

VYUŽITÍ NĚKTERÝCH BIOLOGICKÝCH VZORKŮ PRO STANOVENÍ OBSAHU STOPOVÉHO MNOŽSTVÍ KOVŮ V LIDSKÉM ORGANISMU METODOU AAS*

JITKA PŮLPTYLOVÁ a JAROSLAV REJNEK

*Katedra chemie, Pedagogická fakulta, Univerzita J. E. Purkyně, České mládeže 8, 400 96 Ústí nad Labem
e-mail: rejnekj@pf.ujep.cz*

Došlo dne 15.III.2001

Klíčová slova: stanovení kovů, nehty, vlasy, AAS

Úvod

Závažným ekologickým problémem je poměrně vysoký obsah některých kovů v ovzduší, vodě a půdě a z toho plynoucí zvýšený obsah těchto látek v rostlinných a živočišných organismech. Stanovení jejich množství slouží k posouzení míry znečištění životního prostředí těmito kovy. Ke stanovení stopových množství těžkých kovů v různých materiálech lze využít řady metod instrumentální analytické chemie. Nejčastěji používanými metodami jsou dnes především metody atomové absorpční spektrometrie, elektrochemické metody, rentgenové metody a nukleární aktivizační techniky.

Velký rozvoj zaznamenaly metody atomové absorpční spektrometrie^{1,2}, a to jak v teoretickém rozpracování, tak i v instrumentálním vybavení a šíři analytických aplikací. Rozvoj této metody znamenal zvětšení citlivosti a posunutí meze detekce u řady stanovených kovů³.

Informace o hladinách kovů v organismu mohou poskytnout tělní tekutiny (krev, moč), tělní tkáň a kožní deriváty (vlasy, nehty). Vzhledem k možnostem pracoviště se jako nejschůdnější ukázala práce se vzorky vlasů a nehtů, především pro snazší a bezpečnější manipulaci s tímto materiálem. Vzorky vlasů a nehtů používané k analýze se získávají v souladu s obecnými zásadami pro odběr vzorků⁴⁻⁶, poté jsou dekontaminovány. Z řady postupů je doporučováno důkladné proprání v deionizované vodě a acetonu⁷⁻⁹. Následuje sušení vzorků v sušárně, ochlazení na laboratorní teplotu a uskladnění, přičemž nesmí dojít k sekundární kontaminaci. Takto upravený vzorek vlasů a nehtů je připraven pro další postup analytického rozboru.

Většina prvků je vázána v biologickém materiálu ve formě složitých sloučenin. Často jde o komplexní sloučeniny, popř. cheláty. Protože energie dodaná plamenem nestačí na rozbití vazeb v těchto sloučeninách a měřený prvek se jen velice obtížně uvolňuje, dochází ke zkreslení výsledků měření. Je proto nutné použít postupy rozkladu biologického materiálu tak, aby výsledky, které získáme, byly reprodukovatelné, statisticky významné a dále použitelné. Při hodnocení vhodnosti použitého způsobu mineralizace příslušného typu vzorku biologického materiálu se musí vzít v úvahu zvláště výtěžnost

daného postupu, míra odstranění složité struktury, ve které je prvek vázán, velikost navážky, spotřeba chemikálií a energií. Postupy určuje i technické vybavení pracoviště s ohledem na bezpečnost práce¹⁰.

Cílem této práce bylo stanovit množství chromu, kadmia, mědi, zinku a železa v nehtech a vlasech osob okresu Ústí nad Labem metodou atomové absorpční spektrometrie a zjistit možné souvislosti mezi obsahy sledovaných analytů v obou biologických materiálech.

Experimentální část

Odběr vlasů a nehtů u náhodně vybraných osob okresu Ústí nad Labem byl proveden v souladu s obecnými zásadami o odběru vzorků¹¹. Poté byly vlasy a nehty promývány roztokem detergentu v deionizované vodě, dále deionizovanou vodou, acetonem, znovu deionizovanou vodou a sušeny v sušárně při teplotě 100 °C po dobu 2 hodin. Takto dekontaminované vzorky byly mineralizovány.

Pro úpravu vzorků vlasů a nehtů byl na základě zhodnocení vhodnosti jednotlivých způsobů mineralizace^{4,12} zvolen postup mineralizace na mokré cestě s použitím koncentrovaných kyselin H₂SO₄, HNO₃ a H₂O₂ a postup mikrovlnné mineralizace. V prvním případě byla navážka vlasů a nehtů (do 1,5 g) v zábrusové destilační baňce přelita 5 cm³ koncentrované kyseliny sírové a po 1 hodině stání bylo přidáno 10 cm³ koncentrované kyseliny dusičné. Vzorek byl zahříván pod zpětným chladičem po dobu 5 hodin. Po vychladnutí vzorku bylo přidáno 5 cm³ koncentrovaného peroxidu vodíku a zahříváno další 2 hodiny pod zpětným chladičem. Poté byl mineralizát na topné desce odkouřen do objemu 3–5 cm³, po vychladnutí doplněn 10 cm³ deionizované vody a zfiltrován do odměrné baňky. Mineralizát byl po vychladnutí doplněn deionizovanou vodou na objem 25 cm³, přelit do polyetylenové nádoby a uchovávan v chladničce při teplotě nižší než 6 °C. Podobným způsobem byly připraveny i slepé srovnávací vzorky.

Pro mikrovlnnou mineralizaci byl použit mineralizátor Uniclever. Postup destrukce vzorku byl volen se zřetelem na druh biologického materiálu a na množství navážky. V případě vlasů byly voleny navážky 0,5 g až 1,5 g, nehtů 0,5 g až 1 g. Rozklad byl prováděn v uzavřeném systému, který umožnil použití vyššího tlaku, jenž celý proces urychluje. K mineralizovanému vzorku byla přidána směs HNO₃ a H₂O₂. Teplota mineralizace je omezena materiálem mineralizační nádoby, nesmí být vyšší než 240 °C. Celý proces rozkladu byl naprogramován jako vícestupňový. Po vysokotlakém rozkladu byl systém otevřen a opatřen destilačním nástavcem. Nadbytečné množství rozpouštědla bylo oddestilováno v takovém množství, aby získaný objem mineralizátu nebyl větší než 3–5 cm³. Poté byl mineralizát zfiltrován do odměrné baňky objemu 10, 25 nebo 50 cm³ (podle stanoveného analytu a navážky vzorku) a do požadovaného objemu doplněn deionizovanou vodou.

K měření obsahu chromu, kadmia, mědi, zinku a železa bylo použito atomového absorpčního spektrometru SpectrAA 20+, při měření kadmia doplněného zakoncentrovávací kře-

* Tato práce získala zvláštní ocenění v soutěži o cenu firmy Merck za nejlepší studentskou vědeckou práci v oboru analytická chemie 2.2.2001 v Olomouci.

mennou trubicí ACT - 80. Pro měření byly na spektrometru nastaveny parametry uvedené v tabulce I. Pro kalibraci bylo pro každý stanovený kov připraveno pět kalibračních roztoků. U těchto roztoků byla změřena absorbance a sestrojena kalibrační závislost

$$A = f(c) \quad (1)$$

kde A je absorbance roztoku a c je koncentrace kovu v něm. Při použití této metody je nutné dodržet základní podmínku měření, linearitu závislosti absorbance na koncentraci kovu. Koncentrace kovu v kalibračním roztoku byla proto volena s ohledem na předpokládaný obsah kovu v mineralizátu a tak, aby splňovala uvedenou podmínku. Naměřené hodnoty absorbancí kalibračních roztoků s koncentracemi kovů v těchto roztocích a kalibrační charakteristiky jsou uvedeny v tabulce II. Měření v připravených roztocích mineralizátů probíhalo za stejných podmínek jako měření kalibračních roztoků. Kontrola správné laboratorní praxe byla prováděna vřazováním vzorků certifikovaného referenčního materiálu lidských vlasů GBW 07601.

Tabulka I

Parametry přístroje SPECTR AA 20+ pro měření obsahu Fe, Cd, Cr, Zn a Cu v experimentálním materiálu. Plamen acetylen-vzduch, vstupní tlak: acetylen 588 kPa, vzduch 3907 kPa

Parametr	Fe	Cd	Cr	Zn	Cu
Rychlost proudění: vzduchu [l.min ⁻¹]	12	12	12	12	12
acetylen [l.min ⁻¹]	1,3	1,5	1,8	1,3	1,3
Vlnová délka záření [nm]	248,3	228,3	359,9	213,9	324,8
Šířka štěrbin [nm]	0,2	0,5	0,2	1,0	0,5
Žhavicí proud [mA]	5,0	4,0	7,0	5,0	4,0
Korekce pozadí	ano	ano	ne	ano	ne
Počet opakování měření	3	3	3	3	3
Doba jednoho měření [s]	3	3	3	3	3
Poznámky		a	a	b	

^a Měření prováděno se zakoncentrovávací trubicí ACT-80,

^b měření prováděno s hořákem otočeným kolmo na směr optické osy přístroje

Zpracování výsledků

Výsledky byly uspořádány podle sledovaného analytu, zkoumaného vzorku, pohlaví a věku probandů. Některé výběrové soubory jsou málo četné, proto je jejich vypovídací hodnota snížena a lze je jen obtížně zahrnout do sledovaných souvislostí. Proto byly vytvořeny soubory sjednocené, které zahrnují skupiny osob jednoho pohlaví pro sledovaný analyt a druh vzorku. Takto sjednocené výsledky byly zpracovány za použití statistického aparátu^{13,14}. Jednotlivé kroky byly voleny tak, aby umožnily odhalit zákonitosti a statistické odlišnosti, které jsou v těchto datech obsaženy. Data byla podrobena testování (průzkumová analýza, analýza rozdělení dat, vyhod-

nocení souboru dat – odhady momentových charakteristik a tvarových charakteristik). Protože u většiny výběrových souborů dat byly nalezeny vybočující hodnoty a nebyl potvrzen předpoklad normality, byly momentové charakteristiky vyjádřeny mediánem, intervalem spolehlivosti mediánu, horním a spodním kvantilem. Všechny odhady byly provedeny na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Sumární statistické údaje jsou vyjádřeny v tabulce III. Pro porovnání těchto souborů dat bylo použito metody testování statistických hypotéz neparametrickými testy.

Vedle těchto základních statistických údajů nás však zajímala i případná souvislost mezi obsahem jednotlivých analytů v obou sledovaných materiálech a také případná souvislost mezi sledovanými analyty. Proto byly výběrové soubory dat mužů a žen podrobeny korelační analýze.

Zhodnocení výsledků a závěr

Ze statistického zpracování výsledků měření a porovnání výběrových souborů mužů a žen v závislosti na sledovaném experimentálním materiálu a věkové skupině probandů lze konstatovat, že:

1. Nižší obsah kadmia v nehtech oproti ostatním souborům má skupina žen věkové kategorie 21 až 40 let, ostatní skupiny probandů mají srovnatelný obsah. Ani mezi skupinou mužů proti skupině žen není podstatného rozdílu. Obsah kadmia ve vlasech nevykazuje u skupin probandů významných rozdílů. Skupina mužů do 20 let a žen ve věku do 40 let mají obsah kadmia ve vlasech mírně vyšší než ostatní skupiny probandů. Pokud soubory nerozlišíme podle věku, porovnání nevykazuje signifikantních rozdílů.
2. Nejnižší obsah chromu v nehtech byl zjištěn u souboru žen věkové kategorie do 40 let, naopak nejvyšší obsah byl stanoven u skupiny mužů ve věkové kategorii od 21 do 40 let. Obecně vykazují vyšší obsah chromu nehty mužů. Nejnižší obsah chromu ve vlasech byl zjištěn u skupiny mužů a žen věkové kategorie do 20 let, nejvyšší obsah potom u skupiny mužů a žen věkové kategorie mezi 21 a 40 roky. Pokud soubory nerozlišíme podle věku, vykazují vlasy mužů vyšší obsah chromu než vlasy žen.
3. Nejnižší obsah mědi v nehtech byl zjištěn u souboru žen věkové kategorie do 20 let, naopak nejvyšší obsah byl stanoven u skupiny mužů a žen ve věkové kategorii od 21 do 40 let. Pokud soubory nerozlišíme podle věku, porovnání nevykazuje signifikantních rozdílů. Hodnoty obsahu mědi ve vlasech probandů nevykazují při porovnání výběrových souborů významných rozdílů.
4. Hodnoty obsahu železa v nehtech probandů nevykazují při porovnání výběrových souborů významných rozdílů. Nejnižší obsah železa ve vlasech byl zjištěn u souborů žen a mužů věkové kategorie do 20 let, naopak nejvyšší obsah byl stanoven u skupiny mužů a žen ve věkové kategorii od 21 do 40 let. Pokud soubory nerozlišíme podle věku, porovnání nevykazuje signifikantních rozdílů.
5. Nejvyšší obsah zinku byl zjištěn v nehtech skupiny mužů ve věku od 21 do 40 let. Ostatní skupiny probandů nevykazují vůči sobě významných rozdílů. Pokud soubory nerozlišíme podle věku, vyšší obsah zinku obsahují nehty mužů. Hodnoty obsahu zinku ve vlasech probandů nevykazují významných rozdílů.

Korelační koeficienty a parciální korelační koeficienty

Tabulka II

Kalibrační závislosti pro měření množství železa, kadmia, mědi, zinku a chromu

Kal. roztok $w \cdot 10^2$ [$\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$]	Fe		Cd		Cu		Zn		Cr	
	A^a	RSD ^b	A^a	RSD ^b	A^a	RSD ^b	A^a	RSD ^b	A^a	RSD ^b
0,00	0,001	0	0,000	0	0,002	0	0,001	0	0,001	0
2,00	0,061	3,2	0,006	9,6	0,160	0,2	0,033	2,4	0,056	0,3
4,00	0,123	0,4	0,010	2,1	0,315	0,7	0,065	0,5	0,105	0,3
6,00	0,185	1,0	0,017	1,3	0,476	0,3	0,096	0,9	0,165	0,9
8,00	0,248	1,0	0,023	1,7	0,630	0,3	0,128	1,8	0,215	0,1
10,00	0,310	0,5	0,028	0,7	0,790	0,1	0,159	0,2	0,268	0,5
<i>Kalibrační charakteristiky^c</i>										
K^c	0,031		0,3		0,079		0,016		0,027	
y_c	$2,9 \cdot 10^{-3}$		$2,2 \cdot 10^{-3}$		$7,4 \cdot 10^{-3}$		$2,6 \cdot 10^{-3}$		$7,7 \cdot 10^{-3}$	
w_c	$1,0 \cdot 10^{-1}$		$8,4 \cdot 10^{-3}$		$7,0 \cdot 10^{-2}$		$7,9 \cdot 10^{-2}$		$8,1 \cdot 10^{-1}$	
y_d	$6,0 \cdot 10^{-3}$		$9,6 \cdot 10^{-3}$		$1,3 \cdot 10^{-2}$		$3,8 \cdot 10^{-3}$		$1,3 \cdot 10^{-2}$	
w_d	$2,0 \cdot 10^{-1}$		$1,7 \cdot 10^{-2}$		$1,4 \cdot 10^{-1}$		$1,6 \cdot 10^{-1}$		$4,1 \cdot 10^{-1}$	
y_s	$1,1 \cdot 10^{-2}$		$8,6 \cdot 10^{-3}$		$2,0 \cdot 10^{-2}$		$4,5 \cdot 10^{-3}$		$2,0 \cdot 10^{-2}$	
w_s	$3,7 \cdot 10^{-1}$		$3,1 \cdot 10^{-2}$		$2,3 \cdot 10^{-1}$		$2,0 \cdot 10^{-1}$		$6,6 \cdot 10^{-1}$	

^a A – absorbance roztoku, ^b RSD – relativní směrodatná odchylka [%], ^c K – směrnice kalibrační přímky, y_c – kritická úroveň absorbance, w_c – kritická úroveň koncentrace [$\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$], y_d – limita detekce absorbance, w_d – limita detekce koncentrace [$\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$], y_s – mez stanovitelnosti absorbance, w_s – mez stanovitelnosti koncentrace [$\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$]

Tabulka III

Sumarizace statistických údajů měření obsahu zinku, mědi, železa, kadmia a chromu ve vlasech a nehtech

Soubor ^a	Četnost souboru	Vlasy					Nehty				
		Medián [$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$]	F_D^b [$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$]	F_H^c [$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$]	L_1^d [$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$]	L_2^d [$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$]	Medián [$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$]	F_D^b [$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$]	F_H^c [$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$]	L_1^d [$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$]	L_2^d [$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$]
Zinek											
Ž do 20	60	83,02	68,33	103,00	71,93	94,10	50,97	37,83	92,20	39,23	62,70
Ž 21–40	69	84,20	64,41	106,83	79,77	88,63	61,99	48,32	119,33	40,05	83,93
Ž 41–60	18	75,07	72,32	84,71	68,35	81,77	39,21	18,93	77,56	4,39	61,51
Ž	147	83,95	67,58	105,80	78,57	88,33	55,35	37,93	106,11	46,06	64,64
M do 20	60	94,94	71,04	111,18	86,27	103,60	55,64	45,50	90,86	46,69	64,69
M 21–40	78	104,72	71,32	133,11	77,89	130,26	97,65	65,55	145,07	89,23	105,05
M 41–60	15	102,07	77,06	114,69	74,71	129,43	102,20	60,08	311,61	0	297,58
M	153	96,21	71,32	127,19	86,63	105,79	83,07	52,14	120,66	66,39	99,76
Měď											
Ž do 20	60	8,68	5,82	13,82	7,37	9,99	3,14	1,08	9,07	1,69	4,57
Ž 21–40	69	8,59	7,10	11,24	7,46	9,72	7,42	3,98	9,59	6,07	8,77
Ž 41–60	18	8,22	6,83	8,98	6,81	8,98	1,56	3,89	25,10	0	24,20
Ž	147	8,37	6,81	11,25	7,81	8,93	5,74	2,51	9,83	4,14	7,34
M do 20	60	8,52	6,60	12,07	7,39	9,64	6,32	3,85	13,14	4,85	7,79
M 21–40	78	9,26	7,50	10,35	8,90	9,62	7,76	5,51	9,39	6,60	8,59
M 41–60	15	8,67	7,15	11,58	5,59	11,74	9,47	4,85	11,84	4,51	14,43
M	153	9,17	6,93	11,33	8,64	9,70	7,16	4,71	10,92	6,29	8,03
Železo											
Ž do 20	60	7,75	3,04	13,72	5,19	10,30	40,42	24,71	63,94	31,48	49,36
Ž 21–40	69	13,20	6,61	21,58	9,57	16,82	29,59	10,67	60,64	18,18	41,00
Ž 41–60	18	13,22	9,34	14,20	10,48	15,55	35,82	9,46	42,32	7,42	49,29
Ž	147	11,15	5,36	17,12	9,09	13,21	35,38	16,61	60,15	30,04	40,72
M do 20	60	5,69	3,43	10,82	4,09	7,29	48,31	23,92	61,46	31,37	65,23
M 21–40	78	10,43	4,61	16,23	7,83	12,44	30,72	11,22	63,68	20,79	39,31

Tabulka III – pokračování

Soubor ^a	Četnost souboru	Vlasy					Nehty				
		Medián [μg.g ⁻¹]	F _D ^b [μ.g.g ⁻¹]	F _H ^c [μg.g ⁻¹]	L ₁ ^d [μg.g ⁻¹]	L ₂ ^d [μg.g ⁻¹]	Medián [μg.g ⁻¹]	F _D ^b [μg.g ⁻¹]	F _H ^c [μg.g ⁻¹]	L ₁ ^d [μg.g ⁻¹]	L ₂ ^d [μg.g ⁻¹]
M 41–60	15	18,02	6,91	20,18	7,79	28,25	28,54	11,15	209,34	0	190,37
M	153	7,50	4,15	16,21	4,81	10,20	31,49	13,72	63,37	20,52	42,46
Kadmium											
Ž do 20	60	7,95	7,47	8,83	7,67	8,23	24,70	22,53	27,63	24,07	25,33
Ž 21–40	69	7,82	6,97	8,55	7,43	8,21	20,05	16,08	21,59	18,77	21,33
Ž 41–60	18	8,08	6,81	8,25	7,17	8,92	22,77	20,70	23,15	20,46	24,72
Ž	147	7,95	7,34	8,64	7,74	8,16	22,13	19,95	24,70	21,66	22,60
M do 20	60	7,95	7,31	8,58	7,56	8,34	22,74	21,57	27,04	21,08	24,41
M 21–40	78	7,42	5,58	8,22	6,86	7,98	22,97	18,20	27,73	20,56	25,26
M 41–60	15	6,62	6,30	7,56	5,69	7,55	24,40	18,93	29,33	17,48	31,32
M	153	7,56	6,29	8,35	7,32	7,79	22,85	18,74	27,62	21,60	24,10
Chrom											
Ž do 20	60	1,85	1,03	2,81	1,41	2,29	3,74	3,15	6,56	1,90	5,57
Ž 21–40	69	7,62	2,02	10,06	6,74	8,50	5,04	2,92	10,26	3,59	6,49
Ž 41–60	18	5,85	1,03	8,84	0	9,79	5,99	3,22	9,37	0,73	9,70
Ž	147	2,67	1,11	8,55	0,44	4,90	4,99	3,03	8,84	3,92	6,06
M do 20	60	2,16	1,02	7,94	1,48	2,84	5,53	3,29	8,29	4,13	6,93
M 21–40	78	8,08	6,78	31,75	5,84	10,28	7,73	4,53	12,23	6,35	9,09
M 41–60	15	9,09	7,49	29,66	0	27,71	7,49	4,34	15,29	0	15,11
M	153	7,47	1,92	29,66	6,66	8,28	6,79	4,15	10,55	5,84	7,74

^a Ž – ženy, M – muži, do 20, 21–40, 41–60 – jednotlivé věkové kategorie, ^b F_D – hodnota dolního kvartilu, ^c F_H – hodnota horního kvartilu, ^d L₁, L₂ – dolní a horní hranice intervalu spolehlivosti mediánu

umožňují hodnotit závislost proměnných. Porovnáme-li oba parametry závislosti obsahu sledovaných analytů v obou zkoumaných biologických materiálech náhodného souboru mužů a žen, můžeme konstatovat, že:

1. V nehtech skupiny mužů existuje závislost mezi obsahem železa a zinku, slabší závislost mezi obsahem železa a kadmia, mědi a zinku, chromu a železa a chromu a zinku. Ve vlasech skupiny mužů opět mezi obsahem železa a zinku a chromu a zinku. Poměrně silná negativní závislost byla prokázána ve vlasech mezi obsahem kadmia a chromu.

2. V nehtech skupiny žen indikují výsledky závislost mezi kadmii a mědí, železem a zinkem, slabší závislost mezi kadmii a železem, kadmii a zinkem, mezi chromem a železem, chromem a zinkem. Ve vlasech skupiny žen závislost mezi mědí a železem a chromem a zinkem, slabší závislost mezi chromem a mědí, chromem a železem a mědí a zinkem. Silná negativní závislost byla zjištěna mezi obsahem kadmia a chromu.

3. U obou skupin probandů byla zjištěna korelace mezi vlasy a nehty u chromu, mědi a zinku.

LITERATURA

- Petříčková V., Záleská I.: *Agrochémia* 30, 3 (1990).
- Petříčková V., Záleská I.: *Agrochémia* 30, 80 (1990).
- Littlejohn D., Jowit R., Shuttler I. L., Sparkes S. T., Tyson J. F., Walton S. J.: *J. Anal. At. Spect.* 5, 179 R (1990).
- Pikhart J., Gasparič J.: *Chem. Listy* 87, 16 (1993).
- Ryan D. E., Holzbecher J., Stuart D. C.: *Clin. Chem.* 24, 1996 (1978).

- Manson P., Zlotkin S.: *Can. Med. Assoc. J.* 133, 186 (1985).
- Beneze K.: *Fresenius' J. Anal. Chem.* 338, 58 (1990).
- Grandjean P.: *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 42, 69 (1978).
- Ahmed A. F. M., Elmubarak A. H.: *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 45, 139 (1990).
- Šulženková J.: *Diplomová práce*. Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem 1998.
- Guo T., Erler W., Schulze H.: *Atom. Spectrosc.* 11, 24 (1990).
- Petříčková M.: *Diplomová práce*. Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem 2000.
- Meloun M., Javůrek M.: *Chemometrie*, I. díl. VŠCHT, Pardubice 1986.
- Meloun M., Militký J.: *Statistická zpracování experimentálních dat*. Edice Plus, Praha 1994.

J. Půlpytlová and J. Rejnek (*Department of Chemistry, Pedagogical Faculty, J. E. Purkyně University, Ústí nad Labem*): **Use of Some Biological Samples for Determination of Content of Trace Amounts of Metals in Human Body by Atomic Absorption Spectrometry**

The contents of iron, zinc, copper, chromium and cadmium in human hair and nails was determined by AAS. Statistical processing of the data showed a dependence of the contents on the sex and age of the tested people. Correlations between some of the monitored metals and the used biological material were found.