

М.А.Мұқашева, Г.Ж.Мұқашева

*Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті  
(E-mail: manara07@mail.ru)*

## **Топырақ қабатының ауыр металдармен ластануы жағдайындағы тұрғындар ағзасына әсер ететін канцерогенді қауіптілік**

Мақалада топырақтағы ауыр металдарды анықтаудың математикалық үлгісі ұсынылған. Жерге мониторинг жүргізілді, ол топырақ мөлшерін, миграция және оның адамға қаншалықты зиян екендігін көрсетті. Сондықтан да ауыр металдардың топырақтағы моделін сипаттау үшін тіршілік ету формасын, трансформациясын және топырақтағы ауыр металдардың миграциясын бақылау қажет. Топырақ қабатындағы ауыр металдар элементтерінің көшуін, олардың күйінің жалпы сипаттау үшін физика-химиялық қасиеттерді ескеру міндетті болып табылады. Топырақтың ластануынан тұрғындар денсаулығына канцерогенді қауіптілік деңгейі есептелді. Сөйтіп, кешенді қауіптілікті бағалауға біз топырақ құрамындағы канцерогенді агенттердің тұрғындар денсаулығына қауіптілігін бағаладық. Ол үшін денсаулыққа канцерогендердің әсерін бағалау бойынша АҚШ-тың Қоршаған ортаны қорғау агенттігінің әдістемелік құжаттары қолданылған және ҚР Денсаулық сақтау министрлігінің гигиеналық регламентация жүйесіндегі химиялық жүйенің қауіпсіздік деңгейі ескерілген.

*Кілт сөздер:* ауыр металдар, экология, топырақ, токсикалық әсер, математикалық үлгі.

Қазақстанның көп аймақтарының экологиялық жағдайы адамның тіршілік ету ортасының өзгеруінің медициналық аспектілерін аса назармен қарастырған жөн. Медициналық-экологиялық тұрғыда зерттеуге аймақтағы тұрғындардың денсаулық жағдайымен, оны анықтайтын факторлардың арасындағы аймақтық, себеп-салдарлық байланыстарды ескере отырып, территорияға аудандастыру жүргізілді [1].

Қазіргі таңда топырақтың ауыр металдармен ластануы кең таралған. Топырақтың антропогендік өзгерісі үрдісінде олардың технологиялық қалдықтармен ластануы маңызды рөл атқарады. Ластаушы заттардың негізгі тобын ауыр металдар құрайды, олардың негізгі бөлігі индустриалдық кәсіпорындардың шығарылымдарымен тропосфераның төменгі қабаттарына түсіп, аэралдық жолмен көшіп-алмасып, топырақтың беткі қабаттарына шөгеді. Кеңістіктегі ластаушы металдардың жайғасуы өте күрделі және көптеген факторларға байланысты болады. Алайда кез келген жағдайда да топырақ ауыр металдардың техногендік бөлігінің басты қабылдаушысы және жинақтаушысы болып табылады. Топырақтың ауыр металмен өнеркәсіптік ластануының кез келген түрі өсімдік және жануарлар ағзалары ұзақ уақыт бойы бейімделген бастапқы табиғи шоғырлануымен салыстырғанда металдың шоғырлануының артуымен бағаланады. Нақты жағдай топырақтың құрамының күрделілігінен және шашырау жағдайындағы металдың әр түрлі сипатта болуымен қиындай түседі. Топырақ елеулі дәрежеде, өсетін өсімдіктің микроэлементтік құрамын айқындайды, сонымен қатар қала топырағы үлкен өзгеріске ұшыраған. Қазіргі кезде ауыр металдардың топырақта жинақталуын және олардың қоректік тізбек арқылы ауысуын зерттеу маңызды мәселелердің бірі болып табылады, себебі олар барлық тірі ағзаларға, оның ішінде адамдар ағзасына ұзақ уақыт бойы уытты әсер етеді [2].

Тұрғындар арасындағы онкологиялық аурулардың көбеюі бірінші ретті қатерлі ісік ауруының профилактикалық шараларының әсерлілігінің жеткіліксіздігін дәлелдейді. Бұл мәселені шешудегі маңызды рөлді гигиеналық регламенттеу атқарады. Бірақ қатерлі ісік ауруының профилактикасының осы жолының әсерлілігі әлі де жеткіліксіз, себебі территориялық аспектілер мен жекелеген канцерогендердің және олар іспеттестердің ШРК-сын практикалық түрде жасаудың арасында үлкен айырмашылығы бар [2]. Сонымен, гигиеналық нормативті құжаттарда онкологиялық қауіпті қосылыстар әсер ету қарқыны бойынша жіктелмеген [3]. Бұл аспектіде заттардың канцерогенділікке жіктелуінің тәжірибелік маңыздылығына қатерлі ісікті зерттейтін Халықаралық агенттік (МАИР) ие. Қарастырылып отырған мәселелердің ерекшеліктерінің бірі болып ластаушы заттардың көп компонентті құрамын бағалау кезде оларда бір бағытты әсер ететін қосылыстар болатынын, тіпті олардың саны да өте аз болса да назардан тыс қалдыруға болмайды. Мысалы, қала шаңында бенз(а)пирен ШРК-сы нормадан аспайды делік, бірақ шаңда белсенді канцерогенді әсері бар бензол, фенол болуы мүмкін, олар спецификалық әсерді күшейте алады. Бұл тұрғыда АҚШ және басқа да бірқатар елдерде кеңінен қолданылатын қоршаған ортаның денсаулыққа әсерін бағалау әдістемесі

қызығушылық туғызады [4]. Қауіптілікті бағалаудың алғашқы кезеңі болып қауіптілікті теңестіру табылады, яғни қауіптілікті бағалауға қажетті спецификалық химиялық заттарды, олардың канцерогенді эффект тудыруға қабілеттілігі анықталады. Келесі кезеңде адамға әсер ету деңгейі, қауіптілікті бағалау кезінде есепке алынатын әсердің типтері мен қауіптілігі белгілі болады. Атмосфералық ауаның ластануын бағалау мақсатында орташа тәуліктік және орташа жылдық шоғырлану нақты деңгейлік мониторингінің мәліметтері пайдаланылады.

Дабылдың 3 деңгейі қабылданған (US.EPA, 1996): қауіптілік  $10^{-6}$ -дан төмен (төмен басымдылық) болса, қосымша араласуды қажет етпейді; қауіптілік  $10^{-6}$ – $10^{-4}$  (орташа басымдылық) арасында болған жағдайда қауіптілік деңгейін төмендету мәселесін шешу үшін барлық қызығушылық танытқан адамдар мен ұйымдарға хабардар ету қажет; ал егер қауіптілік  $10^{-4}$  жоғары (жоғары басымдылық) болса, денсаулыққа әсерін бағалауға бағытталған зерттеу жұмыстарын тереңірек жүргізіп, сонымен қатар бір уақытта қауіптілікті төмендетуге бағытталған шұғыл шаралар жүзеге асырылады. Қатерлі ісік механизмі әлі де толық түсініксіз болуына байланысты қатерлі ісік ауруларына болжам жасауға пайдаланатын бірнеше математикалық үлгілер бар. Сонымен, АҚШ-тың Қоршаған ортаны қорғау жөніндегі агенттігі төмен дозаға арналған «доза-жауап» сызықтық сызбасына сай үлгіні қолданады. Соған орай ол канцерогенездің табалдырықсыз үлгісімен келіседі, яғни экспозиция заттың тіпті өте аз мөлшерінің өзі қатерлі ісік ауруының қауіптілігінің артуы туралы соңғы теориялық мәліметін көрсетеді. Адамдар тобына төнген қатерді бағалағанда жеке дараның орташа салмағы, күніне ішетін судың орташа мөлшері, тыныстанатын ауа мөлшері есепке алынады.

Канцерогенді қауіптілікті бағалауда 2 сандық параметрлер қолданылады: канцерогенді потенциал факторы, немесе доза-жауап тәуелділіктің икемділік факторы, және де бірлікті қауіпі (UR). CPS және UR мәні экспозицияның белгілі бір мағынасы болғанда қатерлі ісіктің даму қауіпінің мөлшерін болжауға көмектеседі.

Қазіргі табиғи экологиялық жүйеде түрлі факторлар жиынтығы бар, олар табиғи процестердің алуантүрлілігі мен физикалық, химиялық, биологиялық процестерге жауап береді [5]. Сондықтан да кез келген модель болжау және жалпы сипаттауға келіп, бұл факторларды байланыстырып, табиғаттың экологиялық жағдайын сипаттауы керек екен. Белгілі болғандай, ауыр металдар — ластанған заттардың ішіндегі ең маңыздысы. Себебі жердің мониторингін жүргізген кезде, топырақ мөлшерін, миграция және оның адамға қаншалықты зиян екендігін көрсетеді. Сондықтан да ауыр металдардың топырақтағы моделін сипаттау үшін, тіршілік ету формасын, трансформациясын және топырақтағы ауыр металдардың миграциясын бақылау қажет, яғни бұл факторлардың өзара байланысын және антропогендік пен экологиялық факторлардың әсерінен болған ластану көздерін анықтау керек.

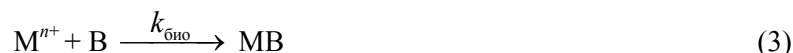
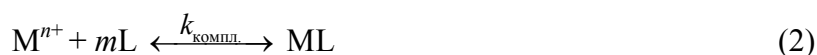
Осы жұмыста жалпы топыраққа және туған өлкеге тән модель қарастырылады. Топыраққа түскен металл топырақ биотопына ыдырап, онымен байланысып, негативті қалдық іздер қалдырады. Ең қауіптісі — металл иондары биологиялық және химиялық деградацияға ұшырамайды. Сондықтан да топырақтағы металл тұрақты болып қарастырылуы қажет, олар тек жүйе бойынша көшіріп, бір формадан екіншісіне ауысады екен. Топырақтағы металдардың тіршілігі мен олардың бөлшектік идентификациясы орынды емес.

Ұсынылған модельді тәжірибе жүзінде жүргізілген әдістермен сипаттаймыз, яғни  $M^{n+}$  — иондық формасы;  $ML$  — металл мен табиғи органикалық лигандамен қосылысы;  $MB$  — металл формасы; биотпен байланысқан формасы —  $B$ ;  $M_{байланыс}$  — коллоидпен байланысқан формасы. Металмен байланысты айнымалы валенттілікпен ашылып, қалпына келу процесі, топырақтағы металл ерігіштігі мен микроэлемент қолжетімділігін білуге болады. Топырақтағы бұл процестердің өзара байланысы өте жоғары. Ауыр металдардың миграциясы ауыр сипатталады. Металл өсімдік топырағынан миграцияланады. Ауыр металдардың миграциялануы металл қосылыстарының ерігіштігіне өте байланысты. Ал ол топырақтың рН-на тәуелді.

Ауыр металдардың улылығы хелатин мен органикалық лигандалардан түзілген жоғары молекулалы кешен түзілісіне тікелей тәуелді. Олар металды толық детоксацияға ұшырата алады.

Осыдан қорыта келе, топырақ және биот арасындағы жүйені сипаттай отырып, болжам жасап көрейік. Топырақтағы ең маңызды процестерді қарастырамыз: гидролиз, кешендік түзіліс (еріген органикалық заттары бар), биотпен металл жиналуы, еріген коллоидпен байланыс.





Қазіргі таңда көпшілік модельдің химиялық процесі басқалармен салыстырғанда тезірек жүреді. Топырақ — бұл қозғалмайтын биологиялық объект, сондықтан ол өзі тазара алмайды.

$$\frac{d[M^{n+}]}{dt} = -k_{\text{связ.}} M^{n+} = -\frac{d[M_{\text{связ.}}]}{dt}$$

Коллоидты металдардың еріген түрлерінің байланысу жылдамдығы топырақтағы металдың жалпы концентрациясына пропорционал болып табылады.

Теңдеу жүйесі (1–4) аналитикалық түрде шешіледі. Шешім топырақтағы әр түрлі формадағы металдың топыраққа түскен металдың жоғары мөлшерде шығатын, ағымдық концентрация мәнін береді. Теңдеу шешімі (1–4) топырақтағы ауыр металл әрекетінің қарапайым математикалық үлгісін сипаттайды. Өңделген үлгінің тексерілімі, топырақтағы әр түрлі формалы металдардың құрамының өзгеруі бойынша, эксперименталды мәліметтерді қолданумен жүзеге асады.

Осылайша, үлгі антропогенді жүктемелердің әр түрлі шарттары бойынша топырақтағы металдың табиғи әрекетін туғызады.

#### Әдебиеттер тізімі

- 1 *Кулкыбаев Г.А., Намазбаева З.И.* Эколого-гигиенический мониторинг как одна из основ управления качеством окружающей среды в промышленном регионе // Биотехнология. Теория и практика. — 2002. — № 1. — С. 108–112.
- 2 *Быстрых В.В.* Комплексная гигиеническая оценка загрязнения окружающей среды промышленного города и показателей здоровья новорожденных: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Оренбург, 1995. — 23 с.
- 3 *Намазбаева З.И., Мукашева М.А., Джангозина Д.М.* Методические подходы для изучения и оценки здоровья населения, обусловленного влиянием факторов окружающей среды: Метод. указания. — Караганда, 1996. — 18 с.
- 4 *Новиков С.М., Румянцев Г.И., Жолдақова З.М. и др.* Проблема оценки канцерогенного риска воздействия химических загрязнений окружающей среды // Гигиена и санитария. — 1998. — № 1. — С. 29–34.
- 5 *Ахметова К.К.* Экологические функции почв и современное состояние почвенного покрова Казахстана // Изв. МОН РК, НАН РК. Сер. биол. и мед. — 2002. — № 3. — С. 11–15.
- 6 *Садықов Р.Ш.* Экологическое значение изучения тяжелых металлов // Вестн. КазГУ. Сер. экол. — № 1(8). — С. 111–113.
- 7 *Намазбаева З.И., Мукашева М.А., Адилбекова А.А.* Гигиеническая оценка канцерогенного риска в условиях загрязнения окружающей среды: Метод. рекомендации. — Астана, 2004. — 18 с.
- 8 *Соколов А.А.* Почвоведение — фундаментальная наука // Изв. МОН РК, НАН РК. Сер. биол. и мед. — 2003. — № 4. — С. 19–29.
- 9 *Соколов А.А.* К систематике гипсоносных почв Казахстана // Изв. МОН РК, НАН РК. Сер. биол. и мед. — 2002. — № 3. — С. 3–6.
- 10 *Ахметова К.К.* Загрязнение почв Казахстана химическими токсикантами // Гидрометеорология и экология. — 2001. — № 3–4. — С. 156–165.
- 11 *Намазбаева З.И., Мукашева М.А., Рахитов Е.К., Адилбекова А.А.* Использование математической обработки информации для оценки риска здоровья населения: Метод. рекомендации. — Астана, 2004. — 42 с.
- 12 *Омирбаева С.М., Намазбаева З.И., Крашановская Т.Р. и др.* Методические указания по контролю загрязнения почвы, растений и снега тяжелыми металлами. — № 1.05.074.02. — Караганда, 2002. — 22 с.

М.А.Мукашева, Г.Ж.Мукашева

## Канцерогенный риск для населения в условиях загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами

В статье приведена математическая модель определения тяжелых металлов в почве. Предложено проведение мониторинга почвы, где учитываются наблюдения не только за количеством металлов, но и за их миграцией и высокой токсичностью. Отмечено, что для обоснования модели поведения металлов в почве необходимо изучать формы существования, трансформации и миграции тяжелых металлов в данном объекте. Для общей и точной характеристики тяжелых металлов и миграции этих элементов в почвенном покрове учет физико-химических свойств обязателен. Предложен расчет канцерогенного риска для здоровья населения при загрязнении почвенного покрова. Так, для комплексной оценки риска использована оценка опасности для здоровья населения канцерогенных агентов, содержащихся в почве. При этом применены методические документы Агентства по охране окружающей среды США по оценке воздействия на здоровье канцерогенов, с учетом безопасности химических веществ в системе гигиенической регламентации Минздрава РК.

М.А.Mukasheva, G.Zh.Mukasheva

## Cancerogenic risk for the population in the conditions of pollution of a soil cover by heavy metals

In this work the mathematical model of definition of heavy metals in the soil is offered. In article carrying out monitoring of the soil where it is considered not only supervision over quantity, but also migration and their high toxicity for the person is offered. For justification of model of behavior of metals in the soil, it is necessary to study forms of existence, transformation and migration of heavy metals in this object. For the general and exact characteristic of heavy metals and migration of these elements in a soil cover, the accounting of physical and chemical properties is obligatory. Calculation of cancerogenic risk is offered population health from pollution of a soil cover. So, for a complex assessment of risk we use an assessment of health hazard of the population of the cancerogenic agents containing in the soil. Methodical documents of EPA of the USA are thus used according to impact on health of carcinogens, taking into account safety of chemicals in system of a hygienic regulation of Ministry of Health of RK.

### References

- 1 Kulkybayev G.A., Namazbayeva Z.I. *Biotechnology. Theory and practice*, 2002, 1, p. 108–112.
- 2 Bystryh V.V. *Complex hygienic assessment of environmental pollution of the industrial city and indicators of health of newborns*, Dis. abstract, Orenburg, 1995, 23 p.
- 3 Namazbayeva Z.I., Mukasheva M.A., Dzhangozina D.M. *Methodical approaches for studying and an assessment of health of the population caused by influence of factors of environment*, Karaganda, 1996, 18 p.
- 4 Novikov S.M., Rummyantsev G.I., Zholdakova Z.M. et al. *Hygiene and sanitation*, 1998, 1, p. 29–34.
- 5 Akhmetova K.K. *News of MES RK, NAS RK. Ser. biological and medical*, 2002, 3, p. 11–15.
- 6 Sadykov R.Sh. *Bull. of KazSU. Ser. ecological*, 1(8), p. 111–113.
- 7 Namazbayeva Z.I., Mukasheva M.A., Adilbekova A.A. *Hygienical assessment of cancerogenic risk in the conditions of environmental pollution*, Astana, 2004, 18 p.
- 8 Sokolov A.A. *News of MES RK, NAS RK. Ser. biological and medical*, 2003, 4, p. 19–29.
- 9 Sokolov A.A. *News of MES RK, NAS RK. Ser. biological and medical*, 2002, 3, p. 3–6.
- 10 Akhmetova K.K. *Hydrometeorology and ecology*, 2001, 3–4, p. 156–165.
- 11 Namazbayeva Z.I., Mukasheva M.A., Rakhishev E.K., Adilbekova A.A. *Use of mathematical information processing for an assessment of risk of health of the population*, Astana, 2004, 42 p.
- 12 Omirbayeva S.M., Namazbayeva Z.I., Krashanovskaya T.R. et al. *Methodical instructions on control of pollution of the soil, plants and snow with heavy metals, № 1.05.074.02*, Karaganda, 2002, 22 p.