli artıq ola bilər. Bu, suların arsen ilə zəngin təbii xam mədənlərdən keçməsi ilə əlaqədardır. İçməli suda arsenin konsentrasiyasının yüksək olması su hövzələrinin sənaye çirkab suları ilə çirklənməsi nəticəsində və ya arsentərkibli reagent qarışıqlı (məs. ammonium-sulfat) pestisidlərdən istifadə edilməsilə də bağlıdır. Arsen üç və beşvalentli halda, həmçinin üzvi formada ola bilər. Üçvalentli birləşmələri adətən beşvalentlilərdən daha toksik olur.

Arsenin sağlamlığa təsiri. Arsen birləşmələrinin toksikliyi, onun orqanizmdən ayrılması sürəti və orqan və toxumalarda toplanma dərəcəsindən asılıdır. İşçilərdə xroniki arsen intoksasiyası aşağıdakı simptomların kombinasiyası ilə səciyyələnir: əsəb, mədə-bağırsaq, kardiovaskulyar və respirator pozuntuları, hemolit kənarlaşma, dəri zədələnməsi, qaraciyər və böyrəklərin funksional pozulması. Arsen birinci, ən təhlükəli kanserogen maddələr qrupuna aiddir. Arsenin 10-100 mkq/m^{-3} dərəcəsində xroniki təsiri (1 ildən artıq) ağciyərdə xərçəng xəstəliyinin baş vermə tezliyini artırır. Bu hala metallurgiya zavodları və arsentərkibli pestisidlər istehsal edən müəssisələrin işçilərində daha çox rast gəlinir. Siqaretçəkmə arsenin kanserogen effektini dərinləşdirir. Su ilə daxil olan konsentrasiyalı arsenin mövcudluğu şəraitində əhalinin ümumi qrupunun sağlamlıq vəziyyətinin dəyişməsi bir sıra ölkələrin tədqiqatçıları tərəfindən qeyd edilmişdir. Məsələn, dəridə xərçəng xəstəliyinin baş verməsi bununla izah edilir. Belə ki, Tayvan adasında dəridə xərçəng xəstəliyinin yayılması ilə quyu suyunda arsenin miqdarında müəyyən asılılıq aşkar edilmişdir. Məhz, bu adanın sakinlərində «qara ayaq» və ya «qara daban» xəstəliyi peyda olmuşdur. Bu, 400-600 mkq/l səviyyəsində olan sudan istifadə olunması ilə bağlıdır. Qanq körfəzində (Hindistan) dərin olmayan artezian quyularından çıxan tərkibində yüksək

konsentrasiyalı arsen olan içməli sudan istifadə edən əhalidə qaraciyər və dalağın böyüməsi, dərinin hiperpiqmentasiyası aşkar edilmişdir, bu arsenlə zəhərlənmə üçün səciyyəvidir. Müəyyən edilmişdir ki, bu xəstəliyin yayılması insanın yaşı artdıqca çoxalır və uzun müddət arsenlə çirklənmiş sudan istifadə olunması ilə müəyyənləşdirilir. «Qara ayaq» xəstəliyi içməli suda arsenin miqdarı 600 mq/l olan Şimali Çilidə qeydə alınmışdır. Əhali bu sudan 15 ildir ki, istifadə edirdi. Hazırda dünyanın müxtəlif ölkələrində (Hindistan, Banqladeş, Çili, Argentina, Rumıniya) orqanizmə içməli su ilə daxil olan müxtəlif dozalarda arsenin əhalinin sağlamlığına təsirinin qiymətləndirilməsi üzrə ekoloji-epidemioloji tədqiqatlar yerinə yetirilir. Belə ki, Banqladeşdə tərkibində 10000 mkq/l olan içməli sudan istifadə olunması ilə əlaqədar daxili səbəblərdən törəyən abortların, ölü doğulmuş uşaqların və qadınlar arasında vaxtından qabaq doğumla bağlı ölkələrin sayı artmışdır.

Sidikdə və saçlarda arsenin konsentrasiyasının öyrənilməsi diaqnostik əhəmiyyətə malikdir. Orqanizmə daxil olan arsen saçın strukturuna daxil olur, onun yüksək dərəcədə toplanmasını saçlarda olan keratinin miqdarının çox olması təsdiq edir. Çex tədqiqatçıları tərəfindən (V.Bencho, 1977), tərkibində yüksək miqdarda arsen olan yerli kömürlə uşaqlarda eşitmənin pozulması aşkar edilmişdir. Saçlarda arsenin yol verilən miqdarı 1 mkq/q olması tövsiyə olunmuşdur. Rusiyada uşaqların saçlarında arsenin miqdarı 01-03 mkq/q-ı keçmir. Tərkibində arsenin miqdarı yüksək (220 mkq/l) olan sudan istifadə etdikdə onun saçlarda konsentrasiyasının çox olması (Alyaska, Ferbensk şəhəri) aşkar olunmuşdur. Beləliklə, saçlarda və suda arsenin miqdarı ilə sıx korrelyasiya mövcuddur. Saçlarda arsenin toplanması içməli suyun tərkibində arsenin miqdarı 10 mkq/l (yəni YVK səviyyəsində) olduqda başlayır. Tərkibində 500 mkq/l arsen olan (50 YVK) içməli sudan istifadə edən adamlarda dərinin spesifik zədələnməsi (arsenli melanoz və keratoz) baş verir. Arsenin təsirinin effektinin təyin edilməsində bu elementin sidikdə analizindən də istifadə olunur. İstehsalat şəraitində arsenin təsirinə məruz qalmayan şəxslərin sidiyində onun miqdarı 10-50 mkq/l arasında olmalıdır. ABŞ əmək gigiyenstlər Assosiasiyası tərəfindən sidikdə arsenin miqdarının normativ səviyyəsi 70 mkq/l tövsiyə olunur; arsenin miqdarı iş həftəsinin sonunda ölçülür.

Stibium (Sb). Stibiumun birləşmələri xalq təsərrüfatında geniş tətbiq edilməkdədir. Stibium – kalium tartarat $SbO(C_4H_4O_6)K{\cdot}0,5H_2O$, Sb_2O_3, Sb_2O_5, Sb_2S_5 – qabların üzərinə emal təbəqəsi çəkmək üçün, şüşə istehsalında, toxuculuq sənayesində, oda davamlı parçaların, rezinin istehsalında istifadə olunur. Stibium birləşmələri tibbdə və kosmetikada geniş tətbiq edilir. Surmin, stibenil, neostibazon, solyusurmin kimi dərman preparatlarında stibium birləşmələri əsas tərkib hissəni təşkil edir. Stibium birləşmələri böyük dozada istifadə edildikdə

zəhərlənmə hadisələri baş verir. Belə ki, $SbO(C_4H_4O_6)K \cdot 0,5H_2O$-nun 150 milliqramı ölüm dozası hesab olunur. Qədimdə qadınlar stibiumdan qaşların və kirpiklərin rənglənməsində istifadə edirdilər. Sürmə - stibium türk sözü olub onların birləşmələrinin tətbiqi zamanı meydana gəlmişdir. Stibiumun birləşmələri orqanizmdə uzun müddət qalaraq qaraciyərdə və böyrəklərdə toplanır ki, bu da patoloji xəstəliklər törədir. Odur ki, stibium birləşmələrinin istehsalı və tətbiqi zamanı ekologiya çirklənir. Zavod tullantıları atmosferə və yer qabığına yayılaraq uzun müddət dəyişmir.

Bismut (Bi). Bismut metal və birləşmələr halında xalq təsərrüfatında geniş tətbiq edilir. Metal bismut aşağı temperaturda əriyən ərintilərin alınmasında istifadə edilir. Bismut birləşmələrindən fotoqrafiyada, kosmetik preparatların hazırlanmasında, tibbdə ($BiOCl$; $Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$, $Bi(NO_3)_3 \cdot Bi(OH)_3$) istifadə olunur. Bismut oksiddən – Bi_2O_3 büllur şüşə istehsalında istifadə olunur. Bismutun suda həll olan duzlarından tibbdə dəri-zöhrəvi xəstəliklərində indi də istifadə olunur. Onların tətbiqi zamanı orqanizmdən və tətbiq zonasından asılı olaraq zəhərlənmə hadisələri baş verə bilər. Bismut birləşmələri ilə zəhərlənmə zamanı sinir sisteminin pozğunluqları müşahidə olunur. Orqanizmə təbii yolla daxil olan bismut birləşmələri mədə şirəsində olan birləşmələrlə, süd turşusu və başqa üzvi maddələrlə asan həll olan kompleks duzlar əmələ gətirərək asanlıqla qana sorula bilir. Bismut birləşmələri orqanizmdə uzun müddət qala bilir. Tər vəziləri ilə xaric olunan bismut birləşmələri dəridə səpişiklər və yaralar əmələ gətirmək xassəsinə malikdir.

11. Dövri sisitemin VI, VII və VIII qrup elementlərinin və onların birləşmələrinin toksiki xassələri

Manqan (Mn). Son illərdə manqanın birləşmələri xalq təsərrüfatında geniş tətbiq edilməkdədir. Manqan elementinin orqanizmdə mikroelement kimi əhəmiyyəti ilə yanaşı, onun çox miqdarı güclü zəhər olub hüceyrənin protoplazmasını dağıdaraq ağır fəsadlar əmələ gətirir. Manqan birləşmələri mərkəzi sinir sisteminin, böyrəklərin, ağ ciyər və qan-damar sisteminin fəaliyyətinə güclü təsir göstərir. Manqan birləşmələri şüşə istehsalında (rəngli şüşələrin alınması), metallurgiyada (ərintilərin alınması), tekstil sənayesində (parçalar üzərində rəngli naxışların və şəkillərin alınması), məişət qablarına emal örtüklərin çəkilməsində istifadə olunur. Kalium-permanqanat duzundan isə tibbdə istifadə olunur. Onun istifadəsi zamanı tətbiq dozasına əməl olunmadıqda güclü zəhərlənmələr baş verir. Ölüm dozası 15 – 20 qram olaraq müəyyənləşdirilmişdir. Kalium permanqanat güclü oksidləşdirici olduğundan mədə bağırsaq qişasını dağıdaraq qanaxmaya səbəb olur. Orqanizmdə manqan qaraciyərdə və böyrəklərdə birləşmələr şəklində toplanır. Orqanizmdə 1,8 mq Mn element şəklində vardır. Bu miqdar çox olduqda mənfi təsir göstərməyə başlayır. Belə ki, qanın hemoqlobinində dəmirin antaqonistinə çevrilərək qan dövranının normal funksiyasını pozur. Manqan filizlərindən MnO_2 alınarkən texnoloji prosesə düzgün əməl olunmadıqda manqan birləşmələri toz halında atmosferə yayılır. Bu cür hava ilə tənəffüs etdikdə mərkəzi sinir sisteminin pozulması halları müşahidə edilir. Manqan birləşmələrinin havada miqdarı 0,003 mq/l-dən çox olmamalıdır. SSRİ zamanında Bakıda MnO_2 istehsal olunurdu. Bu zaman ekologiyanın çirklənməsi labüd proses olaraq qalırdı.

Xrom (Cr). Xrom birləşmələri xalq təsərrüfatında geniş istifadə edilir. Dəmiri korroziyadan qorumaq üçün üzərinə xrom təbəqəsi çökdürülür. Dəri-gön məmulatlarının aşılanması və rənglənməsi zamanı xrom birləşmələrindən istifadə olunur. Əvvəllər xrom birləşmələrindən (xromat və bixromatlar) kənd təsərrüfatında insektisid kimi istifadə olunurdu. Qüvvətli zəhər hesab edildiyindən onların tətbiqi dayandırılmışdır. Buna baxmayaraq xrom birləşmələrinin istehsalı, xromlu məişət əşyalarının hazırlanması zamanı tullantıların su hövzələrinə axıdılması baş verir ki, bu da ekologiyanın korlanması ilə müşahidə olunur.

Nikel (Ni). Nikel atmosfer havasına metallurgiya zavodlarının, mədən çıxarma müəssisələrinin, daş kömür və mazutla işləyən energetik qurğuları tullantıları ilə daxil olur. Normalaşdırmanın mövcud nəzarət metodlarına uyğun olaraq, atmosfer havasında nikel metalının miqdarı təyin edilir. Onun YVK-sı 1 mkq/m^{-3} təşkil edir. Nikel kanserogen maddə (I qrup) sayılır. ÜST-nin Avropa

Bürosunun tövsiyəsinə uyğun olaraq nikelin ömürlük kanserogen riski $3,8 \cdot 10^{-4}$-ə bərabərdir. Nikelin və onun birləşmələrinin suda YVK-ı 100 mkq/l; torpaqda təxmini yol verilən konsentrasiyası (TYK) torpağın tipindən asılı olaraq 20-60 mq/kq arasında dəyişir.

Nikelin insan sağlamlığına təsiri. Orqanizmdə nikel zəruri elementlərdən biridir. Bitkilərdə miqdarı (yaşhalda çəkisinə görə hesablandıqda) $5 \cdot 10^{-5}$%, heyvandarlıqda $1,0 \cdot 10^{-6}$%-dir. Heyvanların qaraciyəri, dərisi və endokrin vəzilərində olur. Müəyyən edilmişdir ki, o, arginaza fermentlərini aktivləşdirir və oksidləşdirmə proseslərinə müsbət təsir göstərir. Lakin normadan artıq olduqda insanda müxtəlfi xəstəliklərə səbəb olur. Nikelə xroniki intoksikasiya burun-udlaq və ağciyər peşə xəstəliklərinin baş verməsinə səbəb olur, bədxassəli yeni törəmələrin əmələ gəlməsinə risk yaranır, dərinin allergiya zədələnməsi (dermatit və ekzema) müşahidə edilir. İşçilərin ağciyər xərçəngindən ölüm riskinin artması havada nikelin konsentrasiyası 500-1000 mkq/m^{-3} olduqda başlayır. Rusiyada – Norilskidə nikel istehsalı ilə məşğul olan işçilərdə ağciyər xərçəngi xəstəliklərinin və onunla əlaqədar ölüm hallarının olması hələ 30 il əvvəl (1970-ci illər) müəyyən edilmişdir. Həm də nikel istehsalı işçilərində ağciyərin xərçəngi xəstəlikləri tez-tez baş verməklə, eyni zamanda cavan yaşlarından başlayır. Hazırda Şimali Qafqaz gigiyena və cəmiyyətin sağlamlığı Elmi Mərkəzinin əməkdaşları, işçilərin və dünyada ən iri metallurgiya kombinatı «Severonikel» yerləşən Kola yarımadası əhalisinin sağlamlığına nikelin təsirinin müəyyənləşdirilməsi üzrə dəqiq tədqiqatlar aparır. 1996-cı ildə yerinə yetirilən tədqiqatların nəticəsi göstərir ki, Nikel qəsəbəsində (əhalisi 17 min nəfər) və Zapolyarnı şəhərində (əhalisi 19 min nəfər) kükürd 2 oksidinin atmosferdə konsentrasiyası YVK-dan 12-20 dəfə çoxdur. SO_2-nin və nikelin həllolunmayan birləşmələrinin miqdarı küləksiz havada daha yüksək olur; belə ki, kükürd dioksidinin konsentrasiyası 1500 mkq/m^3-ə çata bilər, bu isə YVK-dan 30 dəfə artıqdır. Kombinatı əhatə edən ərazi mis, nikel və kobaltla intensiv çirklənmişdir. A.V.Yevseyenin (1996) məlumatına görə ərazidə nikelin torpaqda miqdarı 1500-4000 mq/kq təşkil edir, TYK isə müxtəlif torpaq tipləri üçün 20-80 mq/kq-dır; mis –3000-4000 mq/kq (TYK – 33-132 mq/kq); kobalt– 200 mq/kq təşkil edir. Metallar göbələk və giləmeyvələrdə (-mərcangilə, cır mərsin, sarı böyürtkən) toplanır, onlar isə yerli əhali tərəfindən yığılıb istifadə edilir. Kola yarımadası əhalisində sidikdə nikelin miqdar səviyyəsi ora yaxın yerləşən Norveçin əhalisindəkindən yüksəkdir. Rusiya – Norveç layihəsinin nəticələrinə görə nikelin ən yüksək konsentrasiyası Nikel qəsəbəsi əhalisinin sidiyində aşkar edilmişdir (3,4 mkq/l), bu, atmosfer havasının nikellə çirklənməsinin lokal effektini təsdiq edir.

12. Davamlı üzvi çirkləndiricilər (DÜÇ) və onların insanın sağlamlığına təsiri

Davamlı üzvi çirkləndiricilər xlor üzvi birləşmələr sinfinə daxildir. Onun əsas xüsusiyyəti ətraf mühitdə on və yüz illərlə dəyişilmədən qalması qabiliyyətidir. Onların bəziləri canlı orqanizmlərin toxumalarında toplanır, həm də onların konsentrasiyası qida zənciri ilə hərəkət etdikcə artır. Son zamanlar xlor üzvi çirkləndiricilərin öyrənilməsinə diqqətin artması, onun hətta sənaye istehsalı və insan fəaliyyətinin təsiri olmayan ərazilərdə (məsələn Arktikada) aşkar olunmasıdır. Dünyada ən təhlükəli DÜÇ-in siyahısına aşağıdakı 12 birləşmə daxildir: arzu olunmayan əlavə üzvi məhsullar – polixlordibenzodioksinlər (PXDD) və polixlordibenzofuranlar (PXDF), sənaye məhsulları polixlorbifenillər (PXB) və heksaxlorbenzol (HXB), həmçinin 8 pestisidlər (DDT, aldrin, dieldrin, endrin, xlordan, mikers, toksafen və heptaxlor).

2002-ci ildə dünyanın bir çox ölkələri DÜÇ üzrə Stokholm konvensiyasını təsdiq etdilər. Konvensiyanın tərəfləri müəyyən məqsədlə DÜÇ-nin istehsalı və istifadəsi nəticəsində əmələ gələn tullantıların azaldılması və ya ləğv edilməsi, bu istiqamətdə tədqiqatların aparılması, bu məsələlər ilə cəmiyyəti məlumatlandırmaq və xəbərdarlıq etmək üzrə əsas fəaliyyətlərin (işlərin) yerinə yetirilməsi haqqında sazişə gəldilər. DÜÇ-lərin əksəriyyəti kanserogen maddələrdir. Onlardan ən toksikləri dioksin 2, 3, 7, 8, TXDD (tetraxlordibenzo-n dioksin) MAİR I qrup maddələrə aid edilib, onun bədxassəli yeni törəmələr əmələ gətirməsi tam təsdiqini tapmışdır. Ekoloji-epidemioloji tədqiqatlar göstərir ki, DÜÇ politrop təsirə malikdir, aqrar rayonlarda o, pestisidlərin təsiri ilə, sənaye mərkəzlərində və tikinti yerlərində isə – dioksinlər və PXB-in tullantıları ilə əlaqədardır.

DÜÇ-nin insanın sağlamlığına və ekosistemin vəziyyətinə təsiri	
Maddə	*Təsir*
DDT	Yaşıl yosunların sintezinin boğulması; Heyvanların reproduktiv funksiyasının pozulması; İnsan üçün kanserogen ehtimalı (MAİR-2V- qrupu); Süd vəzilərində xərçəngin inkişafında mümkün ola bilən faktor. Yüksək dozada sinir sisteminə təsiri (konvulsin, tremor, əzələ zəifliyi).
Endrin, dieldrin, eldrin	Heyvanlarda immun sisteminin pozulması; Sinir sisteminin pozulması, yüksək səviyyədə qaraciyərin funksiyasına təsir göstərir; Reproduktiv funksiya və davranışa təsir (dieldrin).

Xlordan	İnsan üçün kanserogen ehtimalı (2V MAİR); yüksək konsentrasiyada süd vəzilərində şişin əmələ gəlməsinə səbəb olur.
Heptaxlor	Sinir sisteminin və qaraciyərin funksiyasının pozulması
QXB (HXB)	İnsan üçün kanserogen ehtimalı (MAİR – 2V - qrupu). İstehsalatda görünən şəraitdə ağ qan hüceyrələrinin funksiyasının dəiyşməsi; Yüksək dozada görünən şəraitdə qaraciyərdə metabolik xəstəliyi aşkar edilir; Qalxanvari vəzinin böyüməsi.
Mirkers	İnsan üçün kanserogen ehtimalı (2V MAİR qrupu); İmmun sisteminin boğulması
Toksafen	Məməlilərdə reproduktiv funksiyanın pozulması; İnsan üçün kanserogen ehtimalı (2V MAİR)
PXDD və PXDF	TXDD – insan üçün kanserogen ehtimalı (1 MAİR qrupu); Süd vəziləri, ağciyər, mədə, qaraciyər və öd yollarında xərçəng riski faktoru, nevroloji effektlər (görmə qabiliyyətinin pozulması, nevropatiya və b.); Reproduktiv sağlamlığa təsiri, endokrin və immun sisteminə, endometrioza; az çəkili uşaqların doğulması, hormonal statusun pozulması, tibbi-genetik pozuntular (xromoson aberrasiyaların (kənarlaşma) sayının yüksəlməsi)
PXB	Heyvanlarda (su samuru, qartal, çay qaranquşu, suiti və b.) reproduktiv funksiyanın pozulması; İnsan üçün kanserogen (2A MAİR qrupu) ehtimalı, reproduktiv sağlamlığın pozulması, uşaqların əsəb-psixi inkişafına təsiri;

Dioksinlər. Atmosfer havasına dioksinlər/furanlar yanma prosesləri, metalların işlənməsi zamanı, məsələn, aqlomerasiya və əridilmə, qurutma, piroliz, krekinq və digər texnoloji proseslərin gedişində daxil olur. Dioksinlərin atmosfer havasına daxil olmasına aşağıdakı dörd şəraitin birləşməsi (uyğunluğu) səbəb olur: yüksək dərəcəli (200^0C-dən artıq) proseslər və (və ya) tam yanmaması, üzvi karbonun, xlorun və dioksin/furan tərkibli məhsulların mövcudluğu.

Dioksinlər suya əsasən xlordan istifadə olunan sellüloz-kağız və kimya sənayesinin, dioksinlərlə çirklənmiş qoruyucu hopduruculardan istifadə olunan müəssisələrin, xlorfenol herbisidlərdən toxuculuqda, dəri, oduncaq və digər

məhsulların örtükləri və rənglənməsində, yaxud hopdurulmasında istifadə edən müəssisələrin tullantılarından daxil olur.

Torpağın dioksinlərlə/furanlarla çirklənməsi bəzi pestisidlərdən və kanalizasiya lilindən istifadə edilməsi nəticəsində baş verir. Bir sıra istehsalatın, o cümlədən tibbi tullantılar, lil, kimya istehsalının tullantıları, pestisidlərin tullantıları, işlənmiş transformator yağları və bir çox başqalarının tullantılarının tərkibində dioksinlər olur. Bu maddələrin təbii mənbələri meşə və bozqır (step) yanğınları və vulkan fəaliyyəti hesab olunur.

Dioksinlərin toksikliyi və sağlamlığa təsiri. «Dioksinlər» termini işlətdikdə kimyəvi birləşmələr qrupu başa düşülür, bura – polixlorla dibenzo-n-dioksidlər (PXDD) və dibenzofuranlar (PXDF) daxildir. Hətta çox kiçik konsentrasiyalarda kəskin toksikliyini, ətraf mühitin bütün obyektlərdə və qida məhsullarında rast gəlinməsi, xarici təbii faktorların (oksidləşmə, hidroliz, qələvi turuşuların təsiri və s.) təsirinə qarşı davamlılığı nəzərə alınaraq dioksinlər supertoksikantlara aid edilir. Bu, onları qida zənciri ilə yüksək toplanmasına və miqrasiyasına səbəb olur. Orqanizmə daxil olarkən dioksinlər biotada öz konsentrasiyasını suya nisbətən 104-108 dəfədən artıq böyüdür. Onlar maddələr mübadiləsini pozaraq toxuma tənəffüsünü, kalsiumun və xolestrinin mübadiləsini, qaraciyərdə metabolizmi pozur. Dioksinlər sənayedə, təbii mühitdə və orqanizmdə bir qayda olaraq mürəkkəb qarışıq halında olur, ayrı-ayrılıqda komponentlər hərəsi öz təsir xüsusiyyətinə malikdir. Dioksinlərin/furanların izomerlərinin əksəriyyəti fiziki-kimyəvi xassələrinə görə fərqlənir. Bu izomerlər ətraf mühitdə onlara müxtəlif qarışıqlar və müxtəlif konsentrasiyalı halında rast gəlinir, bu isə onların təhlükəlik dərəcəsini qiymətləndirməyi çətinləşdirir. Bu baxımdan, dioksin və furanların toksiklik dərəcəsini qiymətləndirmək üçün ekvivalent toksikliyin beynəlxalq əmsal şkalaları (TƏ) hazırlanmışdır. Toksiklik vahidi kimi bu qrupun marker birləşmələrinin – bioloji aktivlik baxımından ən güclü və yaxşı öyrənilən 2, 3, 7, 8 – tetraxlordibenzo-n-dioksin (TXDD) görə toksiklik effekti qəbul edilmişdir. Dioksin və furanlar üçün TƏ-ni hesablamaq məqsədilə onların kütlə konsentrasiyası ekvivalent toksiklik əmsalına vurulur. Alınmış qiymətləri toplayaraq öyrənilən nümunənin toksiklik cəmi hesablanır. Hazırda hesablama aparılan zaman 1997-ci ildə ÜST tərəfindən qəbul edilən ekvivalent toksiklik dərəcəsinin qiymətlərindən istifadə olunur.

Qeyd edildiyi kimi, dioksinlər üçün orqanizmə politrop təsir səciyyəvidir, yəni onlar demək olar ki, bütün sistemlərə və insanın bütün orqanlarına təsir göstərir. Bu xüsusilə, istehsalatda yüksək konsentrasiya xlortərkibli pestisidlər və ya digər xlor üzvi maddələrin təsirində təzahür olunur. Təbii ki, məhz belə müəssisələrdə belə toksikantlarla təmasda olan işçilərdə spesifik nəticələr nəzərə alınacaq dərəcədə özünü göstərir. Onlarda dəri xəstəliklərinin (xlorakne) əmələ

gəlməsinə böyük risk vardır, depressiya, nevralgiya, lipid mübadiləsinin, immun statusunun pozuntuları, mərkəzi və periferik sinir sisteminin funksional dəyişməsi, libidonun aşağı düşməsi müşahidə olunur. Bu pozuntuların əksəriyyəti 25 ildən artıq dioksinlərlə təmasda olunan işçilərdə baş verir, lakin bəzi simptomlar cavan işçilərdə də görünür.

Dioksinlərin sonsuzluğun, daxili səbəblərdən törəyən abortların, ölü doğulanların, anadangəlmə qüsurların inkişafı ekoloji-epidemioloji tədqiqatlarla təsdiq olunmuşdur. 1997-ci ilin fevralında MAİR-in beynəlxalq ekspert komitəsi dioksinləri kanserogen təhlükəli birinci qrupa aid etdi. Son illərin tədqiqatlarında bu maddələrin qaraciyər kanserogenində rolu da təsdiq edilmişdir.

Dioksinlərin kanserogen təsirinin epidemioloji tədqiqatları göstərdi ki, xlor istehsalında işləyən fəhlələr arasında mədə, ağciyər, bağırsaqda xərçəng xəstəliklərindən, həmçinin yumşaq toxumaların və leykozların sarkomasından (qorxulu şişlərin bir növü) ölənlərin sayı 5,0-16,5 dəfə artmışdır.

Aparılan tədqiqatların nəticələri göstərir ki, TXDD əmələ gələn istehsalatda bir ildən artıq işləyən işçilərin ağciyər və mədələrində xərçəng və bəzi limfa növləri xəstəliklərinin baş verməsi riski 15% yüksəlmişdir, xlortərkibli pestisidlərin təsirinə məruz qalan qadınların süd vəzilərində xərçəngin əmələ gəlməsi hadisəsi də artmışdır. Süd vəzilərində dioksinlərin miqdarı şəhər sakinlərində kənd yerlərində yaşayanlara nisbətən artıqdır. Rusiyada dioksinin konsentrasiyası xlortərkibli istehsal müəssisələrinin yaxınlığında (Çapayevsk, Usolye-Sibirsk və b.) yaşayan qadınların süd vəzilərində 3 dəfə çox olmuşdur. Qazaxıstanda pambıq tarlalarının yaxınlığında yaşayan qadınların süd vəzilərində də dioksinin konsentrasiyası YVK-dan dəfələrlə çox olmuşdur.

Dioksini əks etdirən digər biosubstrat qan hesab olunur. Dünyanın müxtəlif ölkələrində dioksin təhlükəli istehsalatda işləyən işçilərin qanının tərkibində olan dioksinlərin müqayisəli təhlili göstərir ki, bu toksiki maddələrin miqdarının yüksək səviyyəsi Çapayevsk və Ufa kimyəvi zavodlarının fəhlələrində aşkar edilmişdir. Zavodun yaxınlığında yaşayan qadınlarda dioksinin miqdarı 3 dəfə artıq qeydə alınmışdır.

Polixlorlu bifenillər (PXB). PXB-in sintezi dünyada sənaye miqyasında 1920-ci illərin sonunda həyata keçirilməyə başlandı. 1970-ci illərdə bir sıra məhsulların hazırlanması zamanı ondan istifadə olunması qadağan edildi. Lakin PXB-in buraxılması davam etdirildi, çünki transformatorların, kondensatorların və müxtəlif hidravlik avadanlıqların yığılmasında ona tələbat çox idi. Kondensator və transformatorların sovol (PXB) və sovtal (PXB və trixlorbifenilin (TXB) qarışığı) doldurucuları ilə kütləvi buraxılmasına 1960-cı illərdən başlandı və 1989-1990-cı illərə qədər bu buraxılış dayandırılmadı. PXB-dən həm də lak, mum, sintetik qətran, epoksidli boyalar və gəmilərin alt hissəsi üçün rənglər, sürgü-soyuducu

mayelər və s. hazırlanmasında istifadə olunur. Yeni kondensatorlarda TXB əvəzinə ekoloji təhlükəsiz dielektrikdən istifadə edilir. PXB-nin çox hissəsi işləndikdən sonra zibilliklərə atılır və ya yandırılır. Onların atmosferə daxil olmasının bir yolu sayılır (bütün itkinin 50%-ə qədəri). Bundan başqa PXB atmosferə bilavasitə əlavə buxarlanma (6%) ilə də daxil olur.

PXB-in sağlamlığa təsiri. PXB də dioksinlər kimi reprodikutiv funksiyaya böyük təsir göstərir. Əhalinin PXB-in təsirinə məruz qalmasını müəyyən etmənin nəticələri aşkar olunmuşdur:

- qadınların PXB ilə çirklənmiş düyüdən istifadə etməsi nəticəsində ölü doğulan uşaqlar və uşaqlarda ölüm hadisəsi artmışdır.

- Tərkibində yüksək miqdarda PXB olan balıqla qidalanan anaların uşaqları azçəkili olmuşdur (ABŞ, Miçiqan ştatı); İsveçin Baltikyanı sahillərində balıqçıların (anaların) qanlarında PXB-in miqdarı müqayisə qrupuna nisbətən 30% çox olmuşdur.

- Qanlarında PXB-in miqdarı çox olan qadınların uşaqları anadangəlmə qüsurlarla doğulur.

MAİR PXB-ni 2A qrupuna, ABŞ-ın ətraf mühitin mühafizəsi Agentliyi isə insanda kanserogen ehtimalı qrupuna aid etmişdir.

Epidemioloji tədqiqatların nəticələrinə əsasən PXB-in təsiri ilə dəridə melanomanın, qaraciyərdə xərçəng xəstəliyinin, mədə-bağırsaq traktında (yolunda) şişlərin, digər bədxassəli yeni törəmələrin əmələ gəlməsi arasında əlaqəlik müəyyən edilmişdir. Əsasən müayinə kondensator istehsalı fəhlələrində aparılmışdır. Suyu PXB ilə çirklənmiş Miçiqan gölündə tutulmuş balıqla qidalanan anaların uşaqlarında əqli (zehni) göstəricilərin aşağı olması müşahidə olunmuşdur.

Uçucu üzvi birləşmələr (UÜB). UÜB-rə benzol, toluol və ksilol aiddir. Benzol ətraf mühitə çirkab suları ilə və əsas üzvi sintez istehsalı, neft-kimya və kimya-farmasevtik istehsalından, plastmass, partlayıcı maddələr, ion-mübadilə qətranı, lak, boyalar və süni dəri istehsalı müəssisələrindən daxil olur. O, nəqliyyatın buraxdığı qazların tərkibində də olur. Benzol su hövzələrindən havaya tez buxarlanır, o, torpaqdan bitkiyə transformasiya edə bilir. Atmosfer havasında benzolun miqdarı 3-160 mkq/m^{-3} arasında dəyişir. Havada daha yüksək konsentrasiya iri şəhərlərdə neftayırma zavodlarının yanında aşkar edilir. Kanserogen təsirilə yanaşı, benzol həmçinin mutagen, honadotoksik, embriotoksik, teratogen və allergik təsirə malikdir. Xroniki benzol intoksikasiya müşahidə olunan işçilərdə ən çox qanın və qanəmələgətirən orqanların, nisbətən az dərəcədə isə sinir sisteminin zədələnməsi baş verir. Sinir simptomatikası çox vaxt hematoloji dəyişkənliyin ağırlaşmasına (leykopeniya, trombositopeniya) səbəb olur. Benzolun uzun müddətli yüksək konsentrasiyada təsiri (0,6-40,0

mq/m^{-3}) xromosom aberrasiyasının böyüməsinə səbəb olur. Bir sıra epidemioloji tədqiqatlarla benzolun işçilərə təsirilə müxtəlif tip leykozların əmələ gəlməsi arasında səbəb əlaqəsi aşkar edilmişdir. Benzol içməli suya su təchizatı mənbəyinin çirkab suları ilə çirklənməsi nəticəsində, həmçinin suyu təmizləmək üçün işlədilən kömür süzgəclərdən daxil ola bilər. İçməli suda benzolun YVK-sı (zərərliyin səhiyyə-toksikoloji göstəricisi) 0,01 mq/l müəyyən olunmuşdur.

Səth sularında toluolun konsentrasiyası, bir qayda olaraq 10 mkq/l-dən artıq olmur. Toluol ümumi toksik təsirli zəhər olub kəskin və xroniki zəhərlənməyə səbəb olur. Bəzi müəlliflərə görə toluolla az dozada uzun müddət təmasda olduqda qana təsir göstərə bilər. Onun qıcıqlandırıcı effekti benzoldan da güclüdür. Toluolun zədələnməyən dəri ilə orqanizmə daxil olması təhlükə yaradır, belə ki, o, endokrin pozuntulara səbəb olur və iş qabiliyyətini aşağı salır. Lipidlərdə və yağlarda yüksək dərəcədə həll olduğundan əksər hallarda mərkəzi sinir sistemində toplanır. Su mənbələrinin suyunda toluolun YVK 0,5 mq/l təşkil edir. İçməli suya ksilollar əksər hallarda neftayırma müəssisələrinin çirkab suları ilə çirklənmiş su mənbələrindən daxil olur. Səthi sularda ksilolun miqdarı 2-8 mkq/l, su kəmərlərində 3-8 mkq/l-ə çatır. Onlar qrunt sularında uzun müddət qala bilir. Ksilollar qıcıqlandırıcı və embriotrop təsirə malikdir, reproduksiya proseslərini pozur və dəridən keçdikdə təhlükə yaradır.

13. Litosferin kimyəvi çirklənməsi

Litosfer Yerin bərk qabığı olub xarici və daxili geoloji proseslərin təsiri altında dönməz olaraq yeniləşir. Daimi olaraq geoloji proseslərin təsiri altında litosferin strukturu, tərkibi və xarici relyefi dəyişir. Yer qabığı Yerin uzun müddətli, dönməz inkişafı nəticəsində müasir mürəkkəb kimyəvi tərkibi və müxtəlif cinsli tektonik süxurları əldə etmişdir.

Yerin təkinin kimyəvi tərkibi daima dəyişir. Belə ki, təbii parçalanma prosesində uran və toriumdan davamlı elementlər – qurğuşun və helium əmələ gəlir. Alimlərin qiymətləndirməsinə görə yerdə uranın ^{235}U izotopunun miqdarı 2 milyard il bundan əvvəl 6 dəfə çox olmuşdur. Yer səthinin orta kimyəvi tərkibinin dəyişməsi mantiyadan bazalt axınları daxil olması nəticəsində baş verir. Belə axınlar keçən geoloji erada daha çox saylı olmuşdur. Səthdə olan dağ süxurlarının kimyəvi tərkibi ekzogen kimyəvi burulub çıxma proseslərindən asılıdır. Yağış və lay sularında olan oksigen, karbon qazı və digər qazlar oksidləşdirici və həlletmə qabliyyətlərinə malikdirlər. Dağ süxurlarının çatlarından və məsamələrindən birbaşa keçərək su bu süxurlardan xloridləri, sulfatları və karbonatları aparır. Daha davamlı minerallar yerində qalır. Krast prosesləri dağ suxurlarının massivlərinin bütövlüyünü pozurlar.

Nəticədə çöküntü suxurları laylarında boşluqlar əmələ gəlir. Onların üzərində Yer səthində uçqunlar və çökmə qatı yaranır. Belə hadisələr mülki, sənaye və hidrotexniki qurğular üçün təhlükəlidir.

Yeraltı sular laydan xırda dağ süxurlarını yuyub aparır və süxurun həll olan duzları yerini dəyişir. Süxurların tərkibi və strukturu dəyişir, onların məsaməliyi, suburaxmaq qabiliyyəti artır, möhkəmliyi azalır. Bu proseslər nəticəsində dağ süxurlarında yerləşən qatlar çökür və yuxarıda qıflar əmələ gəlir. Belə qıfların qalınlığı bir neçə yüz metrə çatır. Bu da tikintilərin özülünün deformasiya və dağılmasına səbəb olur.

Yerin litosferinin bərk təbəqəsi üzərində olan, mürəkkəb tərkibli yumşaq qat torpaq adlanır. Torpaq həm mineral, həm də üzvi maddələrə malikdir.

Torpaq bəzi elə xassələrə malikdir ki, hava və su mühiti belə xassələrə malik olmur. Torpağın hissəcikləri «xırda nüvəli filtr» əmələ gətirir. Bu filtrlər torpağa keçən suda olan bərk asılqanları buraxmır. Eyni zamanda torpağın məsamələri qidalı maddələrin toplandığı yer olur. Gil və humus hissəcikləri bütün sistemi "sementləyir".

Torpaq sıxlaşdıqda onun kimyəvi çirklənməsinin yeni forması əmələ gəlir. Ağır maşınlarla torpağın işlənməsi, küçə nəqliyyatı və tikintilər böyuk torpaq sahələrinin sıxlaşmasına səbəb olur ki, bu da onun məsamələrinin tutulmasına şərait yaradır. Nəticədə torpağın su tutumu və oksigen ilə təminatı azalır.

Sıxlaşdırılmış torpaqda reduksiya prosesləri gedir. Bu proses oksigenin qalığının nəmlənmə və ya torpağın digər qazlarının təsiri ilə sıxlaşdırılıb çıxarıldığı halda daha da sürətlənir. Oksigen itirməklə reduksiya reaksiyası aşağıdakı qaydada gedir. NO_3^-, Mn (IV), Mn (III), Fe (III), SO_4^{2-}, CO_2 və nəhayət H^+, NO_3^- ionların reduksiyası aşağıdakı kimi gedir.

$$NO_3^- \xrightarrow[(H)]{E_1} NO_2 \xrightarrow[(H)]{E_2} NO \xrightarrow[(H)]{E_3} N_2O \xrightarrow[(H)]{E_4} N_2$$

Nitratlar torpaqda mikroorqanizmlər tərəfindən emal olunaraq qeyd olunan sxem üzrə azota çevrilirlər.

E_1 – nitratreduktaza; E_2 – nitritreduktaza; E_3 – NO reduktaza; E_4 – N_2O reduktaza. Belə mikrobioloji yeniləşmə pH 4,5-dən çox olan torpaqda daha uğurla gedir. $NO_3^- \longrightarrow N_2$ çevrilmələr zəncirində NO_3^- ionlarının artıqlığı N_2O – nun N_2-yə çevrilməsinə mane olur və beləliklə də N_2O -nun atmosferə keçməsinə imkan yaranır. ^{15}N izotopuna malik azotlu gübrələrlə təcrübələr göstərir ki, qumlu torpaqlar 11-dən 25%-ə qədər, gilli torpaqlar 16-dan 31%-ə qədər, bataqlıq torpaqlar isə 19-dan 40%-ə qədər gübrənin əlaqələnmiş azotunu denitratlaşma yolu ilə atmosferə verir. Lakin N_2O-nun əsas hissəsini torpağın azotlu birləşmələri ayırır. Reaksiya məhsulları (N_2O və N_2) torpaqdan uçduğuna görə bitki azot çatışmazlığına məruz qalır.

Manqan torpaqda adətən pirolizit (MnO_2) şəklində olur. Reduksiya olunduqda o suda həll olan Mn^{2+} ionuna çevrilir və bitkilər tərəfindən mənimsənilir:

$$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \Longleftrightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$$

Manqan torpaqda toplanan elementlərə aid olsa da Mn^{2+} ionları suda yalnız aşağı qatılıqlarda rast gəlir. Yüksək qatılıqlarda o, zəhərlidir. Manqanın üzvi kompleksləri də davamsızdır və Mn^{2+} ionunu asanlıqla verir. Dəmir birləşmələri ilə də oxşar vəziyyətdir. pH-ın adi qiymətlərində dəmir torpaqda $Fe(OH)_3$ şəklində toplanır.

Oksigenin miqdarı az olduqda torpağın oksidləşdirici-reduksiyaedici potensialı azalır bu da Fe(III) ionunun Fe(II)–yə reduksiyasına səbəb olur.

$$Fe(OH)_3 + 3H^+ + e^- \longrightarrow Fe^{2+} + 3H_2O$$

Beləliklə də dəmir bitkilər tərəfindən mənimsənilən formaya keçir.

Dəmir, manqan və bir sıra digər metallar reduksiya olunduqdan sonra torpaqda yüksək mütəhərrikliyə malik olur.

Anaerob şəraitlərdə nitratsızlaşma ilə yanaşı sulfat ionunun sulfid formaya qədər reduksiyası da gedə bilir:

$$SO_4^{2-} + 8H^+ + 8e^- \longrightarrow S^{2-} + 4H_2O$$

Əvvəlcə torpaqda sulfat şəklində olan kükürd reduksiya nəticəsində sulfid ionlarına çevrilir və ağır metallarla pis həll olan sulfidlər əmələ gətirərək torpaqda

uzun müddət qala bilir. Qeyd olunan nümunələr göstərir ki, reduksiyaedici proseslər torpağın məhsuldarlığına əsaslı dərəcədə təsir edə bilir.

Turşu çirklənməsi və torpaq üçün nəticələr. Torpağın turşularla çirklənməsi həm təbii, həm də antropogen yolla olur. Xam humus əmələ gəlməsi hesabına torpaqda turşuluq artır. Antropogen turşu çirklənməsi də torpağa mənfi təsir edir. Turşu çirklənmələri on illərlə torpağın bufer sisteminə təsir edir. Belə torpaqlarda bitkilərin qidalanması üçün əhəmiyyətli olan ionların yuyulması qeyd olunur. Torpağa düşən protonlar kationları əvəz edir, nəticədə həmin ionlar dərin qatlara miqrasiya edir ki, burada da ağacların kökləri üçün əlçatmaz olur. Odur ki, torpağın pH-ı sabit qalsa da onun məhsuldarlığı azalır. Torpağın turşulaşmasının davam etməsini Fe^{2+} və Mg^{2+} ionlarının qatılığının azalması ilə təyin etmək olar.

Turşulaşma prosesində heç də torpaqların hamısı eyni miqdarda zəhərləyici Al^{3+} ionu ayırmır. Belə ki, torpaqların hamısı alüminiuma malik olan eyni miqdarda mineral saxlamır. Digər tərəfdən torpaqların pH-ı da müxtəlif olur.

Torpağın turşuluğunun artması ilə əlaqədar olan bütün dəyişikliklər bitkilərin inkişafını ləngidir.

Ağır metalların bitkilərin inkişafına təsiri. Antropogen mənşəli ağır metallar torpağa bərk və ya maye çöküntülər şəklində düşür. Qurğuşunun ionları az hərəkətli olduğundan onlar torpaqda toplana bilirlər.

Fosfatlarla zəngin olan torpaqlarda qurğuşun az həll olan fosfatlar şəklində çökə bilər: $Pb_3(PO_4)_2$, $Pb_4O(PO_4)_2$, $Pb_5(PO_4)_3OH$. Əgər torpaqda reduksiya üçün şərait varsa qurğuşun PbS və $PbSO_4$ şəklində çöküntülər əmələ gətirir.

Mis özünün yüksək hərəkətliliyi ilə əlaqədar olaraq torpaqdan qurğuşuna nəzərən daha asan yuyulur. Torpağın pH-ı 5-dən kiçik olduqda mis birləşmələrinin həll olması hiss olunacaq dərəcədə artır. Mis olduqca az miqdarlarda həyat fəaliyyəti üçün vacib olsa da bitkilərdə onun zəhərlilik effekti quru qalığın 1 kq-a 20 mq olduqda özünü göstərir. Misin qatılığı 0,1 mq/l olduqda mikroorqanizmlərə zərərli təsir göstərir. Torpaqda nisbətən hərəkətli elementlərdən biri də sinkdir. Torpağın pH-ı 6-dan kiçik olduqda sinkin həll olması artır. pH-ın yuxarı qiymətlərində və fosfatların iştirakı ilə bitkilər tərəfindən sinkin mənimsənilməsi çətinləşir. Meşə humus torpaqlarında sink toplanmır. Əksinə, daimi olaraq təbii yolla turş mühitin yaranması hesabına o, asanlıqla yuyulur. Bitkilər üçün sinkin 1 kq quru qalığa nəzərən miqdarı 200 mq olduqda zəhərlilik effekti yaranır. İnsan orqanizmi sinkə qarşı kifayət qədər davamlıdır və kənd təsərrüfatı məhsulları istifadə edərkən sinklə zəhərlənmə təhlükəsi yüksək olmur. Lakin, torpağın sinklə çirklənməsi ciddi ekoloji problem yaradır. Belə ki, bu halda bir sıra bitkilər məhv olur. Torpağın pH-ı 6-dan çox olduqda sink gil ilə qarşılıqlı təsirdə olduğundan onun torpaqda toplanması baş verir.

14. Mineral gübrələrin istifadəsinin ekoloji nəticələri

Müəyyən edilmişdir ki, mineral gübrələrin istifadəsindən lazımi nəticə əldə etmək üçün dünya üzrə onların istifadəsi hər adama 90 kq/il hesabı ilə olmalıdır. Mineral gübrələrin tətbiqinin ekoloji nəticələrinə üç nöqteyi-nəzərdən baxmaq lazımdır:

1. gübrələrin ekosistemə və torpağa yerli təsiri;
2. digər ekosistemlərə və onların manqalarına, hər şeydən əvvəl su mühitinə və atmosferə təsiri;
3. gübrələnmiş torpağın məhsullarının keyfiyyətinə və insan sağlamlığına təsiri.

Bəzi hallarda gübrənin verilməsi məhsulun artımına heç bir kömək etmir, əksinə məhsulun azalmasına səbəb olur. Torpaqda bir sistem kimi elə dəyişikliklər baş verir ki, bu dəyişikliklər məhsuldarlığın azalmasına səbəb olur. Belə dəyişikliklər aşağıdakılardır: turşuluq artır, torpaq orqanizmlərinin növ tərkibi dəyişir, maddələrin dövranı pozulur, strukturu dağılır, digər xassələr pisləşir.

Məlumdur ki, gübrələr, xüsusən də turş, azotlu gübrələr istifadə edildikdə torpaqdan kalsium və maqneziumun yuyulması baş verir. Bu hadisəni neytrallaşdırmaq üçün torpağa həmin elementlərin birləşmələri əlavə edilir.

Fosfor gübrələri azotlu gübrələr kimi turşulaşdırma effektinə malik olmasalar da onlar bitkilərdə sink aclığı yarada bilər və məhsulda stronsiumun toplanmasına səbəb ola bilər. Bir çox gübrələr əlavə qarışıqlara malik olurlar. Belə gübrələrin istifadəsi radioaktiv fonu artıra, ağır metalların proqressivləşən toplanmasına səbəb ola bilər. Bu nəticələrin aradan qaldırılmasının əsas üsulu gübrələrin lazımi miqdarda və elmi əsasda istifadəsidir. Mineral gübrələr həm bitkilərə, həm bitki məhsullarına, həm də bu məhsulları istifadə edən orqanizmlərə mənfi təsir göstərmək qabiliyyətinə malikdirlər. Azot gübrələrinin artıq miqdarlarında bitkilərin xəstələnmə riski artır. Azot gübrəsi çox miqdarda olduqda o yaşıl kütlədə həddən çox toplanır, bitkinin əyilərək yerə yatması ehtimalı artır. Fosfor və kalium bir qayda olaraq azotun mənfi təsirlərini azaldır. Lakin yüksək miqdarlarda bu elementlər də bitkilərin yüngül zəhərlənmə növlərinin (toksikozlar) əmələ gəlməsinə səbəb ola bilər.

Bir çox gübrələr, xüsusən də xlorlu gübrələr (ammonium xlorid, kalium xlorid) heyvanlara və insanlara su vasitəsilə mənfi təsir edirlər. Belə ki, həmin sularda gübrələrdən azad olmuş, xlor artıq miqdarda olur. Fosforlu gübrələrin mənfi təsiri əsasən onlarda olan flüor, ağır metallar və radioaktiv elementlərlə əlaqədardır. Hesab edirik ki, əsas mineral gübrələr haqqında məlumat vermək

məqsədəuyğundur. Belə ki, bu gübrələrin mənfi və müsbət xassələrini bilmədən, kortəbii istifadə etmək daha ciddi ekoloji problemlər yaradır.

Hazırda bir neçə növ ***azotlu gübrələr*** istehsal olunur:

Ammonium nitrat gübrələri: ammonium şorası, əhəng ammonyak şorası, ammonium sulfat-nitrat, maye ammoniakatlar;

Ammonyaklı gübrələr: ammonium sulfat, ammonium xlorid, maye ammonyak, ammonyaklı su;

Nitrat gübrələri: natrium şorası, kalsium şorası;

Amid gübrələri: karbamid, kalsium sianamid, karbamid-formaldehid gübrələri.

Ammonium şorası NH_4NO_3 34,7% azota malikdir. O, neytral və zəif turş xassəyə malik olur. NH_4NO_3 sürətlə və tam olaraq torpağın nəmində həll olur. NH_4NO_3-də olan NH_4^+ ionu torpaq tərəfindən udula bilir, nitrat ionu isə torpaq məhlulunda yüksək mütəhərrikliyə malik olur. Ammonium nitratı hər növ torpaqda və müxtəlif bitkilər üçün istifadə etmək olar. Əhəng-ammonium selitrasında 60% ammonium nitrat və 40% əhəngdaşı olur (onun tərkibində azot 20,5% təşkil edir). Bu gübrə kalsiumu az olan, turş küllü torpaqlarda daha faydalıdır.

Ammonium sulfat-nitrat (sulfonitrat) ammonium nitrat və ammonium sulfatın qarışığından ibarətdir və onda 25,5 – 26,5% azot olur. Bu gübrədə olan sulfat qrupu onun fizioloji turşuluğunu artırır. Bu gübrələr istənilən növ torpaqlarda istifadə oluna bilər.

Ammonium sulfatda $(NH_4)_2SO_4$ 20,5 – 21% azot olur. Bu gübrə torpağa verildikdə torpağın turşuluğu artır. Onu torpağa verməzdən əvvəl xırdalanmış təbaşir, əhəngdaşı, dolomit ilə neytrallaşdırmaq lazımdır. Ammonium xlorid NH_4Cl fizioloji turş gübrədir.

Nitrat azotu torpaqda fiziki-kimyəvi udulmaya məruz qalmır, mikroorqanizmlər tərəfindən mənimsənilir. Bu gübrə torpağın əsaslığını artırır. Bütün fosfat gübrələri üç qrupa bölünür: suda həll olanlar, yalnız zəif turşularda həll olanlar, suda həll olmayanlar və zəif turşularda pis həll olanlar. Birinci qrup gübrələr daha çox istifadə olunur.

Fosforlu gübrələr:

superfosfat CaH_2PO_4;

presipitat $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$;

fosfatit unu $Ca_3(PO_4)_2$;

kalsium metafosfat $Ca(PO_3)_2$.

Kalium gübrələri və onların tərkibi

Gübrə	***Kimyəvi tərkibi***	***K_2O-nun miqdarı (%-lə)***
Kalium xlorid	KCl	52 – 56
40%-li kalium duzu	KCl, KCl·NaCl	40
Silvinit	KCl·NaCl	12 – 15
Kalimaqnezium	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4$	26 – 28
Kalimaq	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4$	16 – 19
Kainit	$KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$	8 – 12
Karnallit	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$	12 – 13

Kalium gübrələrinin hamısı suda yaxşı həll olur, torpaqda tez qarşılıqlı təsirdə olur və torpağın kolloid hissəsi tərəfindən qüvvətli adsorbsiya olunur. Qarışıq, mürəkkəb, kompleks və mikrogübrələr də geniş istifadə edilir. Sadə gübrələri qarışdırmaq onların fiziki xassələrini yaxşılaşdırır.

Mürəkkəb gübrələrin tərkibində iki və üç kimyəvi əlaqələnmiş qida elementi olur:

Ammonium dihidrofosfat $NH_4H_2PO_4$ 11 – 12% azota, 46 – 60% P_2O_5-ə malik olur. Kompleks gübrələr mürəkkəb gübrələrdən fərqli olaraq kimyəvi birləşmə deyil. Bu gübrələr də iki və ya üç qida elementinə, həmçinin mikroelementlərə (bor, mis, molibden və s.) malik olurlar. Məsələn, ammoniumlanmış superfosfat sadə superfosfatı ammonyakla doydurulmaqla alınır.

Tərkibində mikroelementlər olan gübrələr mikrogübrələrdir. Bor gübrələrinə bor, maqnezium, çökdürülmüş maqnezium borat və s. daxildir. Manqan gübrəsi kimi manqan şlamı, manqan sulfat daha çox istifadə edilir.

Mis mis kuporosu ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) şəklində, molibden ammonium molibdat $(NH_4)_2MoO_4 \cdot 4H_2O$ şəklində istifadə edilir.

Fosforlu gübrələr. Bitkilərdə fosforun miqdarı azota nəzərən 2 dəfə azdır. O, əsasən meyvələrdə və toxumlarda olur. Fosfor bitkilərin böyüməsinə və inkişafına böyük təsir göstərir. Fosfor qidalanmasının optimallaşması bitkilərin məhsuldarlığını və onun keyfiyyətini artırır. Dənli bitkilərdə bütün məhsul kütləsində dənin payı artır, dənlərdə daha çox nişasta toplanır, kökümeyvəlilərdə şəkərin miqdarı artır. Fosfor bitkilərin inkişafını tezləşdirir, payızlıq bitkilərin qışa davamlılığını artırır.

Fosfor çatışmadıqda zülal və şəkər sintezi ləngiyir.

Hər il kənd təsərüffatı məhsulları ilə torpaqdan fosfor aparılır, torpaqda fosfatlar azalır, nəticədə məhsuldarlıq və məhsulun keyfiyyəti azalır. Fosfat gübrələri həll olmasına və bitkilər üçün mənimsənilən olmasına görə üç qrup kalsium duzlarına bölünür:

1. Birəvəzli, suda həll olan və bitkilər üçün asan mənimsənilən.

2. İkiəvəzli, suda həll olan, əksər kənd təsərrüfatı bitkiləri üçün mənimsənilən olmayan.

3. Üçəvəzli, suda həll olmayan, zəif turşularda pis həll olan, əksər kənd təsərrüfatı bitkiləri üçün mənimsənilən olmayan.

Birinci qrup fosfor gübrələri daha geniş istifadə olunur. Fosfor gübrələri istehsalı üçün xammal apatit-$Ca_5(PO_4)_3F$ və çöküntü fosfatlardır. Apatitin və fosforitlərin emalı zaman fosfatlar bir əvəzli, bitkilər üçün mənimsənilən formaya keçir.

Birəvəzli fosfatlar.

1. Toz halında sadə superfosfat – $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$

Apatitdən sadə superfosfat alınır. O, açıq boz rəngli, tərkibində sitrat həll olan P_2O_5 19%-dən az olmayan tozdur. Sadə superfosfatda 5-5,5% sərbəst fosfat turşusu olur ki, bu da onun yüksək turşuluğuna və hiqroskopikliyinə səbəb olur. Turşuluğu azaltmaq üçün superfosfata əhəng və ya fosforit unu əlavə olunur. Gübrənin tərkibində 40%-ə qədər kalsium sulfat olur ($CaSO_4$). Torpağa daxil etdikdə monofosfat iki və üçəvəzli kalsium fosfata çevrilir:

$$Ca(H_2PO_4)_2 + Ca(HCO_3)_2 = 2CaHPO_4 \cdot 2H_2O + 2CO_2$$

$$Ca(H_2PO_4)_2 + 2Ca(HCO_3)_2 = Ca_3(PO_4)_2 + 4H_2O + 4CO_2$$

İki-və üçəvəzli kalsium fosfatın neytral və əsaslarla zəngin torpaqlarda əmələ gəlməsi superfosfatın fosfat turşusunun kimyəvi udulmasına səbəb olur, onun torpaqda yerdəyişməsini və qrunt sularına yuyulmasını məhdudlaşdırır. Təzə çökmüş iki- və üçəvəzli kalsium fosfat torpaq məhlulunun zəif turşularında həll olur və bitkilər tərəfindən udulur.

Turş torpaqlarda bitkilərin çətin mənimsədiyi dəmir və alüminium fosfatlar əmələ gəlir.

$$Ca(H_2PO_4)_2 + 2Al(OH)_3 = 2AlPO_4 + Ca(OH)_2 + 4H_2O$$

Bu, bitkilərin qidalanması üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, fosfat turşusunun mübadilə ilə udulmuş ionları bitkilər tərəfindən mənimsənilməsinə görə suda həll olan fosfatlara bərabər tutulur. Torpağın bərk fazasının adsorbsiya etdiyi fosfat anionlar bikarbinat (HCO_3^-) limon, qarışqa, turşəng və digər turşuların anionları tərəfindən yaxşı sıxışdırılıb çıxarılır. Bitkilər nəfəs alma zamanı kökləri vasitəsi ilə karbon qazı ayırır ki, o da torpaq məhlulunda H^+ və HCO_3^-ionlarına dissosiasiya edən karbonat turşusu əmələ gətirir. Toz halında superfosfatdan fosfat ionlarının kimyəvi udulmasını azaltmaq üçün onu lokal səpmək lazımdır. Superfosfat qranullaşdırıldıqda onun torpaq ilə kontaktı azalır.

2. Qranullaşdırılmış (dənəvərləşdirilmiş) superfosfat.

O. toz halında superfosfatdan ölçüləri 1-dən 4mm-ə qədər olan qranullara formalaşdırılmaqla alınır, daha az nəmə (1-4%) və 22%-ə qədər mənimsənilə bilən P_2O_5-ə malik olur. Onu ən yaxşı apatitdən hazırlayırlar sərbəst fosfat turşusu onda az olub 2,5%-ə qədərdir. Az bərkiyir, torpağa verdikdə asanlıqla səpələnir. Təsirinə görə qranul şəkilli superfosfat toz halında superfosfata nəzərən daha çox səmərəlidir.

3. Qatılaşdırılmış (ikiqat) superfosfat. Onun tərkibində 40%-ə qədər P_2O_5 olur. Sadə superfosfatda 40%-ə qədər kalsium sulfatın olması qablaşdırmaqğa, daşınmağa və səpməyə məsrəfləri artırır. Əksər mədəni bitkilər üçün gips müsbət təsir göstərmir və sadə superfosfatda ballastdır.

Superfosfatda təsir edici maddənin miqdarını artırmaq üçün fosforitlər əvvəlcə artıq miqdarda sulfat turşusu ilə işlənir. Sulfat turşusu kalsium fosfatı parçalayaraq fosfat turşusu, kalsium sulfat və apatitdə olan flüorid ionu ilə flüorid turşusu əmələ gətirir. Əmələ gələn fosfat turşusu filtrlənərək gipsdən ayrılır və o yüksək qatılıqlı xammalın yeni payının işlənməsi üçün istifadə olunur. Nəticədə az miqdarda əlavəsi olan qatılaşdırılmış superfosfat alınır.

$[Ca_3(PO_4)_2]_3 \cdot CaF_2 + 14H_3PO_4 + 10H_2O = 10Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + 2HF$

Belə superfosfat ikiqat superfosfat adlanır. Fosfat turşusunun bu ekstraksiyalı alınma üsulu xeyli bahadır, odur ki, ikiqat superfosfat az buraxılır. İkiqat superfosfatın bitkiyə təsiri birqat superfosfatın təsiri ilə eynidir, amma, onun istifadəsi zamanı daşınma və səpilməyə məsrəflər azalır. Onu lokal səpmək məqsədə uyğundur, bu yaxşı fosfor gübrəsidir.

4. Superfosfat. O, fosforitlərin fosfat turşusu ilə qeyri-tam parçalanması zamanı alınır, 38%-ə qədər P_2O_5-ə malik olur ki, onun da 19%-i asan mənimsənilən fosfatdır. Səmərəliliyinə görə o, iki qat superfosfatdan zəifdir.

İkiəvəzli fosfatlar.

1. Presipitat-iki əvəzli kalsium fosfat $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$. Ağ və ya açıq boz rəngli tozdur, 25-dən 35%-ə qədər P_2O_5-ə malik olur (fosfat xammalının keyfiyyətindən asılı olaraq), az hiqroskopikdir, bərkiyib iriləşmir, istifadə zamanı yaxşı səpələnir, limon turşusunun ammonium duzunda yaxşı həll olur, bitkilər üçün yaxşı mənimsəniləndir. Presipitat fosfat turşusunu əhəng südü ilə neytrallaşdırmaqla alınır: $H_3PO_4 + Ca(OH)_2 = CaHPO_4 \cdot 2H_2O$

Əsas gübrə kimi şumun dərin qatına verilir. Bitki yalnız yaxşı inkişaf etmiş kök sistemi olduqda presipitat fosforunu mənimsəyir. Cavan cücərtilər suda həll olmayan ikiəvəzli kalsium fosfatı mənimsəyə bilmir.

Presipitatı turş torpağa verilməsi məqsədə uyğundur, o, superfosfatın təsirindən daha yaxşı effekt verə bilər.

1. Flüorsuzlaşmış fosfat. Bu gübrə fosfat xammalının 1400-1450°C-də su buxarının iştirakı ilə közərdilməklə alınır. Belə emal zamanı apatitdən və fosforitlərdən flüor kənarlaşdırır. Apatitdən 30-32% P_2O_5, fosforitlərdən 20-22% P_2O_5-olan flüorsuzlaşmış fosfat alınır. Bu fosfatlar 2%-li limon turşusunda həll olur.

2. Tomasşlak, marten fosfat şlak –metallurgiya sənayesinin tullantısıdır (tərkibində fosfor olan dəmir filizi emal edildikdə alınır), Filiz əridilən zaman fosfor anhidridini əlaqələndirmək üçün əhəng daşı əlavə olunur və tərkibində 8-16% P_2O_5 olan tetra kalsium fosfat $4CaO{\cdot}P_2O_5$ alınır. Onun tərkibində əlavə kimi alüminium, dəmir, vanadium, maqnezium, manqan, molibden və s. olur. Ayrılmış şlak üyüdülür və toz halında torpağa verilir. Əsas gübrə kimi istifadə olunur. Onu turş torpaqlara əlavə etdikdə maksimal səmərə əldə olunur.

Üçəvəzli fosfatlar.

Fosforit unu turş torpaqlar üçün fosfor gübrəsidir əsasən $Ca_3(PO_4)_2$ formasında olur və müxtəlif əlavələrə malikdir. P_2O_5 19-25%-dir. Gübrə fosforitlərin un kimi üyüdülməsi ilə alınır və toninası 0,18 mm-ə qədər olur. Unda bu hissəciklər 80%-dən az olmamalıdır. Bu gübrə suda və zəif turşularda həll olan deyil, fosforitlər potensial turşuluğu 100q torpağa görə 2,5mq·ekv-dən az olmayan torpaqda parçalanmağa başlayır. Torpağın turşuluğu nə qədər çox olursa, fosforit unu bir o qədər səmərəli olur. Bu gübrənin təsiri torpağın udmaq qabiliyyətinin ümumi qiymətindən və əsaslarla doymuşluq dərəcəsindən asılıdır.

Amorf fosforitlərdən olan fosforit unu torpaqda asanlıqla parçalanır. Fosforit unu ilə fizioloji turş gübrələrin (NH_4Cl, $(NH_4)_2SO_4$ və s.) birgə istifadəsi səmərəliliyi artırır.

15. Pestisidlər problemi

Pestisidlərin ətraf mühitə və sağlamlığa təsiri. Kənd təsərrüfatı zərərvericiləri ilə, həşərat, gəmiricilər, göbələk, alaq otları ilə əsas mübarizə istiqamətlərindən biri pestisidlər adlanan kimyəvi maddələrdən istifadə etməkdir. Pestisidlər aşağıdakı əsas siniflərə bölünür:

akarisidlər – gənələrlə mübarizədə istifadə edilən maddələr;

antifidinqlər – cücüləri məhv edən maddələr;

herbisidlər- alaq bitkilərinə qarşı mübarizədə istifadə edilən preparatlar;

zoosidlər – zərərli onurğalı heyvanları məhv edən zəhərlər;

bakterisidlər, virusosidlər, funqisidlər – bitkilərdə viruslu və göbələk xəstəlikləri ilə mübarizə aparmaq üçün istifadə edilən maddələr;

nematosidlər – bitkilərdə nematod xəstəliyinin törədicisi olan girdə qurdları məhv edən preparatlar:

molyuskosidlər – zərərli ilbizləri məhv edən maddələr.

Dünyada 180 pestisid növündən və bir neçə min preparat formasından istifadə edilir. Pestisidlərdən istifadənin bir çox problemləri onların ksenobiotik, yəni təbiət üçün yad kimyəvi birləşmələr olmalarından irəli gəlir. Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının (ÜST) verdiyi qiymətə görə bütün dünyada pestisidlərin istifadəsindən hər il 20000 adam ölür və 1 milyona yaxın adam zəhərlənərək sağlamlığını itirir. Əgər dünyada pestisidlərdən istifadə çoxalarsa, ona müvafiq olaraq xəstəliklər və ölüm hadisəsi də artar.

Pestisidlər təbiətə də ciddi təsir göstərir. Adətən istifadə olunan pestisidlərin yalnız bir faizindən istənilən məqsəd əldə etmək olur, qalan 99%-i ətraf mühitə düşərək torpağı, havanı çirkləndirir, biotanı zəhərləyərək çox vaxt gözlənilməz nəticələr verir. Torpağın münbitliyində torpaq biotası böyük rol oynayır. Zərərvericiləri pestisidlərlə məhv edərkən torpaq orqanizmlərinin, o cümlədən torpaq soğulcanlarının sayını azaldır. Bununla əlaqədar qara torpaqlarda torpaq soğulcanlarının miqdarı on və yüz dəfələrlə azalıb. Müxtəlif pestisidlər landşafta və onun komponentlərinə mənfi təsir göstərir. Pestisidlərlə daha çox zərər çəkən heyvan qrupları çoxa doğru sıra ilə aşağıdakı kimidir: onurğasızlar, balıqlar, quşlar, məməlilər, mikroorqanizmlər. Ətraf mühitə düşən pestisid bioakkumulyasiya prosesinə qoşulur, bu zaman pestisid qida zənciri ilə hərəkət etdikcə onun konsentrasiyası dəfələrlə (yüz min dəfəyə qədər) arta bilər.

Xlorüzvi pestisidlərin sağlamlığa təsiri. Bu qrupa aldirin, heptaxlor, heksaxlor-benzol və DDT daxildir.

DDT. Xlorüzvi pestisidlər arasında insanın sağlamlığı və ekosistem üçün ən təhlükəlisi DDT-in kütləvi istifadəsi hesab olunur. DDT xlorüzvi pestisidləri və onun çevrilmələri (DDE və DDD) aromatik birləşmələr qrupuna daxildir .

1971-ci ildə kənd təsərrüafatında ziyanvericilərlə mübarizədə istifadə olunan kimyəvi vasitələrin siyahısından DDT çıxarıldı və ondan yalnız təbii-mənbə xəstəliklərinə qarşı mübarizədə istifadə edildi.

İlk dəfə DDT 1874-cü ildə sintezləşdirildi, XX əsrin 30-cu illərinin sonunda İsveçrə kimyagəri Paul Müller ondan insektisid kimi istifadə olunması imkanını kəşf etdi. DDT-dən səhiyyədə və hərbi gigiyenada (əsasən bitə qarşı dezinsektant kimi) o qədər effektli oldu ki, 1948-ci ildə P.Müllerə tibb və fiziologiya sahəsində Nobel mükafatı təqdim olundu. DDT malyariya və səpkili tifion törədicilərinə qarşı işlədilən ən birinci və güclü insektisidlərdən biri hesab olundu. Onun istifadəsi bu xəstəliklərdən ölənlərin xeyli azalmasına imkan yaratdı.

Əhali üçün sistemli olaraq DDT-dən istifadə olunduqdan sonra (yanvar, 1944) fevralın sonunda sutka ərzində bu xəstəliyə tutulanların sayı 5 nəfərə kimi aşağı düşdü. DDT-dən bir çox ölkələrdə geniş istifadə olunmağa başlandı. Lakin onun geniş spektrli təsiri və olduqca davamlılığı hazırda ondan istifadədən imtina olunmasına gətirib çıxardı. Zərərli həşəratlarla yanaşı, həm də, faydalıları da məhv edildi, DDT-nin davamlılığı onun qida zəncirində toplanmasına səbəb oldu. Nəticədə quş, balıq və məməli orqanizmlərdə onun konsentrasiyası yüksəldi. Qida zəncirinin hər həlqəsində DDT-nin miqdarı artdı: bitkilərdə (yosunlarda) -10 dəfə, xırda orqanizmlərdə (kiçik xərçəng) – 100 dəfə, balıqlarda – 1000 dəfə, yırtıcı balıqlarda – 10000 dəfə (DDT-nin lildə olan miqdarına nisbətən).

DDT-nin köməyi ilə insanlar öz həyat şəraitini yaxşılaşdırmağa ümid edirdi, lakin sonralar tədricən məlum oldu ki, belə tərəqqi onlara baha başa gəlir.

Hesablamalar göstərir ki, atmosfer havasından torpağın səthinə DDT-nin çökməsi üçün 4 il lazımdır. Torpaqda isə o, 20 ilə qədər qala bilər. DDT-in suda pis həll olması, yüksək temperatura davamlılığı, yağlarda və lipidlərdə yaxşı həll olması ilə əlaqədardır. ABŞ-da qadağan olunan kimyəvi agentlər arasında DDT birincilər sırasındadır. DDT-nin ekosistemin vəziyyətinə və əhalinin sağlamlığına təsiri artıq uzun illərdir ki, öyrənilir. Pestisidlərin təsirinə onun istehsalı ilə məşğul olan işçilər, həmçinin kənd təsərrüfatı aviasiyası personalı, fermerlər, aqronomlar və kənd təsərrüfatının digər mütəxəssisləri daha çox məruz qalır. Bu şəxslərdə *xlorakne* adlanan tipik xəstəlik qeydə alınır. Hazırda dünyanın əksər ölkələrində DDT-dən istifadənin qadağan olunmasına və praktiki olaraq ondan istifadə olunmamasına baxmayaraq, onun insanların reproduktiv sağlamlığına və endokrin sisteminə sonrakı təsirinin nəticələri ciddi problem olaraq qalır.

DDT kanserogen təsirə malikdir, odur ki, bu maddə MAİR tərəifndən insan üçün konserogen qrupuna (2 B qrupu) aid edilmişdir. Son illərin tədqiqatları nəticəsində qadınların piy toxumasında DDT-nin miqdarı ilə süd vəzilərində xərçəng xəstəliyi (P.Cocco et al., 2000), DDT-nin peşə təsirilə mədəaltı vəzinin xərçəngi arasında bağlılıq aşkar edilmişdir. DDT-nin istifadəsi məhdudlaşdırıldığı

ilə əlaqədar ana südündə onun miqdarı xeyli azalmışdır (D.Smith, 1999). Lakin bu Avropa ölkələrinə, ABŞ-a və Kanadaya aiddir; Tacikistan və Qazaxıstanda isə ana südündə DDT-nin miqdarı əvvəllər olduğu kimi yenə də yüksək (2300-600 nq/q) olaraq qalır. DDT-yə həmçinin digər DÜÇ-lərə şimal Arktika regionlarının ətraf mühitində də rast gəlinir. Bunlar bu regionların azsaylı əhalisinə təhlükə yaradır. DDT qrupu pestisidlər Arktikanın yerli sakinlərinin qanında əsasən DDE halında olur, bu, həmin toksinlərin orqanizmə nisbətən çoxdan daxil olmasını təsdiq edir.

Tədqiqat materialları və çoxillik müşahidələr göstərir ki, DDT-in yüksək qalıq miqdarı ən çox gilli torpaqlarda rast gəlinir. Bu torpaqlarda profil boyu dərinə getdikcə qalıq miqdarı azalır. Yüngül gillicəli və qumsal torpaqlarda isə bunun əksi müşahidə olunur.

Pestisidlərdən istifadənin digər ciddi problemi ziyanvericilərin ona alışmasıdır, bu alışma sonrakı nəsillərə keçərək pestisidlərin effektivliyini aşağı salır və yeni-yeni kimyəvi maddələrdən istifadəyə məcbur edir. Rezistentlik adlanan bu hadisədə həşəratların onlarla kütləvi növlərinin istifadə olunan əsas birləşmə siniflərinə qarşı hissiyyat göstərmir. Bura ev milçəyi, tarakan, Kolorado kartof böcəyi, kələm güvəsi və s.-ni misal göstərmək olar. İstifadə olunan pestisidlərdə rezistentlik 10-30 nəsildən sonra baş verir. Odur ki, yaxın gələcəkdə pestisidlərdən istifadənin hazırkı strategiyasında bütün əsas ziyanvericilər rezistent ola bilər.

Pestisidlərdən istifadənin problemlərini ümumiləşdirsək, belə nəticəyə gəlmək olar ki, əsas təhlükə ekosferin həyat təmin edilməsi xassələrinin pozulması və insanların sağlamlığının pisləşməsidir. Gələcək perspektiv planda istifadə olunan kimyəvi maddələr qadağan olunmalı və bioloji mübarizə üsulları ilə əvəz edilməlidir. Lakin təcili olaraq qadağan mümkün deyil. Keçid dövründə bəzi qaydalara riayət etmək lazımdır. Pestisidlərdən lazım olmadıqda istifadə etmək olmaz, zərərvericiləri başdan-başa qırmağa çalışmaq lazım deyil, onun sayını aşağı səviyyədə saxlamaq kifayətdir. Pestisidlərdən istifadə üçün xüsusi mütəxəssislər hazırlanmalıdır.

Digər xlor-üzvi pestisidlər. *Dieldrin* də aldrin, heptaxlor, xlordan və toksafen kimi politsiklik qeyri-aromatik birləşmələrə aiddir. Onlardan bəziləri, məsələn, xlordan DDT-dən toksik sayılır. Dieldrin insektisid hesab olunur. O, DDT-dən də effektli və daha davamlıdır. Həşəratlarda DDT-yə qarşı davamlılıq yarandıqda, dieldrindən istifadə olunurdu. 1955-ci ildə ÜST malyariya yayan milçəklərə qarşı dieldrindən istifadə edərək xəstəliyin tam qarşısını ala bildi. Lakin dieldrini təsirindən digər həşəratlar, kiçik kərtənkələlər və pişiklər də məhv olurdu. Bu isə siçovulların çoxalmasına imkan yaradaraq taun xəstəliyinin əmələ gəlməsi təhlükəsi yarandı. Hazırda dieldrindən istifadə olunması bütün dövlətlərdə qadağan edilmişdir. Lakin olduqca davamlı olduğu üçün o, əhalinin və

ekosistemlərin sağlamlığına neqativ təsir göstərə bilər. *Aldrin* yüksək davamlılığı və toplanması ilə fərqlənir. Onu süddə, toxumalarda və insanların qanında aşkar etmək olar. O, məməlilər, quşlar, balıqlar, xərçəngkimilər və molyusklar üçün tokisiki hesab olunur. 1972-ci ildən onun SSRİ-də istifadəsi qadağan edilmişdir. *Heptaxlor* – torpaqda yaşayan həşəratlarla mübarizədə istifadə edilirdi. Onunla həm də qarğıdalı və şəkər çuğundurunun toxumları dərmanlanırdı. Digər xlor-üzvi birləşmələri kimi heptaxlor da məməlilər və digər canlı orqanizmlər üçün toksikidir. Onun metaboliti, yəni parçalanma məhsulu ilkin maddədən daha toksik sayılır. 1986-cı ildə heptaxlorun istifadəsi qadağan olunub. *Toksafen* (polixlorpinen, polixlorkamfen) – insektisid olub şəkər çuğunduru, noxudun ziyanvericiləri ilə və kolarada böcəyinə qarşı istifadə olunmuşdur. O, 1960-1970-ci illərdə ABŞ-da, xüsusilə cənub ştatlarında pambığın və soya bitkisinin səpinlərində geniş istifadə edilmişdir. Digər uçucu pestisidlər kimi toksafen havada yayılma qabiliyyətinə malikdir. Ona görə də onu hətta əvvəllər istifadə edilmədiyi yerlərin havasında və torpağında da aşkar etmək olar. İnsanın orqanizminə toksofen əsasən balıqla daxil olur. Balıqla qidalanan adamlar gün ərzində 1 kq kütləsinə 2,8-5,6 nq toksafen qəbul edə bilər. Son vaxtlar toksafen İsveç, Finlandiya, Niderland qadınlarının südündə (68 mq/kq yağda) aşkar olunmuşdur. SSRİ-də toksafendən istifadə qadağan olunmuşdur, ildə onun 2000 tonundan istifadə edilirdi. 1986-cı ildən etibarən bütün dünyada toksafendən istifadə olunması qadağandır.

Xlordan – Qarışqa və termitləri məhv etmək üçün istifadə olunmuşdur. Davamlı olduğundan və bioakkumulyativliyinə görə istifadəsi qadağan olunmuşdur. O, müxtəlif ölkələrdə havada və torpaqda aşkar edilir.

Heksaxlorbenzol (HXB) – insektisid və funqisiddir, davamlı çirkləndirici sayılır. Rusiyada ondan digər preparatların qarışığı ilə buğda, çovdar, qarabaşaq, soya və digər taxıl bitkilərinin xəstəliklərinə qarşı onların toxumlarının dərmanlanmasında istifadə olunmuşdur. Qida zənciri ilə hərəkət etdikcə onun konsentrasiyası sonuncu həlqələrdə kəskin artır. HXB ilə bilavasitə təmasda olduqda selikli qişada və dəridə qıcıqlanma baş verir.

Xlor-üzvi pestisidlər anadangəlmə inkişaf qüsurlarının əmələ gəlmə riski faktorlarıdır. Bu, ekoloji-epidemioloji tədqiqatların pestisidlərdən intensiv istifadə olunan rayonlarda «hadisə-nəzarət» metodu ilə müəyyən olunmuşdur. Belə risk faktorlarının qiyməti ananın pestisidlərlə peşə təmasında – (OP 1,7), pestisidlərdən ev təsərrüfatında istifadə edildikdə (OP>1,5), pestisiddən istifadə olunan sahənin 0,4 km-də aşkar edilmişdir.