

G 14.7

F 91

UNIVERSITATEA DE STAT DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
*NICOLAE TESTEMIȚANU*

**Grigore FRIPTULEAC**

**Igiena solului și problemele de sănătate**  
**(Curs)**

**Chișinău**  
**2018**

MINISTERUL SĂNĂTĂȚII, MUNCII ȘI PROTECȚIEI SOCIALE  
AL REPUBLICII MOLDOVA  
UNIVERSITATEA DE STAT DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
*NICOLAE TESTEMIȚANU*

**Grigore FRIPTULEAC**

**Igiena solului și problemele de sănătate**  
**(Curs)**

746459

SL2

Chișinău  
Centrul Editorial-Poligrafic *Medicina*  
2018

CZU 614.77(075.8)

F 91

Aprobat la ședința Consiliului metodic central al USMF  
„Nicolae Testemițanu”, proces verbal nr. 3 din 12.05.17

**Autor:**

*Grigore Friptuleac* – dr. hab. med., prof. univ.

**Referenți:**

*Nicolae Opopol* – dr. hab. med., prof. univ., mem. cor. al AȘM

*Ion Bahnarel* – dr. hab. med., prof. univ.

**Redactor:**

*Silvia Donici*

Lucrarea tratează problema igienei solului reflectând proprietățile lui fizice, compoziția, însemnătatea igienică, endemică și epidemiologică și influența lui asupra sănătății și condițiilor de viață ale populației. Sunt prezentate particularitățile actuale ale cerințelor igienice la toate etapele de utilizare a solului. O atenție deosebită se acordă autopurificării solului, surselor de poluare, normării igienice a substanțelor chimice exogene în sol, măsurilor de protecție sanitară a solului (tehnic-sanitare, legislative și normative, organizatorice, administrative).

Lucrarea este destinată studenților Facultății de Sănătate Publică și altor facultăți ale USMF *Nicolae Testemițanu*, rezidenților, doctoranzilor, specialiștilor în domeniul medicinei curative, promovării sănătății, ecologiei.

**Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții**

**Friptuleac, Grigore.**

**Igiena solului și problemele de sănătate: (Curs) / Grigore Friptuleac;**  
Univ. de Stat de Medicină și Farmacie “Nicolae Testemițanu”. – Chișinău:  
CEP *Medicina*, 2018. – 47 p. : fig., tab.

Referințe bibliogr.: p. 45-46. – 50 ex.  
ISBN 978-9975-82-086-8.

614.77(075.8)

F 91

## Introducere

Problema rolului solului pentru sănătatea populației a trezit interesul omenirii încă din Antichitate. Încă Hipocrate în lucrarea „Despre aer, apă și sol”, menționa că solul este factorul principal care influențează starea de sănătate a populației.

Epidemiile după Pettencofer au fost legate de așa proprietăți ale solului precum compoziția lui mecanică, nivelul apelor freactice, cantitatea substanțelor organice, conținutul bioxidului de carbon etc. Neștiind despre existența agenților infecțiilor intestinale, el a propus un șir de indici indirecți după care ar putea fi evaluată starea sanitară a solului.

Cercetările efectuate mult mai târziu (1852-1952) au jucat un rol foarte important în epidemiologia infecțiilor și invaziilor intestinale. În aceeași perioadă Vinogradov propune teoria provinciilor biogeochimice naturale, care au un rol considerabil în apariția bolilor endemice.

În anii de după 1972 se divizează problema provinciilor geochimice artificiale, periculoase pentru sănătatea populației, determinată și de dezvoltarea industriei etc.

Aceasta a pus în fața igienistilor un șir de sarcini care constau în studierea rolului solului în circulația substanțelor chimice exogene și elaborarea normativelor igienice ale conținutului acestor substanțe în sol.

Pe lângă noțiunea de “sol” se întâlnește și termenul “pământ” un sinonim al cuvântului “rocă” și al termenului “sol”. Acest termen se referă la stratul superficial, ocupat de diferite forme de utilizare a solului (centrele populate, terenurile agricole, pădurile, drumurile etc).

Solul reprezintă un sistem complicat, dispersat, cu o dinamicitate redusă și conținut multicomponent, în care mediul de dispersie este reprezentat de substanțe minerale (siliciu (cuart) cristalin, macro- și microelemente naturale, silicați de aluminiu, granule de minerale argiloase), iar faza de dispersie de substanțe organice, umiditatea solului (higroscopică, peliculară, capilară, în gravitație liberă), aerul din sol, microorganisme și macroorganisme. Acest sistem, după V. Dokuchaev, este format din roca-mamă sub influența climei locale, microorganismelor, plantelor și animalelor, reliefului și microclimatului.

Conform opiniei mai multor savanți, solul exercită o influență enormă asupra stării de sănătate a populației și a condițiilor de viață. Solul joacă un rol considerabil în circuitul substanțelor din natură, în neutralizarea reziduurilor lichide și solide, determină clima localităților, compoziția chimică



a produselor vegetale și, indirect, a celor de origine animală.

Solul are o compoziție complexă și constă din roci materne, substanțe organice, organisme vii, aer și apă. Din punct de vedere medical, rocile materne reprezintă un complex din substanțe minerale (90-99 %) ce conțin nisip, argilă, var, nămol și siliciu, calciu, magneziu, aluminiu etc.

În funcție de destinație, igienisții împart convențional toate solurile în trei grupe: 1) solul natural din afara centrelor populate, care poate fi folosit pentru construcțiile noi sau pentru agricultură; 2) solul centrelor populate creat artificial, format din solul natural, dar amestecat cu deșeurile activității umane și cu deșeurile industriale; la aceste soluri se atribuie și solul deplasat, format în urma planificării verticale a teritoriului. Ambele tipuri de sol, formate artificial, sunt incluse în termenul comun "stratul cultural al solului centrelor populate"; 3) învelișurile artificiale ale solului: asfalt, pietriș, beton etc.

În igienă este importantă clasificarea solurilor în funcție de compoziția lui mecanică, care determină așa proprietăți ca porozitatea, capacitatea filtrantă, permeabilitatea pentru aer, capilaritatea, hidroscoapitate etc. De aceste proprietăți ale solului depind procesele de autopurificare a solului de poluanții organici, caracterul migrației substanțelor chimice din sol în apele subterane și de suprafață, în aer și plante etc.

### 1. Proprietățile fizice ale solului

Suma tuturor elementelor mecanice ale solului cu dimensiunea particulelor mai mici de 0,01 mm este numită argilă fizică, iar mai mari de 0,01 mm – nisip fizic. În structura mecanică a solului, în funcție de dimensiune, se mai deosebesc solul mărunț (particule mai mici de 1mm) și scheletul solului – particule mai mari de 1mm.

Componente ale structurii mecanice a solului sunt și următoarele fracții: pietrișul (3-1mm), nisipul (1-0,05mm), sol macropulveros (0,05-0,01mm), praful (0,01-0,001mm) și nămolul (0,001mm).

În funcție de raportul dintre nisip și argilă se diferențiază soluri nisipoase, nisipo-argiloase, argilo-nisipoase și argiloase.

Structura solului se formează pe parcursul unei perioade îndelungate, practic milioane de ani, sub influența proceselor naturale și agriculturii. Întrucât pe parcursul a 100 de ani se formează doar 0,5-2 cm de sol, stratul de sol este destul de subțire, constituind maximum 250 cm ceea ce

reprezintă stratul superficial, arabil. Anume din acest strat poluanții solului pot pătrunde în aerul atmosferic, în plante, în bazinele de apă, în apele freatice. În acest strat au loc, de asemenea, procesele de autopurificare a solului de deșeuri organice, microorganisme patogene, substanțe chimice exogene etc.

Din punct de vedere al igienei prezintă interes și straturile situate sub cel arabil și până la apele freatice. Anume în aceste straturi are loc neutralizarea deșeurilor organice, apelor reziduale, formarea calității apelor freatice și aerului din sol.

Straturile terestre, în care i-au născut apele din sol, au fost numite zonele lui Hoffman.

Particulele solului sunt așezate compact sau lax, între ele rămânând goluri de diferite dimensiuni. Modul de amplasare al particulelor determină densitatea solului, porozitatea lui, dimensiunile porilor, permeabilitatea pentru aer etc., caracteristici importante din punct de vedere igienic.

**Densitatea solului (D)** reprezintă masa unității de volum, care se măsoară în  $\text{g/cm}^3$ . Acest indice este raportul dintre masa uscată a solului (M) și volumul granulelor solide ( $V_s$  în  $\text{cm}^3$ ). Formula de determinare este  $D = M/V_s$ . De regulă, la suprafața solului  $D \approx 2,65 - 2,72$ , materia organică are  $D = 1,80 - 2,00 \text{ g/cm}^3$  [18].

Mai frecvent se folosește indicele numit *densitate aparentă (DA)*, egal cu raportul dintre masa unui corp și volumul lui. Valoarea acestui indice depinde de conținutul de materie organică în sol, compoziția mineralogică etc. Solurile agricole au o DA de  $0,9 - 1,65 \text{ g/cm}^3$ .

**Porozitatea solului** reprezintă volumul spațiilor umplute cu aer, apă și ocupate de organismele vii la o unitate de volum total al solului, exprimat în procente (17). Dacă porozitatea solului este mare, capacitatea de filtrație a acestuia este mică. Astfel, porozitatea solului nisipos este egală cu 40 %, iar a celui de tundră cu 82 %. Având o porozitate mare solul de tundră este mai umed, și, respectiv, mai puțin sănătos. Solurile pietroase au pori mari, argila – foarte mici, iar turba – cei mai mici.

Pe lângă pori, care determină porozitatea naturală a solului, în el se întâlnesc canale și fisuri formate artificial de către animalele ce viețuiesc în ele (viermi, cârțițe), precum și de activitatea umană în timpul diferitor lucrări agricole.

Relația solului cu aerul și apa sunt influențate de mărimea porilor naturali, de prezența fisurilor, pâlniilor și canalelor naturale sau artificiale. În

solurile cu porozitate joasă și cu dimensiuni mari ale porilor, de asemenea și în cele cu canale sau fisuri, poluanții chimici și biologici pătrund mai ușor în adânc, poluând apele freatice, și astfel prezentând pericol pentru starea de sănătate a populației. Porozitatea solului de 60-65 % este favorabilă pentru procesele de autopurificare de impurități biologice și chimice. La o porozitate a solului mai mare, procesele de autopurificare se înrăutățesc.

**Permeabilitatea solului pentru aer** reprezintă capacitatea lui de a permite schimbul de gaze între aerul din sol și cel atmosferic. Ea depinde de mărimea porilor și nu de porozitate. Acest indice crește pe măsura creșterii presiunii atmosferice și scade în cazul creșterii grosimii stratului de sol și a umidității lui. În caz dacă porii solului se umplu cu apă sau cu gheață, atunci permeabilitatea pentru aer se micșorează până la zero.

Concomitent are loc permanent mișcarea aerului din sol și schimbul lui cu aerul atmosferic în funcție de diferența de temperatură, variația presiunii atmosferice și nivelul apei freatice.

Permeabilitatea solului pentru aer și prezența în el a oxigenului asigură procesele biochimice de oxidare prin care se neutralizează impuritățile organice, introduse în sol de om și animale. Cel mai bine se ventilează solul macrogranulos și uscat, și anume în ele decurg mai favorabil procesele de purificare.

**Permeabilitatea solului pentru apă** este proprietatea acestuia de a absorbi și de a permite trecerea apei de pe suprafața lui. Prima fază a permeabilității pentru apă este absorbirea (filtrarea) acesteia, când porii liberi încet se umplu cu ea. Acesta-i cel mai superficial strat al solului, numit zona de evaporare, supus permanent fluctuațiilor. El este bogat în substanțe organice și nu depășește grosimea de 1m. În cazul surplusului de apă, absorbirea ei continuă până la saturarea deplină a solului. Această capacitate a solului de a reține apa se numește higroscopicitate.

A doua fază a permeabilității pentru apă, filtrarea, are loc la saturația deplină a solului grație mișcării apei în porii solului sub acțiunea forței de gravitație. Acest strat, numit și zona de filtrare, are o importanță deosebită în protecția apelor subterane, deoarece în el se rețin depunerile atmosferice și poluanții nu pot pătrunde în straturile de sol mai adânci. Evident, în straturile menționate ale solului are loc autopurificarea.

**Higroscopicitatea solului** este cantitatea de umiditate pe care acesta o poate menține datorită forțelor de sorbție și capilare. Gradul de higroscopicitate depinde de forța de coeziune superficială (absorbția) dintre

suprafața granulelor solului și apa filtrată. Acest indice este mai mare când mărimea porilor este mai mică, iar volumul lor este mai mare. Astfel, higroscopicitatea solului este cu atât mai mare cu cât e mai înaltă granulația lui. Cercetările au demonstrat că pietrișul mediu reține 7 % de apă, nisipul mășcat – 23 %, cel mediu – 47 %, iar cel mărunț – 65 %.

Higroscopicitatea solului este importantă din punct de vedere a igienei de aceea că ea provoacă umezirea solului și a clădirilor situate pe el, micșorează permeabilitatea solului pentru aer și apă, împiedică procesul de neutralizare a apelor reziduale. Astfel de soluri sunt umede, reci, nesănătoase și nu sunt recomandate pentru construcții pe ele.

**Capilaritatea solului** este capacitatea lui de a ridica apa din straturile inferioare prin capilare, menținând în cele superioare o stare continuă de îmbibție. Fiind o proprietate fizică, capilaritatea solului depinde de structura mecanică a acestuia și se află în raport invers cu permeabilitatea: cu cât solul este mai puțin granulos și mai microporos, cu atât capilaritatea lui este mai mare. Solurile macrogranulare ridică apa mai repede, însă la o înălțime mai mică. Însemnătatea igienică a capilarității solului rezidă în faptul că ea poate fi cauza igrasiei în clădiri. De aceea, în sol microgranular fundația clădirilor trebuie instalată cu mult mai sus de nivelul apelor freatice. Întrucât la o capilaritate mare apa din sol se poate ridica chiar și mai sus de temelie, obligator trebuie să se facă hidroizolarea acesteia.

De capilaritatea solului trebuie să se țină cont și la amplasarea latrinelor, locurilor de colectare a reziduurilor ș.a. deoarece ultimele mai ușor pot polua apele subterane.

În funcție de proprietățile fizice, din punct de vedere igienic cele mai bune sunt solurile macrogranulare (nisipoase), care au o permeabilitate bună pentru aer și nu rețin apa. Solurile microgranulare (argiloase) rețin apa și nu sunt prielnice pentru construcții, amenajarea câmpurilor de irigare etc.

## 2. Compoziția solului și problemele de sănătate

Pentru estimarea igienică a solului este important să se cunoască compoziția lui naturală, deoarece devierile esențiale ale acesteia în direcția excesului sau insuficienței unor compuși poate influența sănătea populației. Toți compușii solului; complexe de compuși minerali, organici și organominerali, apa sub formă de soluții, aerul și microorganismele sunt importanți din punct de vedere igienic și a sănătății populației

**Substanțele minerale (anorganice) ale solului.** 60–80 % din substanțele

anorganice ale solului revin bioxidului de siliciu cristalin sau amorf. Din componența mineralogică a solului mai fac parte silicații de aluminiu, în special feldspatul și mica.

Importanța solului pentru sănătatea populației este asigurată practic de toate elementele sistemului periodic al lui D.I.Mendeleev care intră în componența lui.

Solul natural curat conține elemente chimice foarte importante din punct de vedere igienic ca oxigenul, siliciul, fierul, calciul, sodiul, potasiul, carbonul și clorul. Unele elemente se conțin în sol în cantități foarte mici (microelemente). Dintre ele cel mai mare interes din punct de vedere igienic îl prezintă biomicroelementele: fluorul, iodul, manganul, cuprul, zincul, cobaltul, molibdenul și a. Conținutul sporit sau scăzut al acestor elemente în sol determină conținutul lor în apă, plante, aerul atmosferic, care contactează cu solul și formează zonele biogeochimice naturale, care joacă un rol considerabil în apariția bolilor endemice (fluoroza, gușa endemică etc.).

Conținutul substanțelor chimice în sol poate fi apreciat în clarci – conținutul mediu de substanță chimică în solurile etaloane (nepoluate). De exemplu un clark de calciu este egal cu 3,25 % în funcție de masă sau cu 32,5 g/kg de sol. Dacă conținutul elementului în sol este mai mare de 3-4 clarci, înseamnă că solul este poluat. De aceea este necesar să cunoaștem conținutul de substanțe chimice anorganice în solul natural de podzol întelenit (tab.1).

*Tabelul 1*

**Conținutul compușilor anorganici în podzolul întelenit, procentul masei solului calcinat (după E.I.Goncearuc, 2006)**

Compusul anorganic	Stratul de sol			
	organic (până la 21 cm)	eluvial (28-38 cm)	iluvial (68-78 cm)	roca-mamă (8140-150 cm)
SiO <sub>2</sub>	84,61	85,46	79,67	84,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,26	3,18	5,80	4,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,70	7,83	11,88	8,44
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,18	0,08	0,06	0,13
SO <sub>4</sub>	0,11	0,08	0,08	0,12
CaO	0,57	0,92	0,50	0,64
MgO	0,22	0,31	0,21	0,30
K <sub>2</sub> O	1,80	1,70	1,72	1,32

continuare

Na <sub>2</sub> O	1,20	1,00	1,10	0,74
MnO	0,12	0,05	0,03	0,09

În sol aceste substanțe sunt răspândite neuniform. În cazul în care constatăm o deviere a conținutului de compuși chimici de la această compoziție se consideră că există un anumit grad de poluare. Pentru evaluarea igienică a gradului de poluare a solului cu compuși anorganici este necesar să comparăm conținutul cantitativ al elementului dat în sol cu CMA (tab. 2).

Tabelul 2

**Concentrația maximal admisibilă a substanțelor chimice anorganice în sol (după E.I.Goncearuc, 2006).**

Substanța chimică	CMA (mg) kg
Cu (forma migratoare)*	3,0
Nichel*	4,0
Zinc*	23,0
Cobalt*	5,0
Fluor (hidrosolubil)	10,0
Stibiu (conținut integral**)	4,5
Mangan**	1500,0
Vanadiu**	150,0
Plumb**	30,0
Arseniu**	2,0
Mercur**	2,1
Nitrați**	130,0
Hidrogen sulfurat**	0,4
Sulf elemental**	160,0
Acid sulfuric**	160,0

\* *Formele migratoare ale microelementelor migrează în componența apei din sol sub formă de ioni sau în stare absorbită în soluții sau în faza dură. Aceste forme sunt absorbite de către plante.*

\*\* *conținut total (integral) – conținutul total al substanței chimice în sol, include atât formele migratoare cât și cele nemigratoare.*

Așadar, gradul de poluare al solului poate fi evaluat prin compararea datelor conținutului real al substanței în sol cu cantitatea acesteia caracte-

ristică solului de tipul dat și cu CMA în sol.

**Substanțele organice ale solului.** În sol se conțin materii organice sub formă de rămășițe de plante și animale care sub influența factorilor de mediu se transformă în humus.

Humusul constă din substanțe organice propriu-zise (acizi humici, acizi fulvici ș.a.), sintetizate de microorganismele din sol. Concomitent în sol se conțin și substanțe organice străine pentru el, care pătrund din exterior.

Substanțele humice concentrează rezerve mari de carbon, care cu mult depășesc biomasa organismelor vii. Aceste substanțe au o structură compusă, condiționează capacitatea de absorbție a solului, proprietățile lui fizice și fertilitatea, participă la formarea structurii lui. Conținutul de humus în fiecare tip de sol este diferit. Dacă conținutul de carbon în compușii organici este mai mare de 2-3 ori decât cantitatea lui obișnuită în tipul dat de sol, acesta, posibil, este poluat. Toate substanțele organice din sol pot fi transformate, parțial transformate sau netransformate. Din descompunerea lor rezultă compuși simpli, inițial organici, apoi minerali. Procesul de mineralizare în condiții aerobe finalizează cu formarea acizilor minerali (nitros, nitric, sulfuric, fosforic) care se combină cu diferite baze din sol (Ca, Mg, K, Na, NH<sub>4</sub>) și formează săruri. În condiții anaerobe acest proces duce la formarea metanului, hidrogenului, azotului, hidrogenului sulfurat etc.

În condiții naturale în sol permanent pătrund substanțe organice, în special de proveniență vegetală, de aceea este important să se cunoască raportul dintre carbonul din humus și cel de proveniență vegetală, numit coeficient de humificare. Micșorarea de 1,5-2 ori a acestui coeficient în comparație cu valoarea standardă, indică la poluarea solului cu compuși organici.

Indicatorii poluării solului sunt direcți și indirecti. Indicatorii direcți sunt poluanții ce pătrund în sol cu apa, aerul și plantele, și sunt nocivi pentru sănătatea omului [5]. Indicatorii indirecti ai poluării solului sunt elementele chimice care nu influențează negativ asupra sănătății umane, indicând însă la prezența în sol a poluanților chimici sau biologici. În acest scop se utilizează mai des conținutul de azot în sol, în special valoarea indicelui sanitar Hlebnikov – raportul dintre azotul organic teluric și azotul organic total. Indicii de evaluare a gradului de poluare a solului sunt prezentați în *tabelul 3*.

**Evaluarea gradului de poluare a solului în funcție de cifra sanitară  
(Методические указания МУ 2.1.7. 730-99 «Гигиеническая оценка  
качества почвы населенных мест» М., 1999)**

Gradul de poluare	Cifra sanitară
Practic curat	0,98 și mai mult
Slab poluat	0,85-0,98
Poluat	0,7-0,85
Foarte poluat	Până la 0,7

În calitate de criterii de evaluare a pericolului epidemiologic al solului se utilizează: titrul coli, titrul enterobacteriilor, enterovirusurilor, enterobacteriilor patogene, conținutul ouălor de helminți, larvelor, muștelor etc.

Microorganismele, ca parte principală a biocenozei solului, sunt factorul cel mai variabil, schimbător al stratului superficial al litosferei. Lor le revine rolul de bază în procesul de autopurificare a solului de impurități organice și în formarea humusului. Într-un hectar de pământ se conțin circa 5-7 tone de masă microbiană [11].

În sol viețuiesc o mulțime de microorganisme patogene care determină însemnătatea lui epidemică. Dintre ele fac parte clostridiile – agenții botulismului, tetanosului, gangrenei gazoase care supraviețuiesc în sol sub formă de spori zeci de ani, agenții antraxului. Dintre microorganismele răspândite în sol care nu sporulează fac parte salmonelele, shighelele, brucelele, leptospirele. Acestea nimeresc în sol cu dejecțiile umane și animale, și se păstrează aici un timp relativ scurt, dar au însemnătate epidemiologică. Durata viabilității lor în sol depinde de proprietățile antagoniste ale fungilor și actinomicetelor.

Un indice important pentru evaluarea epidemiologică a solului este structura și numărul de microorganisme pe care acestea le conține (*tab. 4*).



Schema de evaluare a pericolului epidemiologic al solului din localități (MY 2.1.7.730 – 99)

Locul determinării	Categoria de poluare	Indicii nr./r							Larve (L) și pupe (P) de muște ex. la 20x20 cm sol
		B.coli	Enterobacterii	Enterobacterii patogene	Enterovirusuri	Ouă de helminți (ascarida, vlasoglav, toxocara, oncosfere, tenii	Chisturi de protozoare, exemplare/ 100 g.sol		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Zonle cu risc sporit: - teritoriile instituțiilor preșcolare și școlare - zonele de recreație (parcuri, scuaruri etc.), - grădini - terenuri de plimbare a câinilor	curată	1-9	1-9	-	-	-	-	-	
	poluată	10 și mai mult	10 și mai mult	+	+	+	+	L - până la 10, P - lipsă	
	curată	1-9	1-9	1-9	-	-	-	-	
	poluată	10 și mai mult	10 și mai mult	10 și mai mult	+	+	+	L- până la 10, P- lipsă	
Zonle de protecție sanitară a bazinelor de apă	curată	1-99	1-99	-	-	până la 5	> 5	-	
	poluată	100 și mai mult	100 și mai mult	+	+	>5	>5	L- până la 10 P- lipsă	

### 3. **Însemnătatea solului și influența lui asupra sănătății și condițiilor de viață ale populației**

**Însemnătatea igienică a solului.** În sol în permanență au loc cele mai diverse procese de dezintegrare și de sinteză a substanțelor organice, procese fotochimice, se formează diferiți compuși anorganici și organici noi, pier bacteriile patogene, virusurile, protozoarele și ouăle de helminți, Însemnătatea igienică a solului constă, de asemenea, în utilizarea lui pentru epurarea și neutralizarea reziduurilor lichide și a deșeurilor solide din centrele populate. Concomitent, solul exercită o acțiune puternică asupra microclimei localităților, dezvoltării vegetației, particularităților de sistematizare și construcție a centrelor populate și a blocurilor separate. Agricultură contemporană poluiază solul cu pesticide, îngrășăminte minerale, stimulatori de creștere ai plantelor, și alte substanțe, care contribuie la formarea structurii solului. Prin sistemele de canalizare a localităților, întreprinderilor industriale, în sol pătrund substanțe tensioactive, hidrocarburi aromatice policiclice, ape reziduale industriale și menajere, reziduuri de la întreprinderile industriale, transport etc. Poluanții din reziduurile menționate migrează ulterior în plante, aerul atmosferic, apele subterane.

Așadar, solul influențează asupra sănătății și condițiilor de viață ale populației indirect. În primul rând, prin plante, care sunt produse alimentare pentru oameni. În al doilea rând prin apă pe care o îmbogățesc cu elemente chimice necesare sau o impurifică cu poluanți chimici și cu microorganisme. A treia cale de influență este aerul din sol, care conținând bioxid de carbon, metan, hidrogen poluează aerul atmosferic.

Solul poate transmite la om mai multe maladii infecțioase. Încă din antichitate oamenii deosebeau soluri sănătoase și nesănătoase.

Sănătoase se considerau localitățile de pe locuri înalte, uscate și insolate, iar nesănătoase cele situate în văgăuni reci, inundate, umede, cu ceață frecventă, unde bântuiau diferite maladii. De aceea, pentru asigurarea sănătății și salubritatea centrelor populate are o mare importanță alegerea corectă a solului pentru construcția locuințelor etc.

Solul are o importanță igienică extrem de mare deoarece este:

- factorul principal de formare a zonelor naturale și artificiale, importante în dezvoltarea și profilaxia maladiilor endemice;
- mediul în care are loc circulația substanțelor chimice și radioactive, poluanților după principiul „mediul ambiant – omul”;

- mediul prin care are loc poluarea chimică și biologică a aerului atmosferic, a apelor subterane și de suprafață, a plantelor etc.;
- calea de transmitere a maladiilor infecțioase;
- cel mai utilizabil mediu natural pentru neutralizarea reziduurilor lichide și solide.

**Însemnătatea endemică a solului.** Solul este un element al mediului care poate contribui la dereglarea sănătății umane prin compoziția sa naturală. Sunt zone geografice cu conținut sporit sau carential de microelemente. Aceste zone se numesc provincii biogeochimice. Ele sunt determinate de particularitățile compoziționale ale rocilor terestre, de minereurile existente (provincii biogeochimice naturale) și de gradul de poluare a solului prin emisiile și deversările de la întreprinderi și dejecțiile de la localități (provincii biogeochimice tehnogene). Deci, există provincii biogeochimice naturale și artificiale (tehnogene).

**Provinciile biogeochimice naturale** sunt teritoriile Pământului în care există anomalii ale conținutului de microelemente naturale. Aceste anomalii provoacă schimbări ale compoziției apei și plantelor (produsele alimentare) care nimerind în organismul uman (și al animalelor), influențează considerabil metabolismul inducând dezvoltarea proceselor patologice și a unor boli, numite *boli endemice*, sau chiar a endemiilor biogeochimice.

În Republica Moldova sunt răspândite mai multe boli endemice de acest gen. În primul rând, în solul țării noastre conținutul de iod este scăzut. Ca rezultat conținutul de iod este redus în plante și produsele alimentare de origine vegetală, animală, în apă. De aceea în rația alimentară a locuitorilor este o carență de iod, care provoacă dezvoltarea gușei endemice, deoarece are loc o sinteza insuficientă a hormonilor tiroidieni care conțin iod.

În Republica Moldova deficitul de iod în organismul uman prezintă o problemă importantă a sănătății publice, manifestată prin retard mintal, diverse afecțiuni neurologice, gușă endemică[3]. Conform datelor G. Obreja cu coaut. (2003), circa 37 % dintre copiii de 8-10 ani au gușă palpabilă sau vizibilă, condiționată de insuficiența iodului în alimentație [4]. Unii autori consideră ca circa 90 % dintre consecințele carenței de iod rămân neevidențiate, manifestându-se prin avorturi spontane și nașteri premature, anomalii congenitale, mortalitate perinatală și infantilă sporită, cretinism congenital neurologic, retard în dezvoltarea fizică și mintală, capacități cognitive reduse.

Răspândirea gușei endemice la același conținut de iod în sol este

diferită, fiind în funcție de raportul conținutului de iod și unele vitamine. Gușa endemică este răspândită în toată lumea.

Conform datelor Organizației Mondiale a Sănătății, peste 1,5 miliarde de locuitori de pe Terra suferă de maladii ioddeficitare, 655 mln au hiperplazia glandei tiroide, 43 mln – retard mental exprimat. După datele lui H. T. Maracap și coaut. (2002), în Ucraina peste 15 mln de oameni locuiesc pe teritorii endemice în privința iodului, deci 1/3 din populația țării riscă să sufere de maladiile determinate de carența de iod [12].

O altă boală endemică determinată de compoziția solului este *fluoroza*.

Fluorul din sol trece în apa subterană, în plante etc., ulterior în organismul uman. În Republica Moldova sunt zone cu surplus de fluor (raioanele Fălești, Ungheni, Călărași etc.) și zone cu carență de fluor (majoritatea raioanelor).

Fluorul în exces afectează sistemul osos, facilitând fractura lor, contribuie la dezvoltarea cancerului oaselor, infertilității, fluorozei scheletale.

Carența fluorului în sol contribuie la dezvoltarea *cariei dentare*. Conform datelor OMS, 8 din 10 moldoveni suferă de această boală [14].

Biomasa reprezintă componenta organică a naturii care conține un șir de elemente chimice naturale endogene ce se conțin, de regulă, în sol. Poate conține și substanțe exogene, introduse în sol ocazional sau intenționat ceea ce duce la intoxicarea oamenilor și animalelor care au folosit această biomasă în alimentație.

O astfel de intoxicație este cea *cu seleniu* (selenoza). Seleniul este un biomicroelement care normal se conține în sol și obligator trebuie să pătrundă în organismul uman, cantitatea fiziologică optimală zilnică fiind egală cu 0,05 – 0,2 mg.

Sunt plante în care se pot acumula până la 5000 mg/kg de seleniu. Folosirea acestei biomase cultivate pe solurile alcaline în SUA, Canada, Irlanda a provocat intoxicație la oameni și decese în masă a animalelor. În doze excesive este teratogen [15].

În unele zone ale Chinei, Egiptului și Suediei se înregistrează un conținut carențial de seleniu în sol [10], evident și în produsele vegetale. Populația din aceste zone frecvent suferă de boala endemică numită boala lui Keshan – cardiopatie endemică răspândită preponderent printre copiii de 2-7 ani și femeile tinere. Boala se manifestă prin dilatarea cavităților cardiace, aritmie, decompensare cardiacă, uneori tromboembolia vaselor sangvine, ciroză hepatică, dereglări ale mușchilor scheletali etc. cu mor-

talitate înaltă.

Deficitul de seleniu în alimentație este un factor de risc major pentru apariția cancerului hepatic – de 5-10 ori mai mare decât în cazul consumului normal de Se (16). De aceea în unele țări (Rusia, China etc.) s-au elaborat programe speciale de suplimentare a produselor alimentare cu seleniu.

În zonele cu conținut sporit în sol de microelemente (stronțiu, fier, mangan, zinc, plumb, argint, fluor) și un conținut carențial de calciu este răspândită boala Kashin-Bek (hipermicroelementoza endemică) care decurge cu osteoartroză osteodeformantă, deformarea articulațiilor șoldului și coloanei vertebrale. Este răspândită mai frecvent la copii și adolescenți.

A fost constatată și o legătură între nivelul conținutului de arsen în soluri și cazurile de cancer gastric, între conținutul de molibden și cazurile de gută și cancer de esofag.

Multiple cercetări științifice au demonstrat că deficitul de microelemente esențiale contribuie la cumulara în organism și acțiunea toxică a plumbului, nichelului, cadmiului și altor microelemente. Pentru hipomicroelementoze sunt caracteristice diminuarea rezistenței imunologice, schimbări morfologice ale glandelor cu secreție internă și scăderea activității funcționale a lor. Aceasta creează condiții favorabile pentru dezvoltarea bolilor netransmisibile, inclusiv a tumorilor.

**Provinciile biogeochimice artificiale** (*tehnogene*) sunt teritoriile terestre influențate de activitatea intensivă de producere și folosirea diferitor pesticide, îngrășăminte minerale, stimulatori de creștere a plantelor, cât și de pătrunderea în sol a deșeurilor industriale, apelor reziduale și reziduurilor solide. Aceste provincii au apărut din cauza acumulării pe unele teritorii a diferitor substanțe chimice în diferite combinații.

Populația, care locuiește un timp îndelungat în aceste zone, este supusă influenței nefavorabile a acestor substanțe. Ca rezultat se înregistrează un nivel înalt de morbiditate a populației, anomalii congenitale și de dezvoltare fizică și psihică, diminuarea capacității de autopurificare a solului. Au loc nu doar consecințe îndepărtate (intoxicații cronice) asupra stării de sănătate, dar și cazuri de intoxicații acute, în special la efectuarea lucrărilor manuale și mecanizate pe câmpurile agricole, pe sectoarele de lângă casă, în livezi tratate cu pesticide, cât și pe terenurile poluate cu substanțe chimice exogene, provenite de la deșeurile atmosferice ale întreprinderilor industriale și reziduurile lor. Un exemplu de provincie biogeochimică artificială este poluarea solului cu arsen înregistrată în Japonia care a fost cauza *bolii*

*copitelor*, cu manifestări de hipercheratoză, căderea părului, neurită, paralizie, dereglarea văzului, afectarea ficatului, multiple decese.

Alt exemplu este poluarea solului cu fluor din contul deșeurilor industriale, ceea ce contribuie la acumularea fluorului în plante, iar apoi la dezvoltarea fluorozii la oamenii, care se alimentează cu legumele cultivate pe acest sol. Se înregistrează dereglări ale hematopoiezei la copii, metabolismului fosforului și calciului, boli de ficat și de rinichi, gastrite acute.

Unul dintre exemplele publicate în literatura de specialitate este poluarea solului în preajma uzinelor de topire a cuprului prin emisiile de aer cu conținut înalt de oxizi și sulfizi ai mai multor metale, inclusiv ai plumbului. Legumele, cultivate pe acest sol, conțin plumb în concentrații ce depășesc de 3-5 ori limitele admisibile. Poluarea cu cadmiu, arsen, nichel și zinc este mai neînsemnată. La copiii din grădinița apropiată s-au depistat în păr zinc, mercur, potasiu, sodiu, mai puțin cupru, un conținut considerabil de calciu și magneziu.

Poluanți ai solului sunt nichelul, mercurul etc. Nichelul este toxic pentru plante, microorganismele solului și pentru om, inhibă enzimele hidrolitice din sol. Conținutul excesiv de nichel în sol contribuie la sporirea morbidității populației prin schizofrenie, cancer pulmonar, cancer gastric. Poluarea neînsemnată a solului cu mercur exercită o acțiune puternică asupra proprietăților lui biologice, diminuează activitatea de amonificare și de nitrificare, acțiunea dehidrogenazelor. Conținutul sporit de mercur contribuie la sporirea frecvenței morbidității populației prin maladiile sistemelor nervos și endocrin, organelor urogenitale la bărbați, reduce fertilitatea.

În urma pătrunderii plumbului în sol, ulterior și în organismul uman, se înregistrează schimbări patologice în sistemele de hematopoieză și de reproducere, în organele cu secreție internă, creșterea incidenței tumorilor de orice localizare. Totodată, plumbul inhibă activitatea bacteriilor nitrifiante, microbilor-antagoniști ai colibacililor, bacililor dizenteriei Flexner și Zonne, mărește termenele de autopurificare a solului. Efecte nefavorabile pot provoca și așa microelemente din sol ca borul, vanadiul, taliul, wolframul etc.

Zone geochimice artificiale sunt și în cazul acumulării în sol a substanțelor chimice anorganice, dar și organice, de exemplu, zonele tehnogene cauzate de utilizarea pesticidelor. În Republica Moldova în 2010-2014 numărul de produse de uz fitosanitar utilizate în agricultură a ajuns la 830. Nivelul aplicării acestor produse pe terenurile agricole în anii 2004-2014 a variat între 1,05-1,59 kg/ha [9]. În produsele alimentare de origine

vegetală, în special în struguri, castraveți, cartofi, mere, roșii, varză, sfeclă, s-au găsit reziduuri de cupru în cantități de 0,25-1,0 mg/kg. În aceste produse s-au depistat în cantități de 0,01-0,03 mg/kg cipermetrină, mancozeb, cimoxanil, famoxadon etc. Concentrațiile acestor substanțe nu depășesc limitele admisibile, dar, după datele autoarei, se atestă o corelație înaltă cu unele maladii ale sistemului nervos, aparatelor circulator, digestiv etc.

În sol are loc circulația substanțelor chimice exogene care apoi nimeresc în aerul atmosferic, apă și produsele alimentare, determinând intoxicații acute și cronice, boli alergice.

Substanțele chimice din sol se spală în cantități mari de pe suprafața lui și trec parțial în sursele de apă de suprafață, iar altă parte migrează în adâncul solului, în pânza apelor freatice, determinând compoziția apelor potabile și menajere. În același mod au loc modificarea calității produselor alimentare de proveniență vegetală. Evident, compoziția calitativă și cantitatea substanțelor chimice în aceste produse sunt determinate de tipul solului, compoziția lui chimică.

O parte dintre substanțele chimice, pătrunse în sol, se supun evaporării și sublimării, se pot acumula în aerul atmosferic, ajungând la concentrații ce pot atinge niveluri periculoase pentru sănătatea populației.

**Însemnătatea epidemiologică a solului.** Solul frecvent este poluat cu excremente umane și animale la păscutul vitelor, acumularea băligarului și utilizării lui în calitate de îngrășământ, utilizarea apelor reziduale fecaloid-menajere la irigare etc. În sol, indiferent de antagonismul microflorei, se pot păstra viabili și virulenți timp îndelungat agenții bolilor infecțioase. Agenții febrei tifoide pot trăi în straturile adânci ale solului, până la 400 de zile, poluând sursele subterane de apă, astfel molipsând omul. Viabilitatea unor microorganisme în sol este prezentată în *tabelul 5*.

*Tabelul 5*

**Viabilitatea unor microorganisme în sol (după Гончарук Е. И., 2006)**

Agentul infecției	Termenul mediu (săptămâni)	Termenul maximal (luni)
• Grupul de agenți tifo-paratifoizi: <i>S. typhi</i> , <i>S. paratyphi A</i> , <i>S. schottmueleri</i>	2 - 3	Peste 12
• Grupul agenților dizenterici:	1,5 - 5	Circa 9

<i>Sh. dysenteriae, Sh. sonnei, Sh. flexneri, Sh. boydii</i>		
• Vibrionul holeric: <i>vibrio cholerae</i>	1 - 2	Până la 4
• Agentul brucelozei: <i>Br. melitensis</i> <i>Br. suis, Br. abortus</i>	0,5 - 3	Până la 2
• Agentul tularemiei: <i>Francisella tularensis</i>	1 - 2	Până la 2,5
• Agentul pestei: <i>Yersinia pestis</i>	Circa 0,5	Până la 1
• Micobacteria tuberculozei: <i>M. tuberculosis</i>	13	Până la 7
• Enterovirusurile: <i>Poliovirus hominis, Koksaki, ECHO</i>	10-13	Până la 6

Un timp îndelungat (20-25 ani) se păstrează în sol sporiile microorganismelor patogene anaerobe, răspândiți în permanență în solul centrelor populate. Printre acestea se numără agenții tetanosului, gangrenei gazoase, botulismului, antraxului. Aflarea îndelungată în sol a agenților patogeni indicați și a sporilor lor duce la răspândirea maladiilor infecțioase respective la pătrunderea solului poluat în plagă sau la folosirea alimentelor impurificate.

Deci, solul poluat poate fi factorul de transmitere la om a unor boli intestinale ca febra tifoidă, febrele paratifoide A și B, dizenteria bacteriană, amebiaza, holera, salmoneloza. Solul joacă un rol important și în transmiterea infecțiilor virale (hepatita A, enterovirusurile – poliomielita, Koksaki, ECHO), protozoarelor (amebiaza, lamblioza) și zooantroponozelor (leptospiroza, febra de apă, icterul infecțios - boala lui Vasiliev-Weil, bruceloza, tularemia, antraxul).

Infectarea oamenilor de la solul poluat poate avea loc pe diferite căi. În special, agenții patogeni ai tetanosului și gangrenei gazoase pătrund în organism prin pielea lezată (traumată) în timpul lucrărilor de câmp, activităților militare, lucrărilor de construcție. Agentul botulismului din sol ajunge pe legume, pomușoare, ciuperci și în cazul conservării acestora, când se crează condiții anaerobe, se înmulțesc în masă și produc toxine. Folosirea acestor produse în alimentație poate provoca toxicoze grave, inclusiv cu sfârșit letal.

Infecțiile intestinale se transmit prin legumele și pomușoarele poluate



din sol și folosite în alimentație nespălate, prin mâinile nespălate după lucrările pe câmp etc.

Prin sol poate fi transmisă și micobacteria tuberculozei, helmintiazele–ascaridoze, tricocefaloze, difilobotrioze, strongiloidoze etc. Ouăle acestor helminți ajung în sol cu excrețiile umane, unde ele trec una din etapele de dezvoltare. Ouăle de ascaride se păstrează în sol până la 7-10 ani. După eliminarea din intestinul omului, ouăle de geohelminți nu sunt patogene. Maturizarea are loc sol, la temperatura de 12-38 °C, în condiții umede și în prezența oxigenului, de la 2-3 săptămâni până la 2-3 luni. După maturizare ele devin infestante și pătrunzând în organismul omului cu legumele poluate, cu mâinile murdare, provoacă boală.

Cu praful de sol se pot răspândi agenții unui șir de boli infecțioase cum sunt micobacteriile tuberculozei, virusurile poliomielitei Koksaki, ECHO. Contactarea acestora are loc la inspirația prafului de către oamenii sănătoși.

Importanța epidemiologică a solului este determinată și de înmulțirea în el a rozătoarelor (șobolani, șoareci), sursele unor așa infecții periculoase precum rabia, pesta, tularemia etc., muștelor – transmițătoare active a agenților infecțiilor intestinale, și ai altor boli infecțioase.

În sol are loc și dezinfectarea naturală a apelor reziduale, a deșeurilor solide și, evident, nimicirea microorganismelor patogene și helminților.

Viabilitatea microflorei saprofite și intestinale patogene depinde de prezența în sol a protozoarelor și altor microorganisme saprofite antagoniste și de gradul de antagonism al acestora. În special, bacteriile din grupul intestinal-tifoid sunt devorate de către bacteriofagi. Un rol important în anihilarea agenților patogeni au și antibioticele produse de microorganisme, plantele superioare și de țesuturile animalelor. Procesele de autopurificare a solului de microorganismele patogene sunt influențate de către enzimele, care nimeresc în el cu deșeurile și se formează în urma metabolismului substanțelor vegetale sau animale, ce poluează solul. Viabilitatea bacteriilor patogene din sol este influențată și de insuficiența substanțelor nutritive, aerația și oscilația temperaturii. În condiții naturale acționează concomitent tot complexul factorilor enumerați și de îmbinarea lor depinde durata de viață a bacteriilor, care pătrund în sol cu apele reziduale.

#### 4. Autopurificarea solului

Cantitatea enormă de reziduuri bogate în substanțe organice, bacterii, ouă de helminți, care zilnic nimeresc în sol, ar putea face imposibilă viața oamenilor, dacă solul n-ar avea minunata capacitate de autopurificare.

Solul este elementul biosferei în care permanent au loc procese de detoxicare (dezinfecție, distrugere, transformare în compuși netoxici) a substanțelor organice și anorganice exogene. Aceste procese au o mare însemnătate igienică și epidemiologică.

Procesul de autopurificare este foarte complicat și depinde de tipul solului, structura lui mecanică, compoziția chimică, proprietățile fizice, populația bacteriană.

Substanțele organice, care au pătruns în sol sub formă de proteine, lipide, glucide și produse ale metabolismului lor, se descompun până la substanțe anorganice (procesul de mineralizare). Paralel, din substanțele organice din deșeuri, se sintetizează substanțe organice noi – humusul. Acest proces se numește humificare, iar ambele procese biochimice (mineralizarea și humificarea) tind să restabilească starea inițială a solului.

Procesul de autopurificare a solului de substanțele organice, heterogene pentru el, se efectuează de către microorganismele saprofite. Substanțele necesare pentru viața acestora pătrund în celulă pe calea absorbției osmotice, prin porii foarte mici ai membranei, doar în urma scindării lor până la molecule mai simple (aminoacizi, monozaharide, acizi grași). Acest mod de nutriție are loc datorită proprietății microorganismelor de a elimina în mediul ambiant enzime hidrolitice, care pregătesc substanțele respective pentru asimilarea de către celula microbiană.

Substanțele organice, care nimeresc în sol cu deșeurile, se supun transformărilor. În special glucidele (polizaharidele), sub acțiunea enzimelor, în condiții aerobe se transformă în di- și monozaharide. O parte neînsemnată de monozaharide (glucoza, maltoza ș.a.) este folosită la sinteza glicogenului din celulele microbiene. Cea mai mare parte a acestuia, în procesul respirației endogene a celulei microbiene, se oxidează (se scindează) până la bioxid de carbon și apă.

În condiții anaerobe glucidele se descompun cu formarea acizilor grași care sunt scindați până la hidrogen, bioxid de carbon, metan și alte gaze. Respirația microorganismelor anaerobe are loc fără participarea oxigenului. Ele capătă energia necesară în urma scindării moleculei compuse a

substanței organice în molecule mai simple.

Lipidele se supun scindării foarte lent din cauza că se supun cu greu proceselor de descompunere biochimică. În condiții aerobe se scindează cu formarea acizilor grași, glicerinei, care se descompun în  $\text{CO}_2$  și apă, cu degajarea de energie. În condiții anaerobe, acizii grași și glicerina se descompun aproximativ după aceeași schemă ca și glucidele, cu formarea hidrogenului, dioxidului de carbon, metanului, dar și a acizilor grași volatili cu miros neplăcut.

La descompunerea proteinelor, de asemenea, participă microorganismele saprofite, pentru care aceste substanțe sunt sursa de azot. Moleculele compuse de proteine (polipeptidele) se descompun sub acțiunea enzimelor secretate de microorganismele până la albumine și peptone, iar acestea până la aminoacizi. Unele bacterii conțin enzima triptaza sub acțiunea căreia proteinele se descompun în aminoacizi, ocolind etapa de peptonă. O parte dintre aminoacizi este folosită ca material plastic și energetic de către microorganismele saprofite din sol, iar altă parte se supune dezaminării cu formarea amoniacului, apei și bioxidului de carbon.

La pieirea microorganismelor se formează humusul solului, în care se conțin complexe proteice, acizi organici, hemiceluloză, lipide și microorganismele saprofite. În acest caz, o parte de aminoacizi se supun dezaminării cu formarea amoniacului, bioxidului de carbon și apei. Procesul de scindare a proteinelor până la formarea amoniacului se numește *amonificare*. Amoniacul format, dizolvându-se în apă în condiții aerobe și unindu-se cu bioxidul de carbon formează carbonat de amoniu. Carbonatul de amoniu se formează și în urma autooxidării proteinelor microorganismelor saprofite din sol. Substanțele organice, care conțin azot, nimeresc în sol nu doar sub formă de proteine, dar și de aminoacizi și produse ale metabolismului proteic, în special de uree. Urobacteriile și enzima ureaza scindează ureea, cu formarea de carbonat de amoniu, care se supune oxidării biochimice cu participarea bacteriilor aerobe. Acest proces se numește *nitrificare* și decurge în două faze: 1 – oxidarea biochimică în care bacteriile *Bac. nitrosomonas* transformă sărurile de amoniu în compuși azotoși (nitriți) și 2 – bacteriile *Bac. nitrobacter* transformă nitriții în compuși azotici (nitrați). Astfel, sărurile acidului azotic (nitrați) prezintă produsul final de oxidare a substanțelor proteice și a produselor lor metabolice.

Pe lângă procesele de nitrificare, în sol au loc și procesele de denitrificare – descompunerea nitraților de către bacterii, cu eliberarea azotului gazos.

Procesele de reducere decurg într-un ritm divers în funcție de compoziția mediului, reacția (pH-ul) lui, particularitățile biochimice etc. Pentru diferite bacterii, valorile optime ale pH-ului diferă. În mediul alcalin și la accesul larg al aerului, procesul de reducere se încheie cu formarea sărurilor acidului azotos, iar în mediul acid și în afluxul limitat de oxigen procesul finalizează cu formarea amoniacului.

Descompunerea substanțelor organice în condiții anaerobe contribuie la formarea produselor intermediare de scindare a proteinelor cu miros neplăcut – amoniac, hidrogen sulfurat, mercaptan, acizi grași volatili, indol, scatol. În condiții aerobe prevalează procesele de oxidare și nu se formează gaze cu miros neplăcut.

În procesul autopurificării solului are loc și pieirea microorganismelor patogene, preponderent nesporulate, și inactivarea ouălor de helminți. Procesul de autopurificare și nimicire a microorganismelor, ouălor de helminți este influențat de razele solare, gradul de umiditate a solului (în special insuficiența ei), bacteriofagi, antibioticele din sol etc.

## 5. Sursele de poluare a solului

Poluanții solului se divid în chimici (substanțe anorganice și organice) și biologici (bacterii, virusuri, protozoare, helminți). Poluarea solului prezintă acel conținut de poluanți chimici și biologici, care devine periculos pentru sănătatea omului la contactul direct cu solul sau prin lanțurile ecologice: sol – apă – om; sol – aer atmosferic – om; sol – plantă – om; sol – plantă – animal – om etc.

**Poluanții chimici** se divid în două grupe mari. Primul grup include substanțele chimice care se introduc în sol în mod planificat, bine direcționat și organizat: precum agrochimicalele (pesticidele, îngrășămintele minerale, stabilizatorii agregatelor din sol, stimulatorii de creștere a plantelor ș.a.). Numai în cazul introducerii în surplus aceste preparate devin poluanți ai solului.

Al doilea grup de poluanți chimici ai solului include substanțele care ajung în sol ocazional, cu apele reziduale menajere și industriale, emisiile atmosferice ale întreprinderilor industriale, reziduurile solide menajere și industriale, gazele de eșapament etc.

Pericolul substanțelor chimice care pătrund în sol depinde de stabilitatea lor, gradul de toxicitate, efectele alergice, mutagene, embriotropice ș.a., periculoase pentru sănătatea omului atât în prezent, cât și în viitor.

**Substanțele chimice exogene, introduse în sol planificat.** Acestea sunt folosite pentru efectul economic înalt, determinat de aplicarea preparatelor pentru combaterea dăunătorilor plantelor și sporirea recoltei. Folosirea lor se extinde în toată lumea, de aceea cu fiecare an în sol pătrunde o cantitate tot mai mare de astfel de substanțe.

**Pesticidele.** Este denumirea generală a mijloacelor chimice de protecție a plantelor. Folosirea pe larg a pesticidelor se explică prin faptul că pierderile potențiale de recoltă de pe urma bolilor plantelor și dăunătorilor agricoli constituie, conform datelor FAO, 34,9 % din recolta mondială (FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Organizație Mondială pentru Alimentație și Agricultură în cadrul ONU)).

Producția mondială de pesticide numără peste 1000 de denumiri după substanța activă, iar pe baza lor se produc zeci de mii de preparate, în diferite combinații. Cantitatea medie de pesticide pentru 1 ha este de 0,3 kg de substanță activă, iar în sol în medie 0,1 mg/kg. În unele țări se folosește o cantitate de pesticide cu mult mai mare decât media la nivel mondial.

În Republica Moldova, conform datelor raportului național al CNSP [7], nivelul aplicării produselor de uz fitosanitar pe terenurile agricole a variat pe parcursul anilor 2005-2013 între 1,05–1,59 kg/ha (de 3-5 ori mai mult decât media mondială). Numărul de pesticide utilizat a crescut de la 102 în anul 2000 până la 811 în anul 2013 [8].

În unele țări, conținutul de pesticide în sol atinge niveluri catastrofale depășindu-l cu mult pe cel calculat (0,1 mg/kg). Evident, în acest caz solul devine periculos pentru sănătatea umană la contactul direct, dar și în cazul migrării pesticidelor în apă, aer, plante. Concomitent, sub acțiunea pesticidelor, este posibil schimbul populației unor microorganisme și microbiocenoze din sol, cu dereglarea proceselor de autopurificare. Cercetările au demonstrat că pesticidele au proprietăți bactericide, nimicesc o parte dintre microorganismele din sol ceea ce, de asemenea, diminuează procesele de autopurificare. Consumul produselor alimentare și al apei, inspirarea aerului, poluate cu pesticidele din sol pot condiționa intoxicații acute și cronice nu doar la persoanele care lucrează cu ele, dar și la populația generală, îndeosebi la copii.

Pe parcursul anilor 2011-2015, în Republica Moldova au fost înregistrate 707 persoane intoxicate cu pesticide [6]. Mai agresive sunt pesticidele clororganice și fosfororganice. Unele pesticide, ajungând din sol în organismul uman, pot provoca modificări mutagene, cu dezvoltarea tumorilor,

avorturi spontane, scăderea fertilității, anomalii congenitale etc.

Numărul de intoxicații și dereglări patologice generate de pesticide este proporțional cantității folosite și, prin urmare, poate crește din an în an. De aceea, la folosirea pesticidelor, se acordă o mare atenție securității în muncă. Preparatele agresive se înlocuiesc cu cele mai puțin toxice, se îmbunătățesc formele lor, se argumentează normativele igienice, se elaborează planuri concrete de măsuri, se prevăd activități pentru prevenirea pătrunderii remanențelor de pesticide în organismul uman.

**Îngrășămintele minerale.** Din agrochimicale fac parte și îngrășămintele minerale – compuși chimici anorganici, utilizați în agricultură pentru sporirea fertilității solului. Se divid în macro- și microîngrășăminte. Macroîngrășămintele includ substanțele care sporesc fertilitatea solului (azot, fosfor, potasiu) și pot fi azotice, fosforice, cu potasiu și mixte.

În Republica Moldova, în perioada 2005-2012, norma medie de îngrășăminte aplicate în agricultură a constituit 25 kg/ha., din care 90-95 % revin îngrășămintelor cu azot [1].

Sortimentul de îngrășăminte minerale este foarte larg. De exemplu, îngrășămintele azotice includ apa amoniacală, ureea, nitratul de sodiu, azotatul de amoniu, azotatul de potasiu ș. a. Îngrășăminte fosforice sunt superfosfatul simplu și dublu, precipitatul, zgura alcalină, iar cele cu potasiu, clorura de potasiu, oxidul de magneziu-potasiu, azotatul de potasiu-amoniu.

Potasiul migrează în sol foarte încet și nu exercită acțiune nefavorabilă asupra capacității de autopurificare a solului și a biocenozei lui. Însă împreună cu el în sol se introduc și ioni de clor care în doze mari provoacă salinizarea artificială a solului. Acumularea cantităților mari de potasiu în sol poate deregla raportul potasiu-sodiu, ceea ce exercită o acțiune nefavorabilă asupra sănătății umane, dereglând activitatea sistemului circulator.

Un anumit rol în poluarea solului îl au fosfații. Întrucât fosfații în sol sunt puțin mobili, ei se pot acumula în cantități mari pe unele porțiuni de sol, influențând negativ procesele de autopurificare. Îngrășămintele fosfatice mai conțin fluor (0,2-4 %), fier, stronțiu, selen, metale grele etc. În cazul nerespectării regulilor igienice, aceste elemente poluează solul, plantele, apele subterane și de suprafață.

Îngrășămintele azotice poluează solul cu amoniac, nitrați, uree, care ușor trec din sol în plante, apele subterane, dereglând starea de sănătate a populației. În special, nitrații pot provoca intoxicații denumite methemoglobinemii nitractice, pot servi ca bază pentru sintetizarea în sol a nitro-

zaminelor, care posedă efecte cancerigene ș.a.

Microîngrășămintele conțin microelemente – cobalt, bor, mangan, molibden, cupru etc. Ele se introduc în sol în cantități relativ mici, de 10 – 100 ori mai mici decât macroîngrășămintele. În agricultură se aplică pe larg și polimicroîngrășămintele (PMU – 7, PMU – 8 ș.a.), care conțin de la 0,3 % până la 1 % plumb. La folosirea nerațională a microîngrășămintelor este destul de real a polua solul și plantele cu microelemente, plumb, arsen, cadmiu ș. a. Astfel, aplicarea nerațională a macro- și microîngrășămintelor minerale poate condiționa urmări periculoase atât pentru sănătatea omului, cât și pentru mediul ambiant.

**Substanțe de structurare a solului.** Agrochimicalele includ și substanțe chimice destinate și aplicate în agricultură pentru îmbunătățirea structurii solului. Dintre ele fac parte substanțele tensioactive – compuși nestabili, ce se discompun sub acțiunea microorganismelor din sol.

**Regulatorii de creștere a plantelor** reprezintă compuși organici naturali și sintetici care în doze mici acționează ca biostimulatori ai metabolismului plantelor. Astfel de acțiune au derivații etilenei, compușii nicotinei, carbamații, compușii fosfonici etc. Folosirea lor în agricultură este urmată de acumularea în sol și în plante în cantități dependente de dozele utilizate.

Regulatorii sintetici sunt stabili în sol și posedă toxicitate. Durata păstrării lor în sol depinde de mai mulți factori. De exemplu, clorcolincloridul are un termen de păstrare în sol mai mare dacă este folosit în combinație cu îngrășămintă azotice.

**Poluanții care pătrund în sol cu reziduurile menajere și tehnologice.** Solul este deseori poluat cu ape reziduale menajere, meteori, industriale, reziduale de la complexele animaliere, deșeuri solide menajere și industriale, emisiile în atmosferă de la întreprinderile industriale, transportul auto- și aerian. Prin aceste reziduuri în sol pătrund diferite substanțe chimice, dar și poluanți biologici (bacterii patogene și convențional patogene, protozoare, virusuri, ouă de geohelminți). Problema apelor reziduale este prezentată în manualul „Igiena mediului” vol. 1 [2].

**Deșeurile menajere solide.** Acestea sunt resturile de materii organice și anorganice, substanțe și obiecte, ce se formează în urma activității casnice, gospodărești și industriale a omului, care nu pot fi utilizate pe loc și necesită evacuare. Ele conțin materii prime secundare (hârtie, carton, textile, piele, metal) în volum aproximativ de 25 %, partea organică consti-

tuind circa 60-70 %, balast (piele, sticlă) – 6-8 % și materiale inflamabile (lemn, cărbune, cauciuc etc.) – 8-10 %.

Deșeurile menajere sunt periculoase din punct de vedere epidemiologic, deoarece conțin un număr mare de microorganisme patogene, ouă de helminți, care pot provoca multiple boli infecțioase, helmintiaze.

Surse de poluare a solului sunt, de asemenea, fermele de vite mari cunoscute, de păsări unde se formează o cantitate mare de bălgar care, prin procesele tradiționale de neutralizare, se transformă în îngrășăminte prețioase.

**Deșeurile industriale.** Emisiile în atmosferă de la întreprinderile industriale chimice și biologice se divizează, în funcție de toxicitate, în 4 clase: I – foarte periculoase; II – periculoase; III – moderat periculoase; IV – puțin periculoase. Gradul de periculozitate se determină după indicele sumar de pericol. Cantitatea excesivă a acestor substanțe în sol determină compoziția chimică a plantelor, care nu este indiferentă pentru sănătatea oamenilor și animalelor.

Cu emisiile industriale, prin aer și sedimentare, nimeresc în sol de la întreprinderile industriale cenușa, dioxidul de sulf, oxizii de azot, compușii arsenului și fluorului, hidrocarburile, oxizii de plumb, zinc, cadmiu, cupru, acizii, fenoli etc. Aceste substanțe migrează din sol în apele subterane, plante, aerul atmosferic etc. Poluarea solului cu metale grele (vanadiu, bismut, plumb, seleniu, cadmiu etc.) duce la formarea zonelor biogeochimice tehnogene în apropierea întreprinderilor industriale, determinând impactul toxic cronic asupra populației din vecinătate cu efecte mutagene, alergologice, gonadotoxice, embriotoxice și situații prepatologice și patologice.

**Gazele de eșapament ale transportului auto și aerian.** Gazele de eșapament, care poluează solul, conțin așa compuși toxici ca plumbul, benzopirenul, cromul, cadmiul, zincul etc. Nivelul de poluare a solului depinde de intensitatea fluxurilor de automobile și durata exploatării drumurilor. Evident, cultivarea legumelor și cerealelor, pășcutil vitelor în apropierea magistrelor este riscantă pentru sănătatea oamenilor.

## 6. Normarea igienică a substanțelor chimice exogene în sol

Normarea igienică a substanțelor chimice exogene în sol prezintă o cercetare experimentală etapizată și multidirecțională cu durata de 1-2 ani, efectuată în laboratoare speciale, utilizând metode fizice, chimice, agronomice etc.

La prima etapă se studiază proprietățile fizico-chimice ale substanței și



stabilitatea ei în sol, în special a timpului în care se descompun 50 % din substanțele chimice exogene ( $T_{50}$ ) sau practic tot preparatul ( $T_{99}$ ).

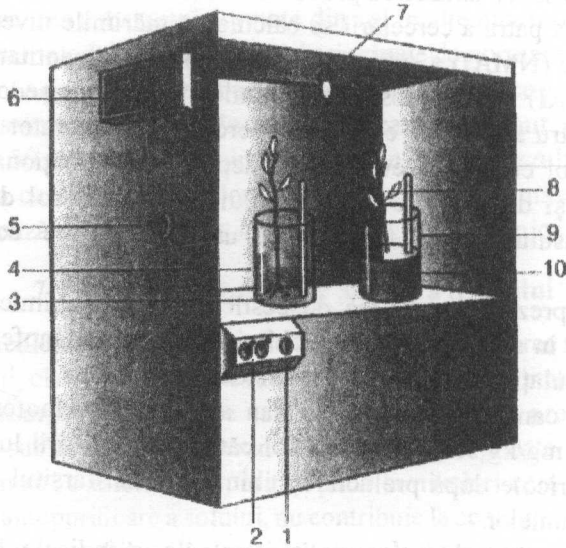
La a doua etapă se argumentează volumul cercetărilor experimentale și concentrațiilor pragale preliminare pentru fiecare indice de nocivitate prin intermediul modelelor matematice ale proceselor de migrație în sursele de apă și în aerul atmosferic, fitoacumulare (translocatie) și distrucție a substanțelor chimice în sol.

La etapa a treia se face experimentul de laborator pentru argumentarea concentrațiilor subpragale după patru indici ai nocivității (sanitar general, fitoacumulativ sau translocativ, de migrație acvatică, de migrație aeriană). Scopul acestor investigații este de a determina indicele limitant al nocivității și CMA a substanțelor chimice în sol.

*Indicele sanitar general* al nocivității caracterizează acțiunea substanței chimice exogene asupra capacității de autopurificare a solului și activității lui biologice. Concentrație inactivă, după acest indice al nocivității, se consideră cantitatea maximală a substanței în sol (în miligrame la 1 kg de sol absolut uscat) care în 5-7 zile nu reduce numărul total de microorganisme în sol (bacterii sporulente, fungi, actinomicete etc.) cu mai mult de 50 % și activitatea fermentativă a solului (conținutul de invertază, dehidrogenază, etc.) cu mai mult de 25 % față de control.

*Indicele fitoacumulativ* (translocativ) al nocivității caracterizează capacitatea substanței chimice normate de a trece din sol prin rădăcină în plantă și de a se acumula în masa verde și în fructe. Conform acestui indice de nocivitate, concentrație inactivă se consideră cantitatea maximală a substanței chimice în sol (în miligrame la 1 kg de sol absolut uscat), la care acumularea substanței de către fitomasa plantelor agricole în momentul recoltării nu va depăși cantitățile reziduale admisibile determinate pentru produsele alimentare. Concentrațiile pragale și subpragale potrivit acestui indice se determină prin folosirea camerei fitoclimaterice (fig. 1).

*Indicele nocivității de migrație acvatică* caracterizează procesul de migrație a substanței studiate în apele subterane (freatice) și de suprafață. Conform acestui indice al nocivității, concentrație inactivă este cantitatea maximală de substanță în sol (în miligrame la 1 kg de sol absolut uscat) pătrunderea căreia în apele freatică și în sursele de suprafață nu duce, la depășirea CMA a compusului normat în obiectivele acvatice. Acest indice al nocivității este studiat cu ajutorul instalațiilor experimentale de filtrare [11].



**Fig.1. Instalație fitoclimaterică**

(schemă), după Мазаев В.Т și Шлепнина Т.Г. (2014):

1 - panou de comandă; 2 - reglator de timp; 3 - pietriș; 4 - etalon model de sol; 5 - termoreglator; 6 - ventilator; 7 - sursă de lumină; 8 - plantă-test; 9 - țeavă pentru introducerea apei; 10 - microdozimetru

*Indicele nocivității de migrație aeriană* caracterizează procesele de pătrundere a substanței chimice din sol în aerul atmosferic prin evaporare, coevaporare cu aburi de apă. În funcție de acest indice, ca concentrație inactivă a substanței respective se consideră cantitatea maximală a acesteia în sol (în miligrame la 1 kg de sol absolut uscat) care, pătrunzând în aerul atmosferic, nu duce la depășirea CMA stabilită pentru substanța dată în aer. Concentrația subpragală pentru acest indice al nocivității se stabilește în camera microclimaterică experimentală.

Dintre acești patru indici ai nocivității, cel cu cea mai mică concentrație pragală și subpragală se alege ca indice limitant al nocivității, iar concentrația sa pragală se consideră CMA a substanței chimice exogene în sol.

Pentru determinarea CMA a substanțelor chimice exogene în sol, experimentele se fac pe probe de referință de sol nisipos. La evaluarea gradului de poluare și determinarea CMA în solul unor regiuni concrete,

experimentele se fac anume cu probe din acest sol.

La etapa a patra a cercetării se calculează mărimile nivelului maxim de introducere (NMAI) a substanței chimice în sol și cantitatea reziduală inofensivă (CRI) pentru substanțele chimice în condiții pedo-climaterice concrete. Pentru aceasta se efectuează cercetări de laborator ale probelor naturale de sol cu scopul evidențierii dependenței funcționale a vitezei de distrucție și de migrație a poluantului chimic din sol de conținutul în el al humusului, de pH, temperatură, umiditate și alte condiții pedo-climaterice.

NMAI reprezintă cantitatea de pesticid sau agrochimic (în kg la ha) introdusă în sol la prelucrarea chimică a acestuia, inofensivă pentru sănătatea populației, calculată în funcție de CMA.

CRI este cantitatea de pesticid sau agrochimic inofensivă pentru populație (în mg/kg sol) rămasă în sol către timpul ieșirii lucrătorilor pe câmpurile agricole după prelucrarea chimică și la sfârșitul perioadei de vegetație a plantelor.

În baza acestor indici, matematic se calculează indicii  $F$  - cantitatea reziduală a compusului chimic exogen în condiții concrete.

Calculul NMAI și a CRI se efectuează după formulele:

$$\text{NMAI} = \frac{\text{CMA} \times 2D \times 10^2}{F} = \text{kg/ha};$$

$$\text{CRI} = \frac{\text{CMA} \times F(t_k)}{100} = \text{mg/kg};$$

unde:  $d$  - masa specifică a solului;

$F$  - cantitatea reziduală a substanțelor chimice exogene în condiții pedo-climaterice concrete;

$t_k$  - timpul de control, în zile.

Mărimea  $F$  poate fi determinată pe cale experimentală sau prin folosirea mărimii cunoscute  $F$  pentru una dintre cele mai stabile substanțe chimice exogene (DDT) și a coeficientului de corecție. În acest caz coeficientul de corecție se determină prin raportul perioadei de înjumătățire a DDT ( $T_{50}$ ) față de perioada de înjumătățire a substanței chimice exogene studiate în condiții concrete.

Astfel, normativul igienic nu reflectă influența substanței din sol asupra

stării de sănătate a populației, ci condițiile inofensive pentru sănătate determinate de trecerea substanței normale din sol în alte medii (apă, aer).

Utilizarea metodologiei și schemei principale de normare a substanțelor chimice în sol a permis de a elabora recomandări metodice pentru stabilirea CMA a substanțelor chimice în sol, pe baza cărora sunt stabilite CMA pentru peste 50 de substanțe chimice exogene. Aceste rezultate au permis de a micșora cazurile de intoxicații acute și cronice în masă a oamenilor care contactează cu solul poluat cu aceste substanțe chimice.

## **7. Măsurile de protecție sanitară a solului**

Pentru medicul igienist este foarte importantă cunoașterea surselor de poluare a solului, clasificarea lor și evaluarea cantitativă și calitativă, în vederea efectuării măsurilor de protecție sanitară a solului. Prin protecția sanitară a solului se subînțelege complexul de măsuri, direcționate spre limitarea pătrunderii în sol a diferitor impurități până la niveluri care nu dereglează procesele de autopurificare a solului, nu contribuie la acumularea substanțelor nocive în plantele cultivate în cantități periculoase pentru sănătatea oamenilor și animalelor, nu duc la poluarea aerului atmosferic, apelor de suprafață și subterane, și nu limitează folosirea solului în scopuri agricole.

Protecția sanitară a solului are scopul de a păstra o așa calitate a lui, care n-ar servi ca factor de transmitere a bolilor infecțioase pentru om și animale și n-ar duce la intoxicații directe sau indirecte cu substanțe chimice exogene. Este rațional a organiza aceste măsuri în funcție de destinația solului: pentru agricultură, pentru centrele populate, zonele de recreație, neutralizarea deșeurilor menajere sau industriale, recultivare etc.

Măsurile de protecție a solului pot fi divizate în mai multe grupuri: legislative, organizatorice, administrative, tehnologice, tehnico-sanitare, de planificare etc.

### **7.1. Măsuri tehnico-sanitare de colectare, evacuare, dezinfectare și utilizare a deșeurilor**

Măsurile tehnico-sanitare de protecție a solului constau în salubritatea centrelor populate. Aceste măsuri sunt orientate spre condiționarea cerințelor igienice, față de construcția și exploatarea corectă a tuturor instalațiilor destinate pentru colectarea, stocarea temporară, transportarea, neutralizarea și utilizarea reziduurilor lichide și solide menajere și a deșeurilor industriale.

În urma activităților umane se formează două grupuri mari de reziduuri: lichide și solide. Reziduuri lichide sunt: dejecțiile din fosele closetului; lăturile rezultate de la pregătirea alimentelor, spălarea corpului, veselei, dușumelei, lenjeriei; apele reziduale (fecaloid-menajere, industriale, urbane, meteorice), apa murdară de la spălatul și udatul străzilor și trotuarelor.

Reziduuri solide sunt: gunoiul (resturile casnice), gunoiul de stradă, deșeurile întreprinderilor alimentației publice (de la bucătărie, resturile de alimente), deșeurile întreprinderilor comerciale și industriale, instituțiilor medico-sanitare (material de pansament, resturi de medicamente, țesuturi după operații, placentele, cadavrele animalelor de laborator, deșeurile de proveniență animalieră, (cadavrele de animale, resturile de la abatoare, confiscatele alimentare, băligarul), zgura din cazangerii, gunoiul de construcție, solul din oraș.

În funcție de grupul din care fac parte deșeurile se folosesc diferite metode și instalații de colectare, depozitare, înlăturare, dezinfectare și utilizare.

Există trei sisteme de evacuare a reziduurilor lichide, acumulate în centrele populate: rafting (prin sistemul de canalizare), de export și mixt. Sistemul rafting (unitar) este răspândit în centrele populate canalizate complet, în care toate reziduurile lichide și parțial solide se evacuează printr-o rețea de țevi spre stația de epurare biologică. Această metodă de evacuare a reziduurilor lichide este numită sistem de canalizare. Reziduurile solide sunt evacuate cu transport special.

Sistemul de export este folosit preponderent în centrele populate necanalizate. Sistemul constă în evacuarea reziduurilor lichide și solide menajere spre locurile de neutralizare și utilizare cu un transport special (de asanare). Metoda de evacuare a reziduurilor solide cu folosirea transportului special se numește *asanare*, iar a reziduurilor lichide (dejecțiilor) – *asenizare*.

Sistemul mixt de evacuare a reziduurilor se utilizează în centrele populate canalizate parțial. Reziduurile lichide din sectorul canalizat al centrului populat se evacuează prin rețeaua de canalizație, reziduurile lichide din sectorul necanalizat – cu transportul de asenizare, iar reziduurile solide cu cel de asanare.

În toate sistemele existente, evacuarea reziduurilor solide din centrele populate se face prin sistemul de export sau de asanare.

În centrele populate contemporane dotate cu sisteme de canalizare toate reziduurile lichide se evacuează și după tratarea la stația de epurare biologică sunt deversate în bazine de apă. Dacă se folosește sistemul de

export, reziduurile lichide și solide sunt neutralizate preponderent în sol.

Cerințele igienice la colectarea, evacuarea, epurarea și utilizarea reziduurilor lichide și parțial solide în sistemul unitar (canalizație) sunt descrise în capitolul dedicat protecției sanitare a bazinelor de apă [2], iar problemele de colectare, evacuare, epurare și utilizare a reziduurilor solide și lichide în sistemul de export – în capitolul dedicat protecției sanitare a solului.

Astfel, în scopul ocrotirii sănătății populației și salubrității generale a localităților se folosește sistemul de asanare – complexul de măsuri de planificare, organizatorice, sanitare, tehnico-sanitare și menajere de colectare, stocare temporară, evacuare, neutralizare și utilizare a reziduurilor solide, care se formează în centrele populate.

Asanarea se realizează în conformitate cu proiectul de asanare care poartă denumirea de schemă generală a salubrității centrelor populate, coordonat cu administrația publică locală.

Serviciul de supraveghere de stat a sănătății publice efectuează, în principiu, controlul sanitar preventiv a primelor elemente de neutralizare a reziduurilor (expertiza proiectului, schema generală de asanare a centrelor populate). Medicul igienist nu este dator să urmărească permanent dacă s-au acumulat corect și la timp s-au evacuat deșeurile. În cazul sporirii morbidității infecțioase a populației, medicul igienist este obligat să elaboreze propuneri pentru administrația publică locală în scopul îmbunătățirii stării sanitare a localității, pentru micșorarea nivelului morbidității și să cerceteze metodele de organizare a colectării, păstrării și evacuării deșeurilor, pentru a dispune de date factologice obiective.

**Colectarea reziduurilor solide menajere.** Colectarea reziduurilor solide menajere poate fi efectuată prin intermediul conductei de gunoi, pubelelor din apartamente, curții și străzi, containerelor (tomberoanelor).

**Conductele de gunoi** sunt prevăzute, de regulă, în blocurile locative cu mai mult de 5 etaje. Ele asigură cele mai bune condiții și cel mai mic consum de timp pentru evacuarea reziduurilor solide din apartamente în colectoarele intermediare. Principalele elemente ale conductelor de gunoi sunt canalul vertical de formă rotundă cu diametrul de 400-600 mm, supapele de recepție și camera de acumulare a reziduurilor.

Tomberoanele curții reprezintă capacități metalice cu capace cu un volum de 80, 100 și 120 l sau 600 și 700 l, sau containere. Tomberoanele se instalează pe terenuri sau în pavilioane speciale cu acces a autotransportului specializat, instalate la cel puțin 20 m și nu mai mult de 100 m de la blocurile

locative, locurile de odihnă, școli, grădinițe.

Pentru colectarea reziduurilor solide se folosesc containere staționare sau de schimb. Containerele staționare se descarcă în autotransportul special și se lasă la locul inițial, iar cele de schimb, împreună cu reziduurile, se transportă la locul de neutralizare, în schimb fiind lăsate containere curate, goale. Din punct de vedere igienic mai bune sunt containerele de schimb.

**Evacuarea și transportarea reziduurilor solide.** Pentru evacuarea reziduurilor solide se utilizează camioane speciale de diverse capacități, specializate după tipul containelor (staționare sau de schimb) și capacitatea lor.

O metodă nouă, progresivă, de evacuare a reziduurilor este transportarea lor prin conductă, care încă nu este răspândită pe larg.

**Neutralizarea reziduurilor solide.** Această etapă a sistemului de salubritate a centrelor populate este veriga cea mai principală, deoarece reziduurile sunt transformate într-un substrat inofensiv epidemiologic și igienic. Platformele de neutralizare a reziduurilor sunt un obiect comunal obligatoriu, asupra căruia medicul igienist trebuie să realizeze supravegherea sanitară preventivă și curentă, concomitent și controlul eficienței neutralizării reziduurilor.

Toate metodele de neutralizare a reziduurilor trebuie să corespundă următoarelor cerințe:

- să asigure inofensivitatea epidemiologică a reziduurilor după prelucrarea lor. Această cerință este argumentată prin faptul că reziduurile sunt impurificate intensiv cu bacterii, numărul lor ajungând la zeci și sute de miliarde într-un gram de reziduuri. Colititul reziduurilor poate fi egal cu  $10^{-7}$ , iar titrul anaerobilor cu  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ .

Concomitent cu microorganismele saprofite, în reziduurile menajere se conțin microbi patogeni, virusuri, ouă de helminți. Îndeosebi sunt periculoase reziduurile instituțiilor medico-sanitare care sunt de 10-100 de ori mai poluate cu bacterii decât reziduurile solide menajere. De aceea, cerințele principale față de metodele de neutralizare a reziduurilor se rezumă la:

- obținerea efectului final garantat al prelucrării;
- asigurarea neutralizării rapide a reziduurilor (perioada de neutralizare a reziduurilor solide trebuie să fie egală cu perioada de producere a lor);
- excluderea dezvoltării muștelor-de-casă (*Musca domestica*) și șobolanilor nu doar în reziduurile care se supun neutralizării, dar și în substratul neutralizat;

- transformarea sigură și rapidă a substanțelor organice în compuși care nu putrezesc și nu poluează aerul, deoarece reziduurile solide conțin o cantitate mare de substanțe organice (până la 80 %), din care 20-30 % în anotimpurile calde putrezesc și elimină gaze cu mirosuri urâte (hidrogen sulfurat, indol, scatol, mercaptan), poluând aerul;
- excluderea poluării apelor subterane și celor de suprafață;
- asigurarea posibilității utilizării maxime și inofensive pentru sănătatea oamenilor a calităților folositoare ale reziduurilor, care conțin până la 6 % de deșeuri utilizabile.

La ora actuală, societatea folosește două metode principale de neutralizare a reziduurilor solide: utilizarea (prelucrarea reziduurilor pentru obținerea combustibilului biologic, metalelor, hârtiei, îngrășămintelor organice, separarea materiei prime pentru industrie) și lichidarea (îngroparea în pământ, evacuarea în mare, arderea fără utilizarea căldurii).

În funcție de principiile tehnologice se folosesc următoarele metode de neutralizare a reziduurilor: 1) biotermice (câmpurile de îngropare sub brazdă, platformele de depozitare, gunoiștile, câmpurile de compostare, camerele biotermice și fabricile de prelucrare biotermică); 2) termice (incinerarea cu sau fără utilizarea energiei termice, piroliza cu obținerea gazului combustibil și uleiurilor minerale); 3) chimice (hidroliza); 4) mecanice (separarea reziduurilor cu utilizarea ulterioară, presarea lor în blocuri de construcție, 5) mixte.

Cele mai larg răspândite sunt metodele biotermice și termice.

**Metodele biotermice.** Dintre metodele clasice pedo-biologice de neutralizare a reziduurilor solide se folosesc câmpurile de îngropare sub brazdă. Metoda nu este răspândită larg deoarece nu corepunde cerințelor igienice, solul fiind poluat cu sticlă, metal, hârtie, se creează condiții de înmulțire a muștelor.

Mai răspândite sunt următoarele metode biotermice: neutralizarea în camere biotermice, câmpurile de compostare, gunoiștile perfecționate, metodele accelerate (industriale) de neutralizare biotermică a reziduurilor etc.

Metodele biotermice de neutralizare a reziduurilor solide constau în scindarea substanțelor organice (proteine, lipide, glucide și produsele metabolismului lor) de către microorganisme (bacterii, fungi, actinomicete, alge, protozoare) cu participarea oxigenului din aer până la formarea humusului (substanță organică sintetizată de microorganisme), carbonaților, fosfaților, sulfaților și energiei.



Metoda biotermică urmărește 2 scopuri: 1) descompunerea compușilor organici din reziduuri și 2) distrugerea formelor vegetative ale bacteriilor patogene, virusurilor, protozoarelor, ouălor de helminți, ouălor și larvelor muștelor, semințelor buruienilor.

Procesul decurge în două etape. La prima etapă, în instalația biotermică sau în sol, substanțele organice de proveniență vegetală și animală, sub formă de proteine compuse, lipide și glucide, se descompun până la aminoacizi, uree, acid uric, monozaharide și acizi grași. Aceste produse ale descompunerii pătrund în celulele microbiene prin membrană. Microorganismele, numite mezofile, folosesc aceste produse ca material energetic și plastic, ceea ce duce la creșterea temperaturii reziduurilor până la 40-45 °C.

Când temperatura atinge 40-45 °C, mezofilele pier și încep să se înmulțească intensiv microbii cu alt maxim de temperatură (75 °C) – termofilele. Din punct de vedere igienic această fază prezintă cel mai mare interes: proteinele, amidonul, fibrele alimentare, lipidele, glucidele și mezofilele din reziduuri sunt descompuse de către exofermenții termofilelor (scindarea hidrolitică cu formarea aminoacizilor, acizilor grași și monozaharidelor). Produsele de descompunere, sub influența endofermenților termofilelor și în prezența oxigenului duc la creșterea masei termofilelor și eliminarea energiei. Drept urmare, temperatura atinge valori înalte care se mențin de la 24 de ore, în metodele accelerate, până la 30-60 de zile în biocamere și până la 1 an în composturi.

La creșterea temperaturii până la 75 °C activitatea vitală a microorganismelor termofile scade și ele pier. Începe faza a III-a a procesului, caracterizată prin scăderea temperaturii. În această fază se dezvoltă un tip deosebit de microbi mezofili, capabili să descompună substanțe ce se supun cu greu acestui proces (ligninele).

Substanța organică compusă, sintetizată cu ajutorul microorganismelor mezo- și termofile în fazele I-III, a căpătat denumirea de *humus*, iar procesul *humificație*. Humusul se supune procesului de mineralizare și de nitrificare cu greu, doar sub acțiunea anumitor tipuri de bacterii din sol, de aceea el putrezește, nu produce fetiditate, nu ademenește muștele, rozătoarele, nefiind un mediu favorabil pentru dezvoltarea lor.

Factori, care influențează procesele biochimice ale metodelor biotermice de neutralizare a deșeurilor sunt, prezentați în continuare.

1. Aerația reziduurilor.

2. Umiditatea reziduurilor – pentru decurgerea succesivă a proceselor

biochimice exotermice este necesar ca umiditatea reziduurilor solide să constituie nu mai puțin de 30 % și nu mai mult de 65-70 %.

3. Cantitatea și calitatea substanțelor organice care putrezesc. Pentru decurgerea succesivă a proceselor biochimice cantitatea acestor substanțe în reziduuri trebuie să fie nu mai mică de 30 %, iar a celor anorganice nu mai mare de 25 % din masa totală, iar compușii carbonului și ai azotului să fie în raport de 30:1.

4. Dimensiunea particulelor. Dimensiunea optimală a particulelor este de 25-35 mm. La mărunțirea reziduurilor crește intensitatea proceselor biochimice.

5. pH-ul reziduurilor. pH-ul optimal este de 6,5-7,6.

6. Gradul de prelucrare a reziduurilor solide cu microorganisme termofile. Cu cât acesta este mai mare, cu atât mai repede se dezvoltă procesul.

7. Temperatura. Creșterea accelerată a temperaturii contribuie la decurgerea mai rapidă și mai sigură a descompunerii biochimice a substanțelor organice și la pierrea microflorei patogene.

Una dintre cele mai simple metode biotermice de neutralizare a deșeurilor solide este *compostarea*. În scopul neutralizării reziduurilor solide pentru 1-2 localități se pot folosi câmpurile de compostare situate pe sectoare de pământ cu destinație specială la o distanță nu mai mică de 300 m de la blocurile locative. Pe aceste sectoare se fac stive cu lungimea de 10-25 m și înălțimea de 1,5-2 m amplasate în rânduri paralele la distanța de 3 m. La baza stivelor de reziduuri menajere se pun materiale hidroscopecice (turbă, paie, rumeguș de lemn, compost) pentru reținerea lichidului, format la compostare. Stivele se fac în straturi: peste fiecare 15 cm de reziduuri solide se pun straturi de 15 – 20 cm de masă maturizată de compost sau pământ. Periodic se udă cu apă și se asigură pătrunderea aerului.

Composturi mai mici (lungimea 2-3 m, lățimea 1-1,5 m, înălțimea 1,5-2 m) sunt recomandate pe sectoarele de lângă casă.

Materialul compostului maturizat se folosește ca îngrășământ organic. În funcție de condițiile climaterice, maturarea compostului durează de la 5 până la 12 luni.

Pentru neutralizarea reziduurilor menajere și transformarea lor în compost prin metodă închisă se folosesc *camerele biotermice*. În aceste camere este posibilă reglarea procesului biotermic prin asigurarea temperaturii optimale și regimului de aerăție. Camerele se fac cu pereții îngrăditori din cărămidă, beton sau construcții armate montabile cu capacitatea de 2-20 m<sup>3</sup>,

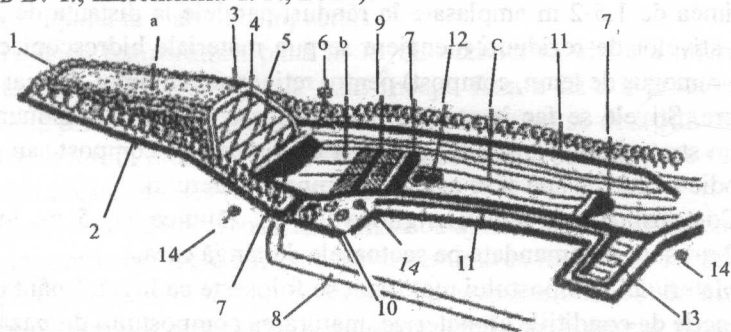
de formă dreptunghiulară cu înălțimea de 2,5-3 m.

Temperatura maximală în cameră este de 65-70 °C și se menține la acest ni-vel timp de 24-30 de zile. În această perioadă, în reziduuri pier ouăle de helminți, larvele și nimfele muștelor, dăunătorii plantelor, pierd capacitatea germinativă semințele buruienilor. Compostarea în timpul verii durează 40 de zile, iar iarna – 60 de zile.

În scopul grăbirii procesului de neutralizare până la 12-20 zile, în cameră se pompează aer încălzit artificial, se amestecă reziduurile la fiecare 10 zile și se adaugă compostul gata maturizat.

**Gunoșițele perfecționate.** Gunoșițele primitive, aruncarea neorganizată a reziduurilor solide în gropi, în râpe etc., sunt interzise de legislația sanitară. De aceea, în țară și peste hotare legislația sanitară permite construcția așa-numitelor gunoșiți perfecționate (fig. 2). Sunt teritorii speciale pe care reziduurile se aduc cu camioanele, se împărștie și se pavează. Exemplu sunt gunoșițele de la Țânțăreni și Bubuieci, unde straturile de reziduuri alternează cu straturi de pământ.

Pentru gunoșițele (platformele) perfecționate nu sunt bariere geologice. Unele cercetări efectuate în regiunea Moscovei au demonstrat că la distanța de 150m -1,5 km de la aceste gunoșiți în sol se conțin concentrații înalte ale unor metale – nichel, cobalt, crom, molibden, cupru, plumb, zinc, stronțiu (Мазаев В. Т., Шлепнина Т. Г., 2014).



**Fig. 2. Gunoșițe (platformă - schemă) perfecționată, după Гончарук Е.И. (2006):** a,b,c - rândul 1,2,3 de depozitare; 1- zona verde; 2 - gard de plasă; 3,4 - straturi izolatoare intermediare și final de sol; 5 - reziduuri; (3,4,5 - sunt prezentate pe planul convențional); 6 - stâlpi de iluminare electrică; 7 - baraj; 8 - drum de acces; 9 - drum temporar; 10 - zonă gospodărească; 11 - șanț; 12 - stație de pompare; 13 - sector de reziduuri industriale foarte nocive; 14 - sondă

Din punct de vedere igienic, teritoriul gunoiștii se selectează reieșind din cerințele geologice, hidrogeologice, orografice. Se amplasează față de localități, cu raza zonei de protecție sanitară de 1000 m, dar în funcție de roza vânturilor. Nu se permite amplasarea gunoiștilor în zonele de recreație, pe teritoriul perimetrelor I și II ale zonei de protecție sanitară a surselor de apă potabilă, în zonele de protecție ale stațiunilor balneare etc.

Baza platformelor se pavează cu un strat de 50-60 cm de argilă sau argilă nisipoasă. Adâncimea apelor freatice trebuie să fie de cel puțin 2 m. La talpa cotlovanului se face un drenaj pentru colectarea filtratului și neutralizarea lui ulterioară la instalațiile de epurare biologică. După stratul pavat se pun 20-25 cm de reziduuri care se pavează cu buldozerele, apoi se mai pun 20-25 cm de reziduuri, care iarăși se pavează cu buldozerele. Înălțimea stratului de reziduuri poate să fie de 1,5-2 m. Vara în fiecare zi, iar iarna la fiecare 2-3 zile, peste reziduurile pavate se pune și se pavează un strat intermediar de 25 cm de pământ luat din adiacența gunoiștii, pentru a evita fetiditatea și eclozarea muștelor. Apoi se repetă stratificarea descrisă, iar stratul final se face din pământ, de dorit argilos, cu grosimea de 1 m. În interior decurg procesele biochimice anaerobe la temperatura de 30-36 °C, se humifică substanțele organice, pier microbii patogeni și helminții.

Procesul de neutralizare și mineralizare decurg foarte încet, timp de 15-25 ani după închiderea gunoiștii. Teritoriul gunoiștii scoase din exploatare poate fi folosit pentru plantarea silvică, depozite deschise pentru mărfuri cu destinație nealimentară. Construcții capitale pe aceste teritorii pot fi admise nu mai devreme decât peste 40 ani de la începerea exploatării gunoiștii.

Una dintre cele mai moderne și eficiente metode biotermice de neutralizare a reziduurilor solide este *metoda industrială*, efectuată la fabricile de prelucrare a reziduurilor. Această metodă asigură economisirea teritoriilor de pământ, obținerea materialelor utilizabile (metal, hârtie, materiale de construcție, combustibil biologic, îngrășăminte), micșorează poluarea solului și surselor de apă.

Metodele industriale includ: compostarea reziduurilor, fără o prelucrare preventivă, în tambure rotative cu fărâmițarea lor anterioară în condiții optime de umezire și aeratie; metoda biotancurilor; metodele cu folosirea fermentatoarelor cu etaje; metoda de uscare capilară.

Drept exemplu prezentăm **metoda biotanc**, folosită pe larg în Franța, care constă în compostarea reziduurilor mărunțite pe un teren special (fig. 3).

Instalația are formă de inel de beton cu diametrul în funcție de cantitatea reziduurilor, durata compostării și înălțimea stivei de compost. Paralel cu axa inelului de beton este instalată o conductă de aerare. Inelul de beton este asigurat cu borduri, cu înălțimea de 0,5 m, prevăzute cu șine pe care se mișcă biotancul alcătuit din două părți: anterioară – formată din suluri și posterioară – partea de fermentație.

Reziduurile mărunțite, printr-un transportor staționar, se trec în centrul inelului de beton de unde se toarnă pe un transportor mobil. Reziduurile

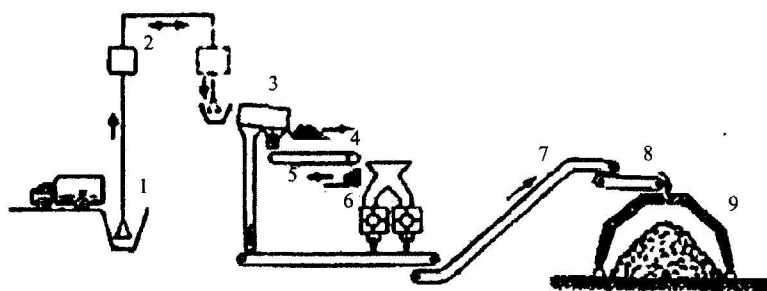


Fig. 3. Neutralizarea reziduurilor solide prin metoda „Biotanc”, Franța (schemă) după Гончарук Е.И., 2006.

1 - buncărul de recepție; 2 - macara cu graifer; 3 - sită-tambur; 4 - separator magnetic; 5 - metal uzat; 6 - concasor cu ciocan; 7 - transportor staționar; 8 - transportor mobil; 9 - biotanc

ajung în buncărul formatorului de suluri, unde se umezesc și se rulează în suluri în formă de semicerc cu o rază de până la 7 m, în scopul asigurării aerăției uniforme prin intermediul conductei de aerăție. Sulul format se trece în partea de fermentație care se închide. Peste 18 zile din această secție se capătă compostul maturizat.

Metode industriale de prelucrare a reziduurilor sunt mai multe. Indiferent de metoda utilizată, important este de a separa din reziduuri toate materialele utilizabile.

**Metode de lichidare a reziduurilor.** Cele mai utilizate sunt *metodele termice*: incinerarea și piroliza.

*Incinerarea* contribuie la reducerea depozitării deșeurilor și obținerea

energiei prin ardere. În ultimii 15 ani tehnologia de incinerare a suferit o perfecționare serioasă [19].

În unele țări se folosește cu succes incineratorul MSV, a cărui funcționare include mai multe etape:

- recepționarea și depozitarea reziduurilor;
- utilizarea unor deșeuri pentru alimentarea incineratorului;
- secția de combustie;
- boilerul de convertire a energiei de ardere în energie utilizabilă;
- sistemul de control a poluării aerului;
- sistemul de manipulare a cenușei.

La majoritatea fabricilor de incinerare a gunoiului schema tehnologică (fig. 4) este identică.

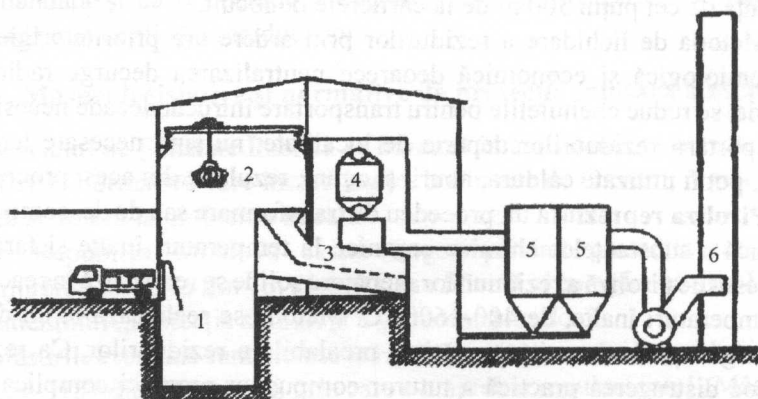


Fig. 4. Stația de incinerare a reziduurilor solide (după Гончарук Е. И., 2006):

- 1 - buncăr pentru reziduuri; 2 - macara; 3 - sobă; 4 - cazan de recuperare;  
5 - ciclon pentru reținerea cenușei; 6 - coș de fum

Într-o zonă a buncărului se face mărunțirea deșeurilor și sortarea lor prin separarea celor voluminoase pentru prelucrare. Camioanele descărcă reziduurile în buncăr, de unde, cu o macara rulantă, acestea sunt transferate în pâlnia de încărcare a incineratorului.

La fabricile mici se folosește planul podelei de basculaj pentru a stoca reziduurile, care sunt stivuite la o înălțime de 4-5 metri. Pentru a transfera deșeurile în incinerator sunt utilizate aceleași utilaje de încărcare. Pentru funcționarea continuă a incineratorului trebuie încărcată continuu instalația

cu combustibil, preponderent uniform, iar reziduurile trebuie amestecate pentru a reduce variațiile de ardere. Alimentarea camerei de incinerare (cuptorului) se face printr-o pâlnie.

Pentru incinerarea deșeurilor se folosesc instalațiile de ardere cu grătar și cu cuptor rotativ. Cenușa obținută conține 3-5 % de material neincinerat, 7-10 % de metale feroase și neferoase, 5-7 % granule mari și 80-83 % granule fine. Cenușa și gazele reziduale se supun epurării, valorificării. În acest scop sunt prevăzute instalații speciale.

**Arderea gunoiului** se realizează în instalațiile de incinerare a reziduurilor solide, în cuptoare speciale, numite crematorii, la temperatura de 900-1000 °C. La această temperatură se distrug toți compușii organici și cei gazoși cu miros respingător. Crematoriile trebuie amplasate la o distanță de cel puțin 300 m de la cartierele de locuit.

Metoda de lichidare a rezidurilor prin ardere are prioritate igienică, epidemiologică și economică deoarece neutralizarea decurge radical și repede, se reduc cheltuielile pentru transportare întrucât decade necesitatea transportării reziduurilor departe de localitate, nu sunt necesare terenuri mari, pot fi utilizate căldura, aburii și zgura, rezultate din acest proces.

**Piroliza reprezintă** un procedeu de transformare sau de descompunere termică a substanțelor chimice organice la temperaturi înalte și fără aer. Procesul de piroliză a reziduurilor menajere solide se realizează în reactoare la temperaturi înalte, de 400-1600 °C. Metoda se realizează la un deficit de oxigen și nu necesită pregătirea prealabilă a reziduurilor. Ca rezultat are loc distrugerea practică a tuturor compușilor organici complicați, cu formarea carburanților simpli (combustibil gazos, uleiuri minerale) sau compușilor ignifugi (zgură). Instalațiile, bazate pe piroliza reziduurilor solide, nu aruncă deșeuri în mediul ambiant. Produsele formate în urma pirolizei sunt inofensive din punct de vedere ecologic și pot fi folosite în calitate de combustibil și materie primă prețioasă pentru industrie și economia națională. Din punct de vedere igienic și economic, această metodă de neutralizare a reziduurilor are perspectivă.

**Metode chimice.** Aceste metode de neutralizare a reziduurilor solide includ, în primul rând hidroliza reziduurilor solide în prezența acizilor clorhidric sau sulfuric. Procesul se realizează la temperatură înaltă, iar ca rezultat se obține alcool etilic, furfurool, vitamine din grupele B, PP, D<sub>2</sub> și alte produse importante. La ora actuală metoda de neutralizare a reziduurilor menajere solide prin hidroliză este una din cele mai eficiente din punct de

vedere economic și igienic. Totodată este important că reziduurile formate în urma hidrolizei pot fi utilizate ca combustibil biologic și îngrășământ organic. Гончарук Е. И. și coaut. (2006) menționează că aplicarea acestui îngrășământ pe câmpurile cu cernoziom sporește recolta de cartofi de 2 ori în comparație cu câmpurile îngrășate cu alte materiale de compost. Metoda de hidroliză face parte dintre metodele tehnologice fără deșeuri, nonpoluante, în cazul respectării cerințelor de protecție sanitară a mediului ambiant.

**Metode mecanice.** Aceste metode de neutralizare a reziduurilor solide constau în folosirea unor instalații speciale pentru a face diferite blocuri (brichete cu volum mare, materiale de construcție). În acest scop se face presarea reziduurilor, folosind substanțe speciale de fixare. Metoda este recomandată și ca o operație preventivă până la utilizarea sau până la neutralizarea deplină a reziduurilor.

## 7.2. Măsuri legislative și normative de protecție sanitară a solului

Serviciul de Sănătate Publică se bazează în activitatea sa pe actele legislative și normative care includ legile, hotărârile de Guvern, regulamentele ce se referă la problema în cauză.

În Republica Moldova există Legea privind protecția mediului înconjurător, nr. 1575 din 16.VI-1993, modificată și completată prin Legea Parlamentului „Protecția solului și a geocosistemelor”.

Măsurile esențiale sunt incluse în Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 1157 din 13.10.2008 prin care s-a aprobat regulamentul „Măsurile de protecție a solului în cadrul practicilor agricole”, de asemenea în Codul funciar aprobat de parlamentul RM, cod nr. 828, din 25.12.1991.

Alte documente legislative și normative utilizate în RM sunt:

- Regulamentul privind gestionarea deșeurilor medicale, aprobat prin Hotărârea Ministerului Sănătății ale RM nr. 5 din 14.12.2001.
- Regulamentul sanitar privind stocarea, neutralizarea, utilizarea și înhumarea substanțelor și reziduurilor toxice nr. 06.6.3.11 din 01.02.1995;
- Cerințe sanitare provizorii cu privire la amplasarea, amenajarea și întreținerea fermelor, gospodăriilor zootehnice, avicole mici și de creștere a fiarelor în condiții particulare și cooperatiste pe teritoriul Moldovei nr. 1-1992 din 03.12.92;

Documente importante despre prelucrarea deșeurilor sunt și în Federația Rusă (СанПиН 2.1.7.1287 – 03 „Санитарно-эпидемиологические требования



к качеству почвы” (с изменениями от 25.04.2007г.), în România (Legea 211/2011 privind regimul deșeurilor, republicată în 2014).

### **7.3. Măsuri organizatorice de protecție sanitară a solului**

În scopul prevenirii poluării și degradării solului, trebuie întreprinse următoarele măsuri organizatorice:

- selectarea corectă a terenurilor pentru amplasarea localităților, blocurilor locative, întreprinderilor industriale, pentru agricultură;
- organizarea corectă a tuturor lucrărilor pe terenurile selectate;
- amplasarea și exploatarea corectă din punct de vedere igienic a platformelor de acumulare și neutralizare a gunoștilor, a câmpurilor de irigare utilizate pentru epurarea biologică a reziduurilor lichide;
- efectuarea monitoringului permanent a calității solului.

### **7.4. Măsuri administrative de protecție sanitară a solului**

Pentru prevenirea poluării solului sunt foarte necesare măsuri administrative care țin în primul rând de activitățile organelor administrației publice centrale: parlamentul, președenția, guvernul, ministerele, agențiile departamentele și alte instituții centrale. De exemplu, Guvernul adoptă decizii privind scoaterea temporară sau definitivă a unor terenuri din circuitul agricol, coordonează activitatea de protecție a mediului, determină amplasarea și regimul platformelor de nivel național pentru depozitarea și prelucrarea deșeurilor de producție, păstrarea substanțelor toxice și radioactive; cere autorităților de administrare a economiei elaborarea măsurilor respective și asigurarea protecției sanitare a terenurilor în procesul gospodăririi, reducerea noxelor evacuate etc.

În aceeași direcție sunt obligați să activeze administrația publică locală, serviciul ecologic etc.

Serviciu de Sănătate Publică este obligat să ia măsuri prompte pentru încălcarea prevederilor legislației sanitare în vigoare aplicând sancțiuni în funcție de cauză. Persoanele fizice și juridice, care au comis aceste încălcări, sunt trase la răspundere disciplinară, civilă, contravențională. Ele sunt obligate să compenseze cheltuielile instituțiilor medico-sanitare și ale instituțiilor de sănătate publică pentru acordarea asistenței medicale bolnavilor și efectuarea măsurilor de sănătate publică. În cazurile grave se aplică suspendarea activității unității economice.

## Bibliografie

1. Andrieș S., Leah T., Povar I. ș. a. *Analiza cercetărilor privind utilizarea îngrășămintelor pe diferite tipuri de sol*. Revista *Academos* nr.1 (28), 2013, p. 123-131).
2. Friptuleac Gr. *Igiena mediului*. Chișinău, CEP Medicina, 2012, 243 p.
3. Obreja G. *Starea alimentației ca factor de risc pentru populația Republicii Moldova*. Mat-le conf. Naționale „Sănătatea în relație cu mediul. Activități de realizare a Planului Național de Acțiuni”. Chișinău, 2001, p. 45-51.
4. Obreja G. *Monitorizarea eliminării tulburărilor condiționate de deficitul de iod în Republica Moldova*. Mat-le congresului V al igieniștilor, epidemiologilor și microbiologilor din Republica Moldova. Volumul 1a. *Igiena*. Chișinău, 2003, p. 236-238.
5. Opopol M., Russu R. *Sănătatea mediului*. Chișinău, Bons Offices, 2006, 108 p.
6. Pinzaru Iu. *Toxicologia experimentală în Republica Moldova: trecut, prezent, evoluție confluentă dintre domenii*. Revista *Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină*. Chișinău, 2016, nr. 6 (70), p. 8–14.
7. *Supravegherea de Stat a Sănătății Publice în Republica Moldova*. Raport național. Chișinău, 2014, Tip. AȘM, 242 p.
8. Zavtoni M. *Problema gestionării și utilizării pesticidelor și impactul lor asupra stării de sănătate a populației*. Revista *Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină*. Chișinău, 2015, nr. 3 (60), p. 87–89.
9. Zavtoni M. *Optimizarea supravegherii de stat a sănătății populației în relație cu aplicarea pesticidelor în agricultură*. Autoreferat al tezei de doctor în șt. Medicale. Chișinău, 2017, 31 p.
10. Гончарук Е. И. *Коммунальная гигиена*. Киев, Здоровья, 790 с.
11. Матасар И. Т., Салий Н. С., Водопьянов В. М. *Заболевания, вызываемые дефицитом йода, и методы их профилактики*. – Киев, 2002, 277 с.
12. Методические указания МУ 2.1.7. 730-99. *Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест М.*, 1999.

## Webografie

1. Cember Olesea, *Statistici îngrijorătoare: diez.md/.../statistici-îngrijoratoare-81-dintre-moldoveni-au-c...*(accesat 27.04.2017).
2. *Intoxicația cu seleniu (selenoza)*, [www.scribub.com/.../intoxicatia-cu-seleniu-sele...](http://www.scribub.com/.../intoxicatia-cu-seleniu-sele...), accesat la 29.XI-2016).
3. *Nivelul de seleniu din organism influențează riscul pentru cancer hepatic*, Acasandrei Mihaela, publicat 02.09.2016, [www.ghid-cancer.ro/.../nivelul-de-seleniu-din-o...](http://www.ghid-cancer.ro/.../nivelul-de-seleniu-din-o...), accesat la 29.XI-2016).
4. *Porozitatea* <https://www.scribd.com/document/92570307/Porozitatea> (accesat 27.04.2017).
5. *Proprietățile solului*, [www.scribub.com|...|proprietățile solului 34316...](http://www.scribub.com|...|proprietățile-solului-34316...), accesat la 14.11.16).
6. *Tehnologiile de incinerare a deșeurilor solide municipale* ([www.răsfoiesc.com/.../TEHNOLOGIILE-DE-INCINERARE-...](http://www.răsfoiesc.com/.../TEHNOLOGIILE-DE-INCINERARE-...)), ACCESAT la 07.04.2017).

## Cuprins

Introducere .....	3
1. Proprietățile fizice ale solului.....	4
2. Compoziția solului și problemele de sănătate.....	7
3. Însemnătatea solului și influența lui asupra sănătății și condițiilor de viață a populației.....	13
4. Autopurificarea solului.....	21
5. Sursele de poluare a solului.....	23
6. Normarea igienică a substanțelor chimice exogene în sol.....	27
7. Măsurile de protecție sanitară a solului.....	31
7.1. Măsuri tehnico-sanitare de colectare, evacuare, dezinfectare și utilizare a deșeurilor.....	31
7.2. Măsuri legislative și normative de protecție sanitară a solului	43
7.3. Măsuri organizatorice de protecție sanitară a solului.....	44
7.4. Măsuri administrative de protecție sanitară a solului.....	44
8. Bibliografie.....	45