

Koloidní zlato: tradiční rekvizita alchymistů v minulosti - sofistikovaný (nano)nástroj budoucnosti?

T. Kurimaiová
Gymnázium Christiana Dopplera
kurimaiova@msn.com

K. Ilievová
Gymnázium, Milevsko
kristyna.ilievova@gymnazium-milevsko.cz

Abstrakt:

Koloidní chemie se mimo jiné využívá pro přípravu dobře definovaných zlatých nanočástic. Jejich jedinečné optické vlastnosti jsou předmětem intenzivního výzkumu a jejich aplikační potenciál je velmi veliký. Tato práce se zabývá přípravou koloidních roztoků zlatých nanočástic tyčového tvaru a jejich charakterizací pomocí absorpční spektroskopie a rastrovací elektronové mikroskopie. Je ověřena závislost optických vlastností koloidního roztoku na poměru stran obsažených nanotyčinek.

1 Úvod

Technický obor nanotechnologie se již několik dekád drží v popředí zájmu vědců. Zabývá se tvorbou a využíváním objektů v měřítku nanometrů. V těchto velikostech získávají specifické optické, chemické a biologické vlastnosti, odlišné od chování makrolátky. Využití nanotechnologií najdeme například v elektronice, chemickém průmyslu, zdravotnictví nebo strojírenství.

Na nanočásticích zlata, které jsme v našem miniprojektu připravovali, můžeme sledovat zajímavé optické jevy. U koloidního roztoku zlata prosvíceného bílým světlem můžeme sledovat jasný rozptyl v doplňkové barvě roztoku. Intenzivní zabarvení roztoků nanočástic zlata je způsobeno jevem, který se nazývá lokalizovaná povrchová resonance nebo také lokalizovaný plasmon. Tento jev je způsoben interakcí vodivostních elektronů kovu s dopadajícím elektromagnetickým zářením (světlem), které se dále projeví jako silná absorpce světelné energie. Výslednou barvu roztoků ovlivňuje především tvar nanočástic.

2 Materiály a metody

Metoda přerůstání zárodků

Pro přípravu koloidních roztoků zlata jsme použili malé zárodečné částice zlata, které díky navzájem odlišným růstovým roztokům začaly růst anizotropně (ne do všech směrů stejně), a tak jsme docílili různých tvarů vzniklých nanočástic.[1]

Zárodky

Před přípravou samotných roztoků zlatých nanočástic jsme nejprve vytvořili tzv. zárodky pomocí rychlé redukce trojmocného zlata v CTABu (hexadecyltrimethylammonium bromide) na zlato jednomocné pomocí borhydridu sodného. Celkově jsme použili:

- CTAB 0,1 M – 4,55 ml
- HAuCl_4 0,25 mM – 12,5 μl
- NaBH_4 0,6 mM – 300 μl

Růstové roztoky

Pro náš miniprojekt jsme použili 3 rozdílné růstové roztoky, pomocí nichž jsme vytvořili 3 různé vzorky koloidního zlata. Zde uvádíme jejich složení:

Název	CTAB 0,11M / [ml]	Milli (ultračistá voda) / [μl]	HAuCl_4 0,1M / [μl]	AgNO_3 0,01M / [μl]	AA (kyselina askorbová) 0,1M / [μl]	Seeds (zárodky) / [μl]
GNR13061701	9,1	702,5	50	80	55	12,5
GNR13061702	9,1	742,5	50	40	55	25
GNR13061703	9,1	647,5	25	100	27,5	100

Zárodky v růstovém roztoky jsme nechali přes noc růst za laboratorní teploty. Po 18 hodinách jsme přidali k 1. a 2. vzorku 12,5 μl kyseliny askorbovou (AA) a ke 3. vzorku 25 μl AA a teplotu jsme zvýšili na 45°C.



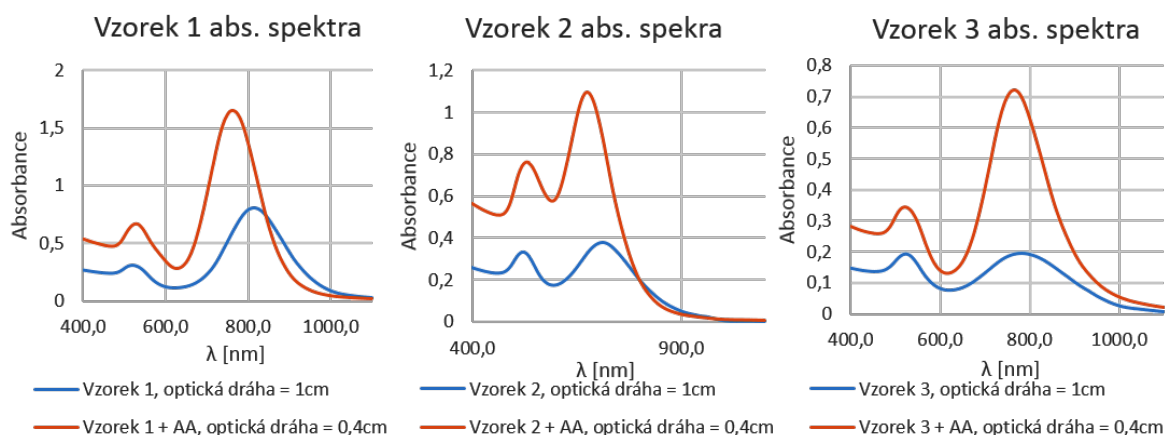
Fotografie koloidních roztoků (zleva 01, 02, a 03) před přidáním dodatečné AA.



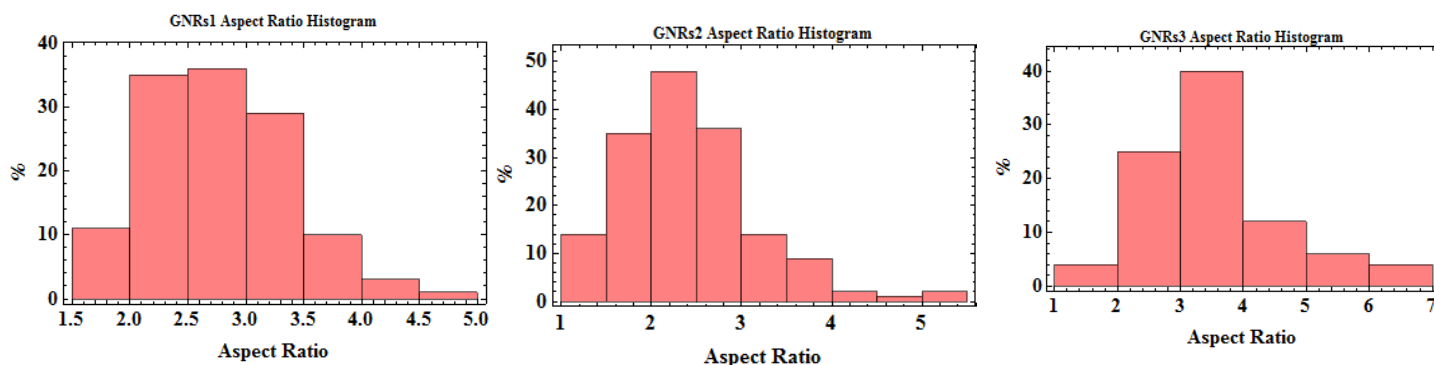
Fotografie koloidních roztoků (zleva 01, 02, a 03) po přidáním dodatečné AA.

Analýza výsledků

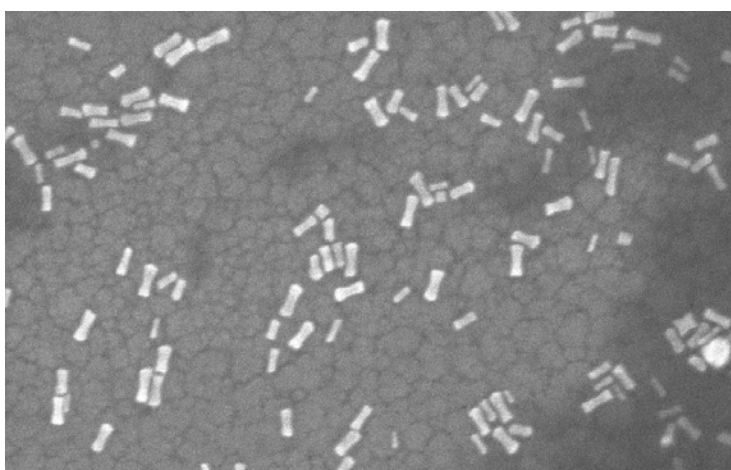
Roztoky jsme dvakrát analyzovali na spektrofotometru, nejdříve před přidáním AA a po přidání. Výsledky jsme následně vynesli do grafů.



Roztoky s přidanou AA jsme ještě analyzovali také na rastrovacím elektronovém mikroskopu (SEM). Pro každý roztok jsme pomocí snímku ze SEM měřili poměry délek a šířek jednotlivých zlatých tyčinek.



Tabulka rozměrů GNRs			
	Délka [nm]	Šířka [nm]	AR
GNRs1	$44,1 \pm 8,1$	$16,4 \pm 3,7$	$2,8 \pm 0,6$
GNRs2	$32,8 \pm 8,1$	$14,1 \pm 3,8$	$2,4 \pm 0,8$
GNRs3	$23,2 \pm 5,5$	$6,8 \pm 1,9$	$3,5 \pm 1,0$



Snímek tyčinek GNRs1 koloidního zlata na SEMu.

3 Shrnutí

Úspěšně jsme připravili roztoky koloidního zlata, které jsme analyzovali pomocí absorpční spektroskopie plazmonových pásů a rastrovací elektronové mikroskopie. Ověřili jsme, že barva roztoků závisí na tvaru tyčinek.

Poděkování

Děkujeme panu Ing. Filipu Novotnému za výborné vedení a příjemnou pracovní atmosféru a katedře fyzikální elektroniky FJFI za poskytnuté přístrojové zázemí.

Reference

1. Nikoobakht, B. and M.A. El-Sayed, Preparation and Growth Mechanism of Gold Nanorods (NRs) Using Seed-Mediated Growth Method. *Chemistry of Materials*, 2003. 15(10): p. 1957-1962.
2. Koloidní zlato: sofistikovaný (nano)nástroj budoucnosti?, <http://www.technikall.cz/clanek/2012-01-zlato/>, 19. 6. 2012
3. Wikipedia – Nanotechnologie, <http://cs.wikipedia.org/wiki/Nanotechnologie>