

УДК 616-053.2

**ОСОБЛИВОСТІ ЗМІНИ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО СТАТУСУ ДІТЕЙ, ЩО ПРОЖИВАЮТЬ В УМОВАХ ПРОМИСЛОВОГО МІСТА**

**Чмиленко Т.С., Саєвич О.В., Чмиленко Ф.А.**

*Дніпропетровський національний університет, НДІ біології, кафедра аналітичної хімії, м. Дніпропетровськ*

**РЕЗЮМЕ:** визначено вміст мікроелементів: заліза, міді, кальцію та магнію у волоссі дітей, що мешкають у великому техногенному місті. Встановлено порушення кореляційного відношення між вмістом у волоссі мікроелементів

заліза - міді та міді - магнію у всіх дітей незалежно від району мешкання. Запропоновано наочну методику порівняння вмісту мікроелементів у волоссі.

**Ключові слова:** діти, волосся, елементний гомеостаз, мідь, залізо, кальцій, магній

**Вступ.** Стан здоров'я дітей, що проживають у промисловому місті, оцінюється як несприятливий і має тенденцію до загострення. У переважній більшості дітей в умовах екологічного забруднення знижуються чинники неспецифічного захисту, розвивається вторинна імунна недостатність. Як відомо, в умовах зниження адаптивних можливостей організму можливі мікроекологічні порушення, зміна біоценозу. Імунна система високочутлива до багатьох хімічних сполук та несприятливих чинників фізичної природи.

Мікроелементний склад біосубстратів організму людини відображає сумарне надходження забруднюючих речовин з повітря, води і продуктів харчування. Комплексна оцінка забруднення навколишнього середовища (повітря, ґрунт, вода) можлива по моніторингу мікроелементного вмісту волосся пацієнтів, що проживають в даному регіоні. Результати міжнародних координованих програм, виконаних під егідою Міжнародного агентства по атомній енергії (МАГАТЕ), підтверджують ефективність використання волосся в аналізі екологічних та токсикологічних забруднень навколишнього середовища [4]. Найперспективнішими є роботи, в яких особливості вмісту мікроелементів у волоссі корелюють з дією чинників: характером і інтенсивністю забруднення атмосферного повітря викидами важких металів промислових підприємств, забрудненнями водного ба-

сейну, дією деяких соціально-гігієнічних чинників – в першу чергу незбалансованого харчування [1, 9].

**Мета роботи.** Вивчення стану мікроелементного гомеостазу дітей з сімей ліквідаторів аварії на ЧАЕС як показника адаптації організму дітей групи ризику до умов забруднення атмосферного повітря міста Дніпропетровськ.

**Матеріали та методи.** Проведено порівняльне визначення вмісту мікроелементів (Fe, Cu, Ca і Mg) у 30 хлопчиків і дівчаток віком від 6 до 14 років, що проживають на територіях двох районів міста, яке як великий промисловий центр характеризується могутньою техногенною дією. До основних джерел забруднення атмосферного повітря відносяться промислові підприємства і автотранспорт.

Мікроелементи у волоссі визначали методом атомної абсорбції. Наважки волосся мінералізували в нітратній кислоті при кип'ятінні протягом однієї години. Потім на мінералізаці протягом 4-5 хв діяли ультразвуком при частоті 22 кГц з інтенсивністю 2,41 Вт/см<sup>2</sup> [10]. Після обробки ґЗ мінералізовані проби аналізували атомно-абсорбційним методом.

Визначення вмісту заліза, міді, кальцію та магнію проводили на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115 ПКС. Елементи атомізували у полум'ї ацетилен-повітря. Джерелами характеристичного випромінювання були лампи з порожнім катодом типу ЛТ-2.

Таблиця 1

Умови визначення елементів на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115 ПКС

Елемент	Тип лампи	Резонансна лінія, нм	Співвідношення газів C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> : повітря
Ca	ЛТ-2	422,7	1:1
Mg	ЛТ-2	285,2	1:1
Fe	ЛТ-2	248,3	1,2:1
Cu	ЛТ-2	324,7	1,2:1

**Результати дослідження та їх обговорення.** З урахуванням даних стаціонарних постів спостереження за станом міського повітря [11] діти, згідно з місцем мешкання, були розділені на дві групи: критична (загальний обсяг викидів в атмосферу менше 1500 т/р) і кризова (1500-5000 т/р). З травня по вересень включно практично вся територія Дніпропетровська є суцільним ареалом фотоіонізуючого впливу радіаційно-астрономічного чинника [2]. Частина кризової зони так само входить в одну із смогонезбезпечних зон міста та є центром фотохімічного забруднення повітря.

Результати визначення мікроелементів представлені у табл. 2 та 3. Контроль вмісту мікроелементів у

волоссі дітей такого ж віку проводили порівнюючи з літературними даними: концентрація міді – 6,5-9,3 мкг/г [5], заліза – 18-33 мкг/г [5], кальцію – 300-1200 мкг/г [7], магнію – 50-65 мкг/г [7].

Діти, у яких вміст усіх визначених елементів відповідав умовно прийнятій нормі, – відсутні. Частка дітей, у волоссі яких вміст металів у межах норми та не перевищує двох середньоквадратичних відхилень, складає: міді - 46,6 % (у межах груп: кризова – 38 %, критична – 69 %), заліза 43 % (у межах груп: кризова – 38 %, критична – 47 %), магнію – 0 % (середньоквадратичні відхилення розраховувались згідно з моніторингом власних даних).

Таблиця 2

Середній вміст заліза, міді, кальцію та магнію у волоссі дітей, що мешкають в умовно “критичному” та “кризовому” районах міста

Район	Стать	Число осіб	Вміст елементів, мкг/г			
			Мідь	Залізо	Кальцій	Магній
Середнє значення вибірки	Всі діти	30	5,48±2,60	23,61±11,14	927±377	182±64
Критичний	Дівчатка	11	5,34±1,93	20,80±8,32	883±472	192±64
	Хлопчики	6	5,59±2,19	20,75±7,30	1192±795	211±75
Кризовий	Дівчатка	8	5,20±1,79	20,83±8,87	715±270	181±58
	Хлопчики	5	5,68±3,54	27,28±15,17	983±401	168±61
			5,45±4,47	24,25±13,31	1060±430	175±67
			6,04±2,80	32,14±18,16	860±355	158±51
Значення двох середньоквадратичних відхилень			± 1,25	± 1,98	±20,6	±10,3

Таблиця 3

Максимальне та мінімальне значення вмісту заліза, міді, кальцію та магнію у волоссі дітей досліджених груп

Район	Вміст елементів, мкг/г							
	Міді		Заліза		Кальцію		Магнію	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Критичний	7,98	< 0,117	39,79	5,14	1881	366	369	105
Кризовий	12,28	< 0,117	50,91	8,31	2014	162	316	75

Встановлені кореляційні співвідношення між мікроелементами (рис. 1). У критичній групі при підвищенні концентрації міді концентрація кальцію зменшується, найбільш значно – для дівчаток, у кризовій групі для хлопчиків підвищується, для дівчаток знижується. Концентрація магнію при підвищенні концентрації міді в кризовій групі для дівчаток трохи підвищується, для хлопчиків практично не змінюється.

Середній вміст міді і кальцію у волоссі дітей з досліджуваних районів, знаходиться практично на одному рівні, при цьому середній вміст заліза у волоссі дітей, що проживають у районі з інтенсивнішим забрудненням атмосферного повітря, підвищений в 1,3 разу, а середній вміст магнію в їх волоссі знижений в 1,12 разу порівняно з вмістом елементів у волоссі дітей із критичного району.

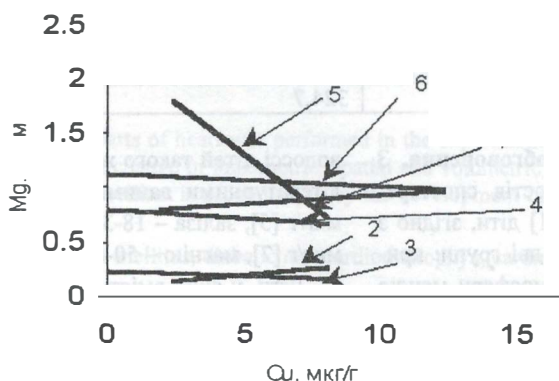


Рис. 1. Кореляційні співвідношення між вмістом мікроелементів у волоссі дітей. Об’єкт вибірки: хлопчики (1,3,4); дівчатка (2,5,6); кризовий район (1,2,3,6); критичний район (4,5); кореляційні співвідношення: Cu-Ca (1,4,5,6), Cu-Mg (2,3)

З огляду на те, що магній і кальцій найважливіші регулятори процесу нагромадження есенційних мікроелементів в організмі [3, 8] та від їхнього

вмісту залежить мікроелементний гомеостаз, нами побудовані елементограми зміни вмісту міді, заліза та кальцію в волоссі від вмісту магнію (рис. 2

а,б). Вміст магнію змінюється від 370 до 75 мкг/г. При побудові елементограм вибірка дітей розташована за умовою зниження вмісту в волоссі магнію.

Найбільш різноспрямований дисбаланс мікроелементів спостерігається у дівчаток (див. рис. 2б, світлі області відповідають підвищенню вмісту мікроелементів). Серед 14 дівчаток відхилення від норми за вмістом в волоссі трьох елементів мали 21% дітей (шифри 19, 20 та 27) та 36% - за двома елементами (шифри 18, 26, 28 та 29). При такій же концентрації магнію в волоссі (90 мкг/г, шифри дітей 28 та 29) спостерігається як перевищення в 1,5-2 рази вмісту міді та заліза (шифр 29), так і зниження в три рази (шифр 28). Подібне зниження

вмісту обох елементів у волоссі має місце при концентрації магнію 190 мкг/г (шифр 22).

Для всієї вибірки порушення вмісту кальцію має напрямок збільшення до 2,2 разу. Вміст кальцію та магнію в волоссі не корелюється. Найбільш чутливі зміни кальцію у волоссі спостерігаються на тлі відхилень від норми вмісту заліза та міді. Так, вміст кальцію в волоссі перевищує нормальні значення в 1,5-2,2 разу в області високого вмісту в волоссі магнію (320-350 мкг/г, шифр дитини 18 та 19) при одночасному збільшенні вмісту заліза до 1,5 разу, та при низькому вмісті магнію (100-135 мкг/г, шифр 26 та 27) при одночасному зниженні міді в волоссі в 2-3 рази.

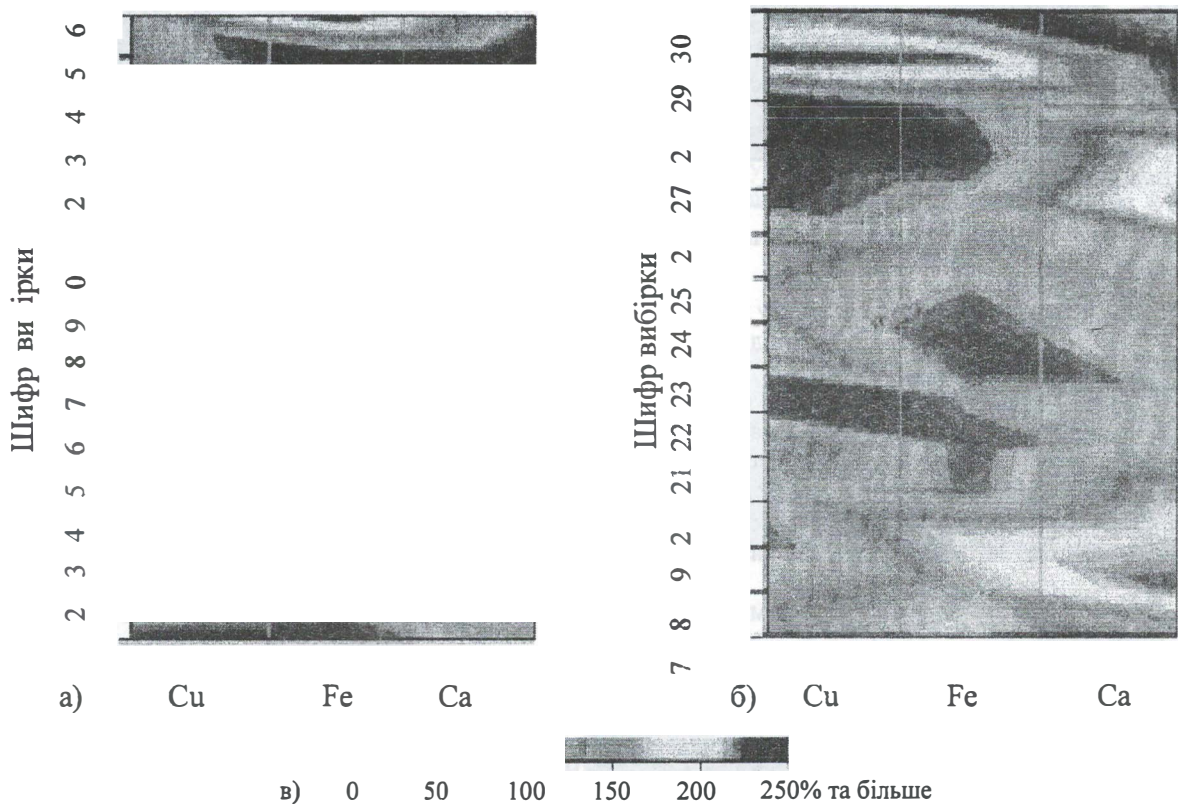


Рис. 2. Елементограма вмісту міді, заліза та кальцію у волоссі дітей від концентрації магнію. Об'єкт вибірки: хлопчики (а); дівчатка (б); шкала вмісту (%) мікроелементів міді, цинку та нікелю (в).

Для хлопчиків порушення елементного гомеостазу за вмістом мікроелементів у волоссі має, як правило, напрямок зменшення відносно даних літератури. Для всієї вибірки є тільки один випадок при концентрації магнію 226 мкг/г (рис. 2а, шифр 3) одночасного підвищення вмісту міді та заліза в 1,5 разу. При низькому (75 мкг/г) вмісті магнію серед усіх обстежуваних у волоссі хлопчика вміст заліза найвищий (рис. 2а, шифр 16) та перевищує у 2,6 разу значення порівняно з нормою. Серед 16 хлопчиків одночасне зниження вмісту у волоссі двох елементів – міді та заліза (шифри дітей 1,4,5,11) або заліза та кальцію (шифри 13 та 14)

складає 37,5% та трьох елементів (шифр 12) – 6,3%.

Слід відзначити, що у хлопчиків, які мають порушення за вмістом кальцію (шифр 12-14, вміст магнію 98 – 120 мкг/г), у волоссі знижується вміст заліза від 4,96 до 1,61 разу та вміст міді до 1,43 разу.

Особливий інтерес представляють дані про зміни металолігандного гомеостазу за вмістом елементів у волоссі при значенні норми одного з них. Найбільш інформативні дані про такі порушення встановлені внаслідок аналізу мікроелементограм (рис. 3 – 6). Аналіз мікроелементограм

проведено для вибірки дітей за умови відповідно до норми вмісту в волоссі заліза (рис. 3, 4) або міді (рис. 5, 6).

Мікроелементограми побудовані для вибірки дітей кризового та критичного районів. Враховуючи, що вміст магнію в волоссі знаходиться в кореляційній залежності від його концентрації в воді [6], для встановлення зв'язку між елементами мідь – залізо – магній мікроелементограми складені за двома елементами, одним з яких був магній. За норму прийнято середнє значення вмісту магнію в

волоссі для всієї вибірки дітей (30 осіб). Вміст заліза в волоссі в межах від 18 до 33 мкг/г у критичному та кризовому районах мали відповідно 45% та 20% хлопчиків (див. рис. 3б та 4б). При значенні в волоссі вмісту заліза в нормі у хлопчиків критичного району (до 40%) вміст міді в волоссі знижений у 1,84 разу (шифри 7 і 8) від норми. За вмістом магнію спостерігаються відхилення в 1,5 разу як в напрямку збільшення (шифр 2), так і зменшення (шифр 15). Відхилення міді та магнію в волоссі має однаковий напрямок.

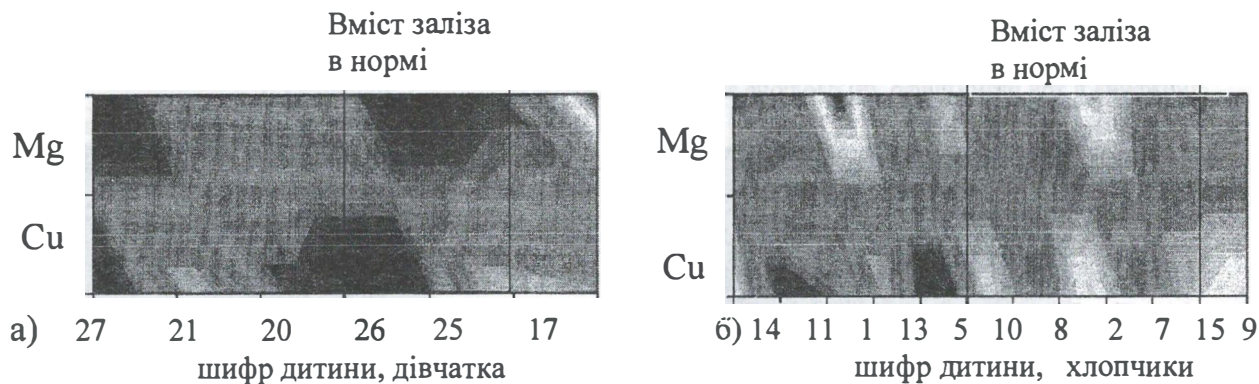


Рис. 3. Мікроелементограма вмісту міді та магнію у волоссі дітей з критичного району при нормальній (від 18 до 33 мкг/г) концентрації заліза

Для хлопчиків кризового району значення вмісту заліза в волоссі в межах норми має одна дитина (див. рис. 4б, шифр 6), для якої зафіксовано суттєво зменшення вмісту міді (більше, ніж у два рази).

Мікроелементограми для дівчаток Cu (Mg) за Fe (норма) (рис. 3а та 4а) вказує, що значення вмісту

заліза в волоссі, яке відповідає нормі, мають менше, ніж 30% дівчаток. В обох районах вміст міді в волоссі знижений, для кризового району встановлено зменшення вмісту елемента в 6 разів (шифр 22), для критичного – в 2,64 разу (шифр 26).

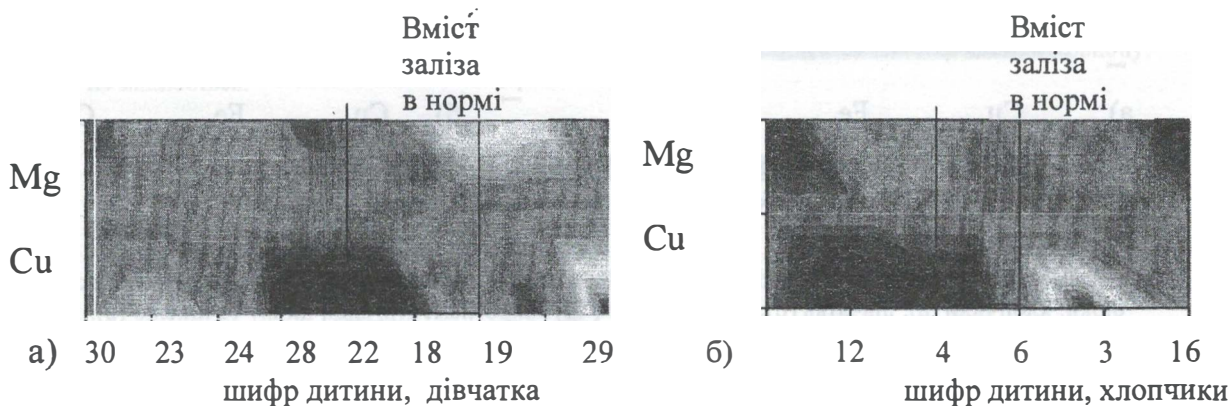


Рис. 4. Мікроелементограма вмісту міді та магнію у волоссі дітей із кризового району при нормальній (від 18 до 33 мкг/г) концентрації заліза

Мікроелементограми вмісту заліза та магнію в волоссі при концентрації міді в нормі (рис. 5 та 6) дозволяє відзначити, що найбільш суттєві порушення за вмістом міді в волоссі мають хлопчики кризового району (4 особи з 5 обстежуваних дітей, рис. 6б). Порушення елементного гомеостазу за міддю для всіх дівчат та хлопчиків критичного району складають 50%. При нормальному значенні

вмісту міді в волоссі відхилення за елементами заліза та магнію спостерігається для 50% обстежуваних хлопчиків критичного району. Як збільшення в 1,5 разу (шифр 15, рис. 5б), так і зменшення в 2,5 разу (шифр 14, рис. 5б) вмісту заліза в волоссі відбувається на тлі зменшення концентрації магнію в волоссі в 2,25 разу.

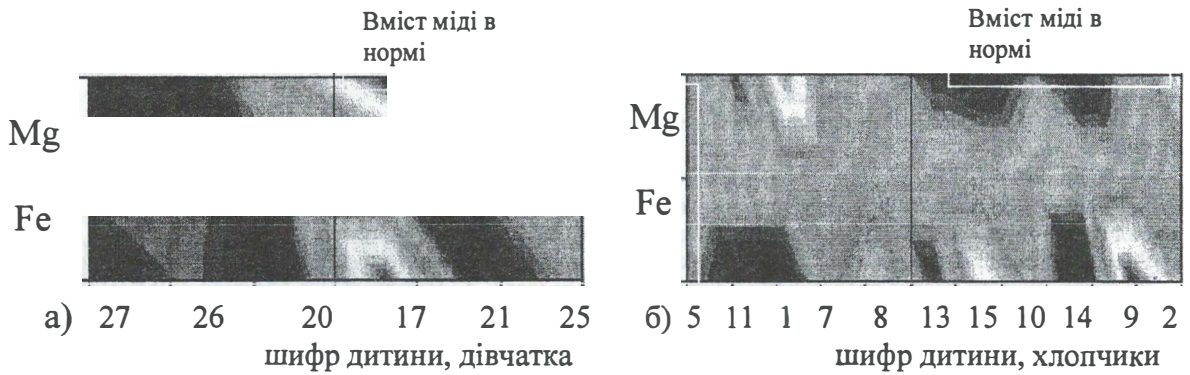


Рис. 5. Мікроелементограма вмісту заліза та магнію у волоссі дітей з критичного району при нормальній (від 18 до 33 мкг/г) концентрації міді

Порівняння мікроелементограм вмісту Fe (Mg) за Cu (норма) для вибірки дівчат (див. рис. 5а, 5б) дозволило встановити, що найнижчим серед обстежуваних виявився вміст заліза в волоссі дівчат кризового району, для яких встановлено зниження вмісту від норми до трьох разів (шифри 23 та 30, рис. 5а). Для дівчат критичного районує випадок

зменшення до двох разів вмісту заліза (шифри 21, рис. 5а). При цьому зменшення вмісту магнію в волоссі лежить у межах від 1,1 до 2 разів від норми. При перевищенні вмісту магнію в волоссі більше, ніж у два рази виявлено підвищення вмісту заліза в волоссі в 1,56 разу (шифр 17, рис. 5а).

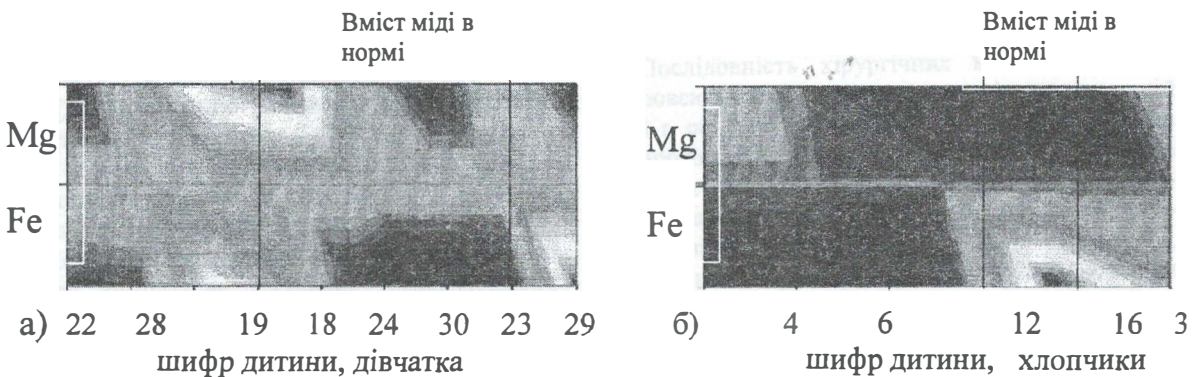


Рис. 6. Мікроелементограма вмісту заліза та магнію у волоссі дітей з кризового району при нормальній (від 6,5 до 9,3 мкг/г) концентрації міді

Проведений у роботі аналіз із застосуванням мікроелементограм є наочним, визначає напрямок порушення елементного гомеостазу для кожної окремої дитини та дозволяє визначити спряженість мікроелементозів в організмі дитини. Дані вказують, що у дітей із сімей ліквідаторів аварії на ЧАЕС обмін між визначеними мікроелементами більшою чи меншою мірою порушений (незалежно від району мешкання), що особливо виявляється в кореляціях залізо - мідь та мідь - магній.

**Висновки.** Отримані дані дозволяють дійти ви-

сновку щодо балансових змін у мікроелементному гомеостазі дітей ліквідаторів аварії на ЧАЕС, котрі проживають у м. Дніпропетровськ, що може бути пояснене високим рівнем напруги адаптивної системи дитячого організму і зниженням рівня його резистентності.

Висновки, які зроблені за допомогою мікроелементограм вмісту елементів у волоссі, можуть бути використані в діагностичних цілях, а також для пошуку шляхів корекції мікроелементів у харчуванні дітей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Большаков А.М., Черепов Е.М., Акимова Е.И. О комплексной гигиенической оценке состояния окружающей среды и её влияния на здоровье населения области // Гигиена и санитария. – М., 1999. – № 2. – С. 47-49.
2. Воробьев А.И. Смогоопасные зоны Днепропетровска // Міжвузівський збірник Медицина: проблеми теорії та практики. – Дніпропетровськ: Наука і освіта.- Вип. 1.- 1999.- С 27-32.
3. Громова О.А., Авдеенко Т.В., Бурцев У.М., Федотова Л.Э., Смирнов М.Б. Дефицит магния у детей с минимальной мозговой дисфункцией и его коррекция Магне В6. //Клиническая фармакология и терапия. – 2000. - № 2. – С. 14-16.

4. Маленченко А.Ф. Содержание плутония и некоторых микроэлементов в волосах жителей Беларуси, проживающих на территории, пострадавшей при аварии на Чернобыльской АЭС. Маленченко А.Ф., Бажанова Н.Н., Канаш Н.В., Жук И.В. и др. // Гигиена и санитария. – 1997. - № 5. - С. – 19-22.
5. Савченков М.Ф. Решетник Л.А., Лященко О.В. Состояние здоровья детей, проживающих в зоне влияния угольных разрезов // Гигиена и санитария. – 2000. - № 3. – С. 56-58.
6. Серпов В.Ю. Особенности накопления металлов в организме человека // Промышленная безопасность труда. – 2004. - № 8. - С. 25-36.
7. Скальный А.В. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение). – М.: КМК, 2001. – 96 с.
8. Халецкая О.В., Трошин В.М. Минимальные дисфункции мозга в детском возрасте. – Нижний Новгород: Новгород Пресс, 1995. – 37 с.
9. Цибульская Е.А. Методика определения экологически обусловленного реального риска здоровью людей и степени напряженности медико-экологической ситуации. Цибульская Е.А., Нагорный С.В., Маймулов В.Г., Малеванный И.Н., Савельев С.И и др. // Медицина труда и промышленная экология. – 1998. - № 5. – С. 13-15.
10. Чмиленко Ф.А. Ускоренное атомно-абсорбционное определение тяжелых металлов в волосах. Чмиленко Ф.А., Саевич О.В., Чмиленко Т.С., Смитюк А.В. // Вісник ДНУ. Серія Хімія . – 2003. – № 4. – С. 3-6.
11. Экологическая карта Днепропетровска. –Дніпропетровськ: ІМА-прес, 2001. – 1с.

**SUMMARY****FEATURES OF MICROELEMENT HOMEOSTASIS CHANGES FOR THE CHILDREN LIVING IN CONDITIONS OF INDUSTRIAL CENTRE****Chmylenko T., Saevych O., Chmylenko F.**

Maintenance of microelements is certain: Iron, Copper, Calcium and Magnesium in the hairs of children resident in large tekhnogennom town. Violation of correlation correlations is set between maintenance in hairs Iron-Copper and Copper-Magnesium at all children regardless of district of residence. the evident method of comparison of maintenance of microelements is offered in hairs.

**Key words:** children, hairs, iron, copper, calcium and magnesium