

ІМУНОТОКСИЧНІСТЬ СВИНЦЮ ТА ЙОГО СПОЛУК

С. І. Данилів

*Івано-Франківський національний медичний університет;
76000, м. Івано-Франківськ, вул. Галицька, 2;
e-mail: danylivsveta@rambler.ru*

Свинець є одним з найбільш токсичних і небезпечних для живих організмів хімічним елементом, моніторинг яких є обов'язковим. Встановлено, що солі даного металу мають виражену мембранотоксичну дію. Іони свинцю викликають серйозні деформації тіла на ранніх етапах ембріонального розвитку, а у дорослих особин свинець також спричиняє дистрофічні та некробіотичні зміни зябер та шкіри. Накопичення свинцю в організмі залежить від статі, періоду року та розмірів особин. Так, відомо, що найбільше метал накопичуються в найменших за розмірами. Ефект іонів свинцю залежить від способу надходження його в організм: при інтраперитонеальному введенні спостерігається зростання розмірів селезінки, при додаванні його в питну воду відбувається зростання розмірів нирок. Як при хронічному отруєнні, так і за умов гострої дії токсикант пригнічує активність імунної системи. Зокрема, наявність іонів свинцю у середовищі існування зумовлює зниження кількості Т- і В-лімфоцитів та природних кіллерів, збільшення вмісту нейтрофілів та зниження кількості моноцитів, базофілів та лімфоцитів.

Ключові слова: *свинець, біоаккумуляція, імунотоксичність, гуморальні фактори, "білки гострої фази".*

Особливе місце в антропогенному тиску на водні екосистеми займають важкі метали [1, 2, 3]. Вони порушують екологічну рівновагу, спричиняють різноманітні пошкодження функціонального стану гідробіонтів, погіршують товарні якості риб [4]. У водойми важкі метали потрапляють як з природних джерел (вимивання гірських порід, ерозія поверхневих ґрунтів, підземні води), так і зі стічними водами промислових та сільськогосподарських підприємств і атмосферними опадами. Механізм дії іонів важких металів базується на їх здатності утворювати в живих тканинах стійкі зв'язки із сірковмісними лігандами, джерелами яких можуть бути білки та низькомолекулярні тіоли [5].

Риби як остання ланка трофічного ланцюга водойм, в багатьох випадках виступають зручними тест-об'єктами [6], які можуть виступати біоіндикаторами забруднення середовища [7].

Природними джерелами, що забезпечують надходження свинцю в поверхневі води є процеси розчинення ендеогенних та екзогенних міне-

ралів. Значне підвищення вмісту свинцю в навколишньому середовищі (в тому числі в поверхневих водах) пов'язане зі спалюванням вугілля, з викидами у водні об'єкти стічних вод металургійних заводів, хімічних підприємств. Зниження концентрації свинцю у воді пов'язане з його адсорбцією завислими частками і їх осадженням у донні відклади. Поряд з цим, свинець поглинається і накопичується гідробіонтами [8].

Свинець є одним з 10 найбільш токсичних [9, 6] і небезпечних для живих організмів хімічним елементом, моніторинг яких є обов'язковим [10]. Токсичність свинцю дещо нижча у порівнянні з іншими важкими металами (ртуттю, міддю, кадмієм), однак є достатньо високою [11]. Свинець може спричинювати артеріальну гіпертензію, дефекти при розвитку організму, неврологічні порушення, анемію [12]. На обмін свинцю впливають елементи, що мають схожі фізико-хімічні властивості, наприклад, кальцій та залізо [13].

Вивчаючи вплив іонів свинцю на мальків *Surginus carpio* L., встановлено, що даний токсикант викликає серйозні деформації тіла: черепно-лицьова деформація та дефекти серцево-судинної системи [14].

Солі свинцю мають виражену мембранотоксичну дію, наслідком якої є активація згортання крові з утворенням тромбів та порушення мікроциркуляції внутрішніх органів [15]. Вже при концентрації їх 0,1-0,4 мг/л іонів свинцю спостерігаються симптоми отруєння, що проявляються підвищенням дихального ритму та його глибини, коагуляцією слизу, в'язістю рухів, втратою рівноваги у риб. Свинець також діє локально на зябровий апарат. Використання кисню при отруєнні даним металом, незважаючи на підсилення дихального ритму, не підвищується. Є відомості, що риби здатні реагувати на певні концентрації свинцю та уникати їх [16].

Свинець як токсикант має гемолітичну [5, 17, 18], нейротоксичну [19, 20], гепатотоксичну [21] та нефротоксичну [19, 22] дію.

Особливе значення надають визначенню вмісту δ-амінолевулінової кислоти в сечі і крові як одному з ранніх ознак метаболічної активності свинцю в організмі в період передінтоксикації. Показано взаємозалежність між дефіцитом заліза і токсичністю свинцю [5].

При вивченні механізмів детоксикації іонів свинцю встановлено, що в печінці коропа *Surginus carpio* L. відсутні механізми детоксикації надлишку свинцю, пов'язані з функцією металотіонеїнів [21].

Забруднення води важкими металами, зокрема свинцем, може негативно впливати на імунну систему риб, спричиняючи зниження продуктивності, зростання чутливості до захворювань та смертності [23].

Вплив свинцю на імунну систему вивчений недостатньо як у ссавців, так і у риб. При хронічному отруєнні свинець пригнічує активність імунної системи [10]. Є дані про зниження життєвої стійкості та зростання смертності у тварин, що були заражені різного роду мікроорганізмами та вірусами після того, як піддавались дії іонів даного металу

[24]. Показано, що після введення мишам ацетату свинцю в дозі 24 мг/кг або нітрату свинцю в дозі 5 та 12,5 мг/кг у них знижувалась стійкість до *Klebsiella pneumoniae* та *Salmonella typhimurium* [25].

Біоаккумуляція металів залежить від розміру організму. Іони металів, зокрема свинцю, найбільше накопичуються в риб найменших за розмірами [26]. Також накопичення свинцю в організмі залежить від статі та періоду року [27]. Надходячи в організм з їжею, токсикант у гідробіонтів акумулюється у незначних кількостях [6]. У риб, що знаходяться у розчині солей свинцю, він накопичується в зябрах [28], печінці, нирках [29, 30, 31], селезінці [32], м'язах [33, 34], шлунково-кишковому тракті [35, 36], слизу [37], серці та монадах. Свинець негативно впливає на імунну систему [38]. У крові він акумулюється в еритроцитах і лише 1 % знаходиться в плазмі [39]. Однак, основна частина свинцю депонується в кістковій тканині внаслідок тривалого періоду часу напіввиведення (5-20 років). У інших тканинах і крові обмін свинцю відбувається значно швидше, тривалість його перебування там не перевищує декількох днів [10]. Печінка характеризується найбільшою здатністю до накопичення важких металів [40, 41], тому її запропоновано використовувати в якості маркера накопичення металів в організмі риб [42].

Ефект іонів свинцю залежить від способу надходження його в організм. Так, інтраперитонеальне введення низьких доз свинцю протягом 4 тижнів в організм щурів спричиняє зростання розмірів селезінки [43]. Додавання самкам мишей лінії Wistar в питну воду 0,5; 1,0 та 2,0 % ацетату свинцю протягом 2-3 місяців зумовлює зростання розмірів нирок [44].

Вивчаючи гостру дію (96 год) сублетальних концентрацій іонів свинцю (24, 71 та 95 мг/л) на організм *Prochilodus lineatus* встановлено, що даний токсикант спричиняє дистрофічні та некробіотичні зміни зябер та шкіри [45]. В літературі є дані [46, 47] про зниження загальної маси селезінки та нирок після 28-денної дії суміші важких металів, до складу якої входив свинець. Зі збільшенням концентрації іонів свинцю в середовищі спостерігається гіперпродукція слизу, що може бути пов'язане з його флюїдизацією [48].

Клінічні дослідження пацієнтів, які перебували під впливом свинцю показали зниження кількості Т- і В-лімфоцитів та природних кіллерів [49]. Є відомості [49] про збільшення вмісту CD8+ лімфоцитів, які відіграють центральну роль в цитотоксичних реакціях, та зниження вмісту В-лімфоцитів. Вплив низьких концентрацій іонів свинцю на організм щурів зумовив збільшення вмісту нейтрофілів та зниження кількості моноцитів, базофілів та лімфоцитів [34]. При інтраперитонеальному введенні та введенні через ротову порожнину іонів свинцю щурам в низьких концентраціях протягом 4 тижнів спостерігалось зниження загальної кількості лімфоцитів [43]. Поряд з цим, відсотковий вміст В+, Т+ та CD4+ клітин знижувався, а CD8+ клітин зростав [43]. Свинець зумо-

влював зростання кількості клітин, які утворюють розетки з еритроцитами овець [24]. У мишей, які піддавалися впливу ацетату свинцю в концентрації 12 мг/кг спостерігалось зниження вмісту макрофагів в селезінці [25].

За умов перебування риб у воді з підвищеними концентраціями даного токсиканту відбувається зміна загальної кількості лейкоцитів, відсоткового вмісту нейтрофілів та лімфоцитів [50]. Ці показники зазнають змін в організмі риб навіть після виходу із забрудненого свинцем середовища. Збільшення концентрації іонів свинцю в організмі *Alburnus alburnus* спричиняло зростання відсоткового вмісту гранулоцитів та зниження агранулоцитів [51].

Окрім кількісних змін свинець викликає і функціональні перебудови в лейкоцитах [52]. Так, короточасна дія іонів свинцю посилює їх проліферацію [10]. Разом з тим, встановлено [141] і зниження проліферативної активності лімфоцитів селезінки у мишей лінії B6C3F1, що піддавались дії ацетату свинцю в концентрації 12 мг/кг. Аналогічний ефект спостерігався у мишей лінії CBA/J через 28 днів після введення їм ацетату свинцю (2,0 та 10 мМ) [25].

Іони свинцю також зумовлюють зміни і в гуморальному імунитеті людини та тварин. При наявності в середовищі цього металу в організмі людей зростає продукція цитокінів, зокрема інтерлейкіну-6 та γ -інтерферону [24]. Разом з тим, виявлено, що свинець може знижувати продукцію інтерлейкіну-4 [53]. Вивчення фракційного складу білків сироватки крові коропа під впливом суміші ртуті, свинцю, міді та нікелю показало, що рівень глобулінів зростає на 20-ій годині, а потім знижується на 72-ій годині, вміст сироваткових альбумінів знижується [54]. Короточасна дія іонів свинцю посилює продукцію імуноглобулінів [10]. Але ж звертає увагу, що у дітей, які проживають на території забрудненій іонами свинцю, спостерігається зниження вмісту секреторного IgA [49, 55]. Вплив іонів свинцю в концентрації 25 та 50 мг/кг спричиняв зниження рівня IgG у щурів, тоді як вміст IgA та IgM залишався незмінним [25].

Іони свинцю зумовлюють зміни в концентрації білків “гострої фази”. У працівників, які контактують з свинцем на виробництві, спостерігається зниження показника насичення трансферину залізом [34, 56]. Також виявлено зниження активності церулоплазміну зі зростанням концентрації іонів свинцю в крові людей [56]. Все ж таки, рівень церулоплазміну в дітей, що проживають на забрудненій свинцем території був вищим, ніж у дітей, які проживають на території, де вміст металу є в межах норми [55]. До того ж, не спостерігалось змін в активності церулоплазміну в робітників підприємств з виготовлення батарей [57]. Вивчення паралельного впливу іонів свинцю в концентраціях 12 та 500 мкг/мл та етанолу в концентрації 5 г/кг протягом 6 тижнів показало, що у щурів у відповідь на дію стресу зростає показник насичення трансфе-

рину залізом та знижується активність церулоплазміну [49]. 14-денна експозиція коропів *Cyprinus carpio* L. у середовищі з іонами свинцю в концентрації 0,2 мг/л спричинила також зниження вмісту церулоплазміну на 25% [58].

Встановлено, що іони свинцю можуть змінювати активність антимікробних ферментів. Так, при інтраперитонеальному введенні в організм щурів іонів свинцю в низьких концентраціях протягом 4 тижнів зумовлює зниження активності тканинного лізоциму [43]. Проте додавання самкам щурів лінії Wistar 2,0% ацетату свинцю у питну воду протягом 2-3 місяців зумовило зростання активності лізоциму [44]. Разом з тим, в організмі самців мишей лінії Wistar, яким давали аналогічну дозу металу протягом 2 місяців активність даного ферменту не змінювалась [59]. При вивченні впливу іонів свинцю на активність мієлопероксидази в організмі собак встановлено, що додавання в їжу підвищених концентрацій даного токсиканту спричиняють зменшення активності мієлопероксидази гранулоцитів. Зниження активності ферменту корелювало зі зростанням концентрації іонів свинцю у крові тварин [60].

Відмічено також посилення алергічної та автоімунної функцій організму [10]. Так, в сироватці крові працівниць заводів, де для виробництва використовується свинець, знайдено аутоантитіла до білків, що синтезуються нейронами: нейронального цитоскелетного білка, білків нейрофіламентів та основного мієлінового білка [53].

Висновок. Таким чином, вплив іонів свинцю може спричинити зміни імунного статусу та імунної відповіді. Важкі метали можуть впливати на імунну відповідь організму на різних стадіях її прояву, модифікувати ранню та пізню запальну реакцію, змінюючи кількість циркулюючих Т і В-лімфоцитів, природних кіллерів та клітин імунної пам'яті. Є відомості про те [49], що свинець стимулює продукцію цитокінів та антитіл.

Література

1. Пилипенко Ю.В. Оцінка харчової якості риб-біомеліораторів на вміст важких металів / Ю.В.Пилипенко // Гидробиологический журнал. – 2007. – Т.43, №5. – С. 64-77.
2. Пінкіна Т. Розмірно-вагові характеристики та виживання молоді ставковика озерного (*Mollusca*, *Pulmonata*, *Lymnaeidae*) в токсичному середовищі / Т.Пінкіна // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2008. – Вип.48. – С. 123-128.
3. Сондак В.В. Особливості формування стресових ситуацій та ризику виживання аборигенної іхтіофауни в поверхневих водах України / В.В.Сондак // Доповді НАН України. – 2008. – №7. – С. 191-200.
4. Синюк Ю.В. Обмін амінокислот і фракційний склад білків у організмі коропа за дії іонів марганцю, цинку, міді та свинцю: автореф. дис. на

- здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.04 / Ю.В.Синюк – Львів, 2003. – 17 с.
5. Заботкина Е.А. Влияние тяжелых металлов на иммунофизиологический статус рыб / Е.А.Заботкина, Т.Б.Лапирова // Успехи современной биологии. – 2003. – Т.123, №4. – С. 401-408.
 6. Содержание тяжелых металлов в тканях некоторых черноморских рыб и их влияние на уровень окислительной модификации белков / С.О.Омельченко, Ю.А.Граб, И.Н.Залевская [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия “Биология, химия”. – 2007. – Т.20, №3. – С. 59-64.
 7. Farombi E.O. Biomarkers of oxidative stress and heavy metal level as indicators of environmental pollution in African cat fish (*Clarias gariepinus*) from Nigeria Ogun river / E.O.Farombi, O.A.Adelowo, Y.R.Ajimoto // International journal of environmental research and public health. – 2007. – Vol.4, №2. – P. 158-165.
 8. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / Под ред. Т.В.Гусевой. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 192 с.
 9. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В.Скальный. – М.: Издательский дом “ОНИКС 21 век”: Мир, 2004. – 216 с.
 10. Параняк Р.П. Шляхи надходження важких металів в довкілля та їх вплив на живі організми / Р.П. Параняк, Л.П. Васильцева, Х.І. Макух // Біологія тварин. – 2007. – Т.9, №1-2. – С. 83-89.
 11. Оксидативні реакції рослин прируслової ділянки ріки Тиса / О.Пацула, М.Кобилецька, О.Терек [та ін.] // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2008. – Вип.41. – С. 201-204.
 12. Gayathri M.R. Evaluation of lead toxicity and antioxidants in battery workers / M.R.Gayathri, V.S.Beena, K.Sudnaa // Biochemical research. – 2007. – Vol.19, №1. – P. 1-4.
 13. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П.Авцын, А.А.Жаворонков, М.А.Риш [и др.]. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
 14. Malformations of newly hatched common carp larvae / B.Jeziarska, K.Lugowska, M.Witeska [et al.] // Polish agricultura and hydrobiology. – 1999. – Vol.44. – P. 262-267.
 15. Висоцька В.Г. Вплив солей важких металів на хроноритми фібринолізу та необмеженого протеолізу в тканинах нирок і печінки / В.Г.Висоцька // Буковинський медичний вісник. – 2006. – Т.10, №4. – С. 22-25.
 16. Филенко О.Ф. Основы водной токсикологии / О.Ф.Филенко, И.В.Михеева. – М.: Колос, 2007. – 144 с.
 17. Курляк І.М. Корекція цеолітом гематологічних показників та метаболітів вуглеводного обміну в крові корів за умов техногенного наван-

- таження / І.М.Курляк // Науковий вісник ЛНУВ та БТ імені С.З.Гжицького. – 2007. – Т.9, №3. – С. 102-105.
18. Лазарев Н.В. Вредные вещества в промышленности / Н.В.Лазарев. – Л.: Химия, 1977. – 608 с.
19. Трахтенберг И.М. Свинец и другие тяжелые металлы во внешней среде после Чернобыльской катастрофы (к экологической ситуации в Украине) / И.М.Трахтенберг, В.М.Шестопапов, М.В.Набока [и др.] // Международный медицинский журнал – 1998. – №3. – С. 94-98.
20. Exposure to arsenic and lead on neuropsychological development in Mexican children / J.Calderon, M.E.Navarro, M.E.Jimenez-Carpeville [et al.] // Environmental research. – 2001. – Vol.85, №2. – P. 69-76.
21. Столяр О.Б. Роль металотіонеїнів в детоксикації йонів міді, цинку, марганцю та свинцю в організмі прісноводних риб і молюсків: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д.б.н.: 03.00.04 / О.Б.Столяр – Львів, 2004. – 30 с.
22. Трахтенберг И.М. Книга о ядах и отравлениях / И.М.Трахтенберг. – Киев: Наук. думка, 2000. – 358с.
23. Humoral and cellular immune responses to *Pasteurella multocida* in fish exposed to heavy metal polluted water / M.P.Saxena, P.Kaur, H.M.Saxena [et al.] // The internet journal of veterinary medicine – 2009. – Vol.6, №1.
24. Villanueva M.B.G. Cytokine production by human peritoneal blood mononuclear cells after exposure to heavy metals / M.B.G.Villanueva, S.Koizumi, H.Jonai // Journal of health science. – 2000. – V. 46. – P. 358-362.
25. Immunotoxicity of heavy metals in relation to Great Lakes / J.Bernier, P.Brousseau, K.Krzystuniak [et al.] // Environmental health perspectives. – 1995. – Vol.103. – P. 23-35.
26. Coetzee L. Metal concentrations in *Clarias gariepinus* and *Labeo umbratus* from the Olifants and Klein Olifants river, Mpumalanga, South Africa: zinc, copper, manganese, lead, chromium, nickel, aluminium and iron / L.Coetzee, H.H.Du Preez, J.H.J.Van Vuren // Water SA. – 2002. – Vol.28, №4. – P. 433-448.
27. Bio-accumulation of lead in the bodies of major carp (*Catla catla*, *Labeo rohita* and *Cirrhina mrigala*) during 96-h LC50 exposure / A.Javid, M.Javed, S.Abdullah [et al.] // International journal of agriculture & biology. – 2007. – Vol.9, №6. – P. 909-912.
28. Brumbaugh W.G. Concentration of cadmium, lead, and zinc in fish from mining-influenced waters of Northeastern Oklahoma: sampling of blood, carcass, and liver for aquatic biomonitoring / W.G.Brumbaugh, C.J.Schmitt, T.W.May // Archives of environmental contamination and toxicology. – 2005. – Vol.49, №1. – P. 76-88.
29. Schmitt C.J. Concentration of arsenic, cadmium, copper, lead, selenium, and zinc in fish from the Mississippi River basin, 1995 / C.J.Schmitt // Environmental monitoring and assessment. – 2004. – Vol.90, №1-3. – P. 289-321.

30. Tulasi S.J. Effects of lead on the spawning potential of the fresh water fish, *Anabas testudines* / S.J.Tulasi, P.U.M.Reddy, J.V.Ramana Rao // *Bulletin of environmental contamination and toxicology*. – 1989. – Vol.43. – P. 858-863.
31. Vinodhini R. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio* (Common carp) / R.Vinodhini, M.Narayanan // *International journal of environmental science and technology*. – 2008. – Vol.5, №2. – P. 179-182.
32. Distribution of metals in tissues of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) / O.Čelechovská, Z.Slobodová, V.Žlábek [et al.] // *Acta vet. BRNO*. – 2007. – Vol.76. – P. 93-100.
33. Distribution of heavy metals in tissue of freshwater fish in Lithuania / B.Staniskiene, P.Matusevicius, R.Budrekiene [et al.] // *Polish international journal of environmental studies*. – 2006. – Vol.15, №4. – P. 585-591.
34. Goldstein R.M. Comparison of trace element concentrations in tissue of common carp and implications for monitoring / R.M.Goldstein, L.R.DeWeese // *Journal of the american water resources association*. – 1999. – Vol.35, №5. – P. 1133-1140.
35. Bioaccumulation of chromium, manganese, nickel and lead in the tissues of the moggel, *Labeo umbratus* (Cyprinidae) / W.Dam, M.Nussey, JHJ.Vuren [et al.] // *Water SA*. – 2000. – Vol.26, №2. – P. 269-286.
36. Natural bioremediation of heavy metals through nematode parasite of fish / R.Azmat, S.Fayyaz, N.Kazi [et al.] // *Biotechnology*. – 2008. – Vol.7, №1. – P. 139-143.
37. Varanasi U. Structural alterations in fish epidermal mucus produced by water-born lead and mercury / U.Varanasi, P.A.Robisch, D.C.Malins // *Nature*. – 1975. – №258. – P. 431-432.
38. Vinodhini R. The impact of toxic heavy metals on the hematological parameters in common carp (*Cyprinus carpio* L.) / R.Vinodhini, M.Narayanan // *Iranian journal of environmental health science & engineering*. – 2009. – Vol.6, №1. – P. 23-28.
39. Bergdahl I.A. Lead-binding proteins – a way to undeestand lead toxicity? / I.A.Bergdahl // *Analisis magazine*. – 1998. – Vol.26, №6. – P. 81-84.
40. Arunkumar R.I. Differential effect of chromium compounds on the immune response of the African mouth breeder *Oreochromis mossambicus* (Peters) / R.I.Arunkumar, P.Rajasekaran, R.D.Michael // *Fish and shellfish immunology*. – 2000. – Vol.10, №8. – P. 667-676.
41. Distributions of metals in the food web of fishponds of Kolleru Lake, India / S.Adhikari, L.Ghosh, B.S.Giri [et al.] // *Ecotoxicology and environmental safety*. – 2009. – Vol.72, №4. – P. 1242-1248.
42. Изменение некоторых характеристик крови и накопление тяжелых металлов в организме карповых рыб в районах с разной антропогенной нагрузкой / О.Е.Мазур, С.В.Гомбоева, Н.М.Пронин [и др.] // IX Съезд Гидробиологического общества РАН. Тезисы докладов. – Тольятти, 2006. – Т.2. – С. 5.

43. Effects of lead administration at low doses by different routes on rat spleen. Study of response of splenic lymphocytes and tissue lysozyme / C.Teijon, R.Olmo, M.D.Blanco [et al.] // *Toxicology*. – 2003. – Vol.191, №2-3. – P. 245-258.
44. Dose-related proximal tubular dysfunction in male rats chronically exposed to lead / A.Vyskocil, J.Panci, M.Tusi [et al.] // *Journal of applied toxicology*. – 1995. – Vol.9, №6. – P. 395-399.
45. Acute morphological and physiological effects of lead in the neotropical fish *Prochilodus lineatus* / C.B.R.Martinez, M.Y.Nagae, C.T.B.V.Zaia [et al.] // *Brazilian journal of biology*. – 2004. – Vol.64, №4. – P. 797-807.
46. Vosyliene M.Z. Comparative studies of sublethal effects of ammonia on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at different stage of its development / M.Z.Vosyliene, N.Kazlauskiene // *Acta zoologica Lituanica*. – 2004. – Vol.14, №1. – P. 13-18.
47. Vosyliene M.Z. Distinctive features of changes in biological parameters of rainbow trout exposed to heavy metal model mixture / M.Z.Vosyliene // *Ekologia*. – 2002. – Vol.2. – P. 22-25.
48. Ecotoxicology and innate immunity in fish / N.C.Bols, J.T.Brubachen, R.C.Ganssip [et al.] // *Development and comparative immunology*. – 2001. – V.25. – P. 853-879.
49. The interactions of copper, lead and ethanol in rats: effects on some biochemical parameter of blood / K.Miniuk, J.Moniuszko Jakoniuk, E.Kulikowska [et al.] // *Polish journal of pharmacology & pharmacy*. – 1989. – Vol.4, №3. – P. 273-280.
50. Witeska M. Stress in fish – hematological and immunological effects of heavy metals / M. Witeska // *Electronic journal of ichthyology*. – 2005. – Vol. 3, № 1. – P. 35-41.
51. Baltova S. Some morphological and pathological modifications of the blood cells from *Alburnum laburnum* in intoxications with heavy metals / S. Baltova, I. Velcheva // *Proceedings of the Balkan scientific conference of biology in Plovdiv (Bulgaria)*. – 2005. – P. 461-467.
52. Immunotoxicity of co-exposure to heavy metals: in vitro studies and results from occupational exposure to cadmium, cobalt and lead / D.Jung, U.Bolm-Audorff, A.Faldum [et al.] // *Experimental and clinical sciences, international online journal for advances in sciences*. – 2003. – Vol.2. – P. 1611-2156.
53. Stejskall J. The role of metals in autoimmunity and the link to neuroendocrinology / J.Stejskall, V.D.M.Stejskall // *Neuroendocrinology letters*. – 1999. – Vol.20. – P. 351-364.
54. Gopal V. Effects of heavy metals on the blood protein biochemistry of the fish *Cyprinus carpio* and its use as a bio-indicator of pollution stress / V.Gopal, S.Parvathy, P.R.Balasubramanian // *Environmental monitoring and assessment*. – 1997. – Vol.48. – P. 117-124.
55. Seasonal variations in the level of immunoglobulins and serum proteins of children differing by exposure to air-borne lead / M.Wagnerova,

- V.Wagner, Z.Madlo [et al.] // Journal of hygiene, epidemiology, microbiology and immunology. – 1986. – Vol.30, №2. – P. 127-138.
56. Leelakunakorn W. Ceruloplasmin oxidase activity as a biomarker of lead exposure / W.Leelakunakorn, R.Sriworawit, S.Soontaros // Journal of occupational health. – 2005. – Vol.47, №1. – P. 56-60.
57. Rao M.G. Evaluation of lead toxicity and antioxidants in battery workers / M.G.Rao, B.V.Shetty, K.Sudha // Biomedical research. – 2007. – Vol.19, №1. – P. 1-4.
58. Зіньковська Н.Г. Функціонування антиоксидантних систем у крові риб при інтоксикації йонами міді, цинку, марганцю і свинцю: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.04 “Біохімія” / Н.Г.Зіньковська. – Чернівці, 2003. – 22 с.
59. Renal alterations in female rats following subchronic lead exposure / A.Vyskocil, V.Semecky, Z.Fiala [et al.] / Journal of applied toxicology. – 1995. – Vol.15, №4. – P. 257-262.
60. Induction of myeloperoxidase deficiency in granulocytes in lead-intoxicated dogs / K.C.Caldwell, L.Taddeini, R.L.Woodburn [et al.] // Blood. – 1979. – Vol.53, №4. – P. 588-593.

IMMUNOTOXICITY OF LEAD AND ITS COMPOUNDS

S. I. Danyliv

*Ivano-Frankivs'k National Medical University;
76018, Ivano-Frankivs'k, Galytska str., 2; e-mail: danylivsveta@rambler.ru*

Lead is one of the most toxic and dangerous to living organisms chemical element, the monitoring of which is necessarily. It is found that salts of this metal have expressed toxic action on cell membrane. Lead ions causes serious deformation of the body on the early stages of embryonic development and in adults organisms lead also causes degenerative and necrobiotic changes in gills and skin. Accumulation of lead in the body depends on gender, period, and the size of individuals. It is known that most metals accumulate in the smallest size organisms. Effect of lead ions depends on way of entering in the body: the intraperitoneal entering causes the increase of the spleen size, while adding it to drinking water causes the growth of the kidney. As in chronic poisoning, and under acute toxicant action inhibits the activity of the immune system. In particular, the presence of lead ions in environment leads to a decrease number of T- and B-lymphocytes and natural killers, an increase of neutrophils and reduce the number of monocytes, basophils and lymphocytes.

Key words: *lead, bioaccumulation, immunotoxicity, humoral factors, "acute phase proteins".*