



Středoškolská technika 2017

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Antibaktericidní účinek stříbra a stříbrných iontů

Klára Nacházelová

Táborské soukromé gymnázium a Základní škola, s. r. o.

Zavadilská 2742

390 02, Tábor

1. Úvod

Naše škola v roce 2016 v červenci až v srpnu pořádala v historickém areálu našeho města výstavu 600 let dolování stříbra v Táboře. Výstavu provázela celá řada přednášek a besed. Při komentovaných prohlídkách, kterých jsem se také zúčastnila, budil zájem prezentovaný vliv stříbra na čistotu vody – na její hygienizaci.

Tato věc mne zaujala a rozhodla jsem se prověřit tento efekt Ag a podívat se i na důlní vody, které snad vyvěrají z bývalých táborských ložisek a štol, kde byly kutací práce ukončeny v roce 1873. Ale mým hlavním zájmem je uplatnění stříbra v současné medicíně a farmacii. Baktericidní účinek stříbrných iontů a kovového stříbra při hledání nových cest v medicíně a farmakologii se jevil jako velmi nadějná cesta být partnerem desinfekce. Rizikem ztráty antibiotik se zabývají vědecká pracoviště a vývoj směřuje také do oblasti užití stříbra.

1. 1. Cíle práce

Ve své práci jsem se chtěla zabývat výskytem stříbra zejména ve svém okolí (Táborsko) a posoudit vliv a výskyt důlních vod, které vytékají z původních štol. Zajímalo mě také bývalé využití těchto pramenišť a jejich vliv na epidemiologickou situaci v 18. století. A také současný stav na hygienizaci vody pocházející ze zmíněných pramenišť. Avšak hlavním mým zájmem bylo posoudit jaký je princip účinnosti stříbra na mikroorganismy (bakterie) ve srovnání s klasickými desinfekčními prostředky a antibiotiky. Dalším tématem mé práce je využití v současné medicíně a farmacii. Snažila jsem se antibaktericidní účinek stříbra ověřit laboratorními pokusy a zkoumat jeho efekty.

2. Význam stříbra a jeho antibakteriálních účinků

2. 1. Výskyt Ag

V zemské kůře se stříbro vyskytuje pouze vzácně. Průměrný obsah činí kolem 0,07–0,1 mg/kg. V mořské vodě činí jeho koncentrace přibližně 3 mikrogramy v jednom litru. Předpokládá se, že ve vesmíru připadá na jeden atom stříbra přibližně 1 bilion atomů vodíku. V přírodě se stříbro obvykle vyskytuje ve sloučeninách, vzácně však i jako ryzí kov. Největšími světovými producenty stříbra jsou Mexiko, Kanada, Peru, Austrálie a USA. V Čechách se ve středověku dobývalo značné množství stříbrných rud. Nejznámější lokalitou je patrně Kutná Hora – kromě dobývání a rafinace stříbra zde vznikla i královská mincovna, kde byly raženy známé stříbrné groše. Další lokality s výskytem stříbrných rud nalezneme i v Krušných horách, na Českomoravské vysočině a také na Táborsku (Táborských Horách).

2. 2. Historické léčebné účinky Ag

Antibakteriální vlastnosti stříbra byly známy již v období antiky a účelem tohoto prvku tak byla prevence proti chorobám. Používalo se jak k výrobě stříbrného nádobí, tak i k výrobě nádob sloužících k dlouhodobému uchovávání potravin a jejich ochraně před předčasnou zkázou. Tento efekt byl také znám andským kulturám, které např. v Peru zhruba od roku 1200 př. N. l. měly vysoce rozvinutou techniku zpracování kovů a zejména stříbra. V 16. stol. byla potom Evropa zaplavena tímto stříbrem.

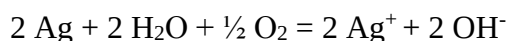
V roce 1884 si Dr. Crede, německý porodník, všiml, že aplikace roztoku stříbra do očí novorozence předchází vzniku očního zánětu. Tato praktika se pak rozšířila do celého světa a provádí se běžně i dodnes. Dlouhou dobu se stříbro užívalo u implantátů při chirurgických reparacích kostí. Ve 20. a 30. letech 20. století se užívalo ve formě velmi jemné moučky jako lék na různé druhy infekcí a chorob, také místně na ošetření popálenin a léčení plísňových nákaz. V roce 1938 se pomocí stříbra léčily choroby způsobené více než 650 druhy bakterií, virů a hub. Až do pozdních 30. let, kdy náklady na jeho produkci neúnosně vzrostly, se používalo v každodenním životě.

V 50.- 60. letech se začal uplatňovat princip nepatentovatelnosti látek v přírodní formě jako léčiv (příklad koloidního stříbra) – tzn. na vývoj, výrobu a prodej dané látky nemůže nikdo

vlastnit výlučné právo – velcí výrobci ve snaze příslibu vyššího zisku u „komerčně více využitelných“ medikamentů přecházejí na používání antibiotik v podobě, jak je známe dnes. V 70. letech minulého století se stříbro zasloužilo o výzkum v rozsáhlých popáleninách o vývoj silného antiseptického prostředku, který využíval katalytických vlastností stříbra postihujících enzymy, na kterých je závislé „dýchání“ mikroorganismů a buněk. V praxi se tyto organismy (bakterie) po aplikaci dusily a záhy umíraly. Kvůli objevení a patentování antibiotik ve 20. století význam stříbra v medicíně v jeho makroskopické formě (ne koloidní) upadal, především z důvodu nedostatečné výroby a vysokých nákladů. V roce 1993 unikly informace o vybavení kosmonautů, které způsobily zájem o koloidní stříbro. Vyšlo veřejně najevo, že jak američtí, tak i ruští kosmonauti, tedy osoby, jejichž zdravotnímu stavu je věnována maximální péče, odlétají do vesmíru se zásobami koloidního stříbra, určeného pro širokospektrální zdravotní i hygienické použití, především pro úpravu pitné vody bez použití chlóru. A už v roce 2006 koloidní stříbro není možno deklarovat jako lék. 2008 – koloidní stříbro není možno v ČR používat jako potravinový doplněk. Od roku 2010 se koloidní stříbro nemůže deklarovat pro vnitřní použití v celé EU. Jako odůvodnění pro zákaz deklarace stříbra pro vnitřní užití se konstatuje, že z důvodu chybějících standardů a „nedostatečně prokázané“ účinnosti se povoluje prodej preparátů na bázi koloidního stříbra pouze pro vnější použití.

2. 3. Objev oligodynamických účinků Ag

Oligodynamický účinek, který objevil V. Naegeli v roce 1893 je baktericidní účinek stříbrných iontů (který však nezasahuje spory) a lze jej pozorovat ještě při mimořádně velkém zředění, asi 2×10^{-11} gramiontu v litru. Kovové stříbro jeví tento efekt jen tehdy, jeli na některém místě znečištěno, takže na něm mohou vznikat místní proudy, jejichž působením se dostávají stopy stříbra do roztoků. U preparátu koloidního stříbra je tato podmínka vždy splněna vzhledem k nečistotám v nich obsažených.



3. Význam stříbra a jeho antibakteriálních účinků

3. 1. Koloidní stříbro jako disperze nanočástic

Koloidní stříbro vzniká disperzí nanočástic stříbra v destilované vodě. Stříbro je v podobě nanočástic rozloženo v pevně stanovené koncentraci soustavy.

3. 2. Princip účinnosti na patogeny

Mechanismus účinku je založen na koagulaci bílkovin a na inaktivaci enzymu. Stříbrné ionty trvale likvidují mikroorganismy blokováním enzymů dýchacího systému (výroba energie), změnou jejich DNA a buněčné stěny, a to bez toxického účinku na lidské buňky v živém organismu. Velikost bakterií je od 350-1000 nm a jsou tedy podstatně větší než částice koloidního stříbra, které díky tomu mohou volně pronikat do nitra patogenu. Výsledkem této činnosti je, že si bakterie nemůže rozvíjet vůči stříbru odolnost (resistence) jako je tomu u antibiotik.

4. Současné využití v medicíně

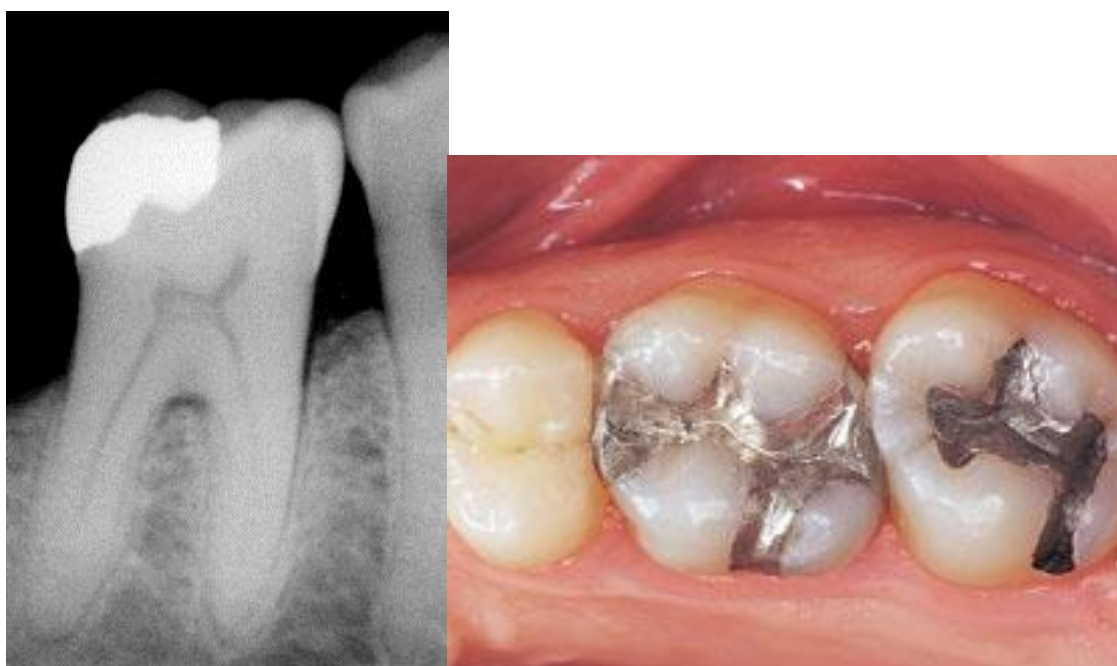
4. 1. Antiseptické účinky

Antiseptikum (z řeckého αντί - anti, "proti" + σηπτικός - septikos, "hnilobný") je protimikrobiální látka aplikovaná na živou tkáň/kůži ke snížení rizika infekce, sepse nebo hniloby. Antiseptika je třeba obecně odlišovat od antibiotik, která ničí mikroorganismy uvnitř těla, a od dezinfekčních látek, které ničí mikroorganismy na neživých předmětech. Některá antiseptika jsou skutečně baktericidní, tedy schopna ničení mikrobů, zatímco jiná působí pouze bakteriosticky a brání množení mikrobů. Antibakteriální látky jsou antiseptika, která mají prokázán účinek proti bakteriím, zejména je-li jejich cílem ničit jen bakterie. Stříbro tuto vlastnost splňuje. Působí antibaktericidně, bakteriosticky a působí v některých ohledech jako desinfekce, ale nepůsobí takovým radikálním způsobem jako klasická desinfekce.

4. 2. Amalgámy

Nejhojnější použití stříbra v medicíně je doposud využití v oblasti amalgámu. Světová spotřeba stříbra v této dentální oblasti je 200 až 300 tun za rok. Stříbrné amalgámy jsou kapalné při 100 stupních celsia a při teplotě lidského těla tuhnou. Při tvorbě však potřebují stejné množství rtuti (cca 200 tun za rok). To vytváří problém, co s amalgámovým odpadem, případně

jak řešit únik rtuti z křemíkových technologií. Samotné využití amalgámu je v současné době řešeno i na evropské úrovni a jsou snahy, aby tyto zubní výplně byly ukončeny do roku 2030. Amalgámy začal využívat již v roce 1826 francouzský zubař Auguste Taveau. Spravoval poškozené zuby slitinou stříbra a rtuti. Stříbro vytvořilo s kapalnou rtutí středně tuhou pastu, která dobře vyplnila zub, a pak v něm ztuhla do potřebného tvaru. Současné užití keramických náhrad je 4x dražší než bývalá aplikace amalgámem.



4. 3. Resistance

Kovová povaha stříbra nevytváří rezistenci a tato vlastnost vytváří nadějně vyhlídky pro celou řadu medicínských využití.

4. 4. Použití v kosmetice a homeopatii

Díky svému antibakteriálnímu působení našlo stříbro také cestu do kosmetiky, v níž pomáhá především napravovat různé neduhy pokožky způsobené zánětlivými ložisky a případnými druhotnými infekcemi, které způsobuje např. akné. Koloidní stříbro lze v kosmetice též využít jako pleťové tonikum tím, že účinně ošetří povrch pokožky od bakterií. Na dnešním

trhu kosmetické firmy nabízejí obrovskou škálu přípravků a výrobků obsahující nanočástice stříbra. Vyzdvihují a odkazují se na léčebné účinky tohoto kovu. Nevýhodou je vysoká cena výrobku kvůli obsahu drahého kovu či možný falešný výrobek bez obsahu nanočástic. Např. koloidní stříbro je základ pro kosmetický obor a homeopatii. Známe účinky jsou u Argentum Nitricum neboli dusičnan stříbrný, který v malých dávkách povzbuzuje imunitní systém. Používá se i v homeopatickém ředění, protože ve větších dávkách je tato látka toxická. Upozorňuje se, že Argentum Nitricum není kompatibilní s celou řadou látek ke kterým patří třísloviny, Ag koloidy, fosforečnany, uhličitany, salicyláty a dalšími, protože může v oblasti medicíny vzniknou srážecí reakce.

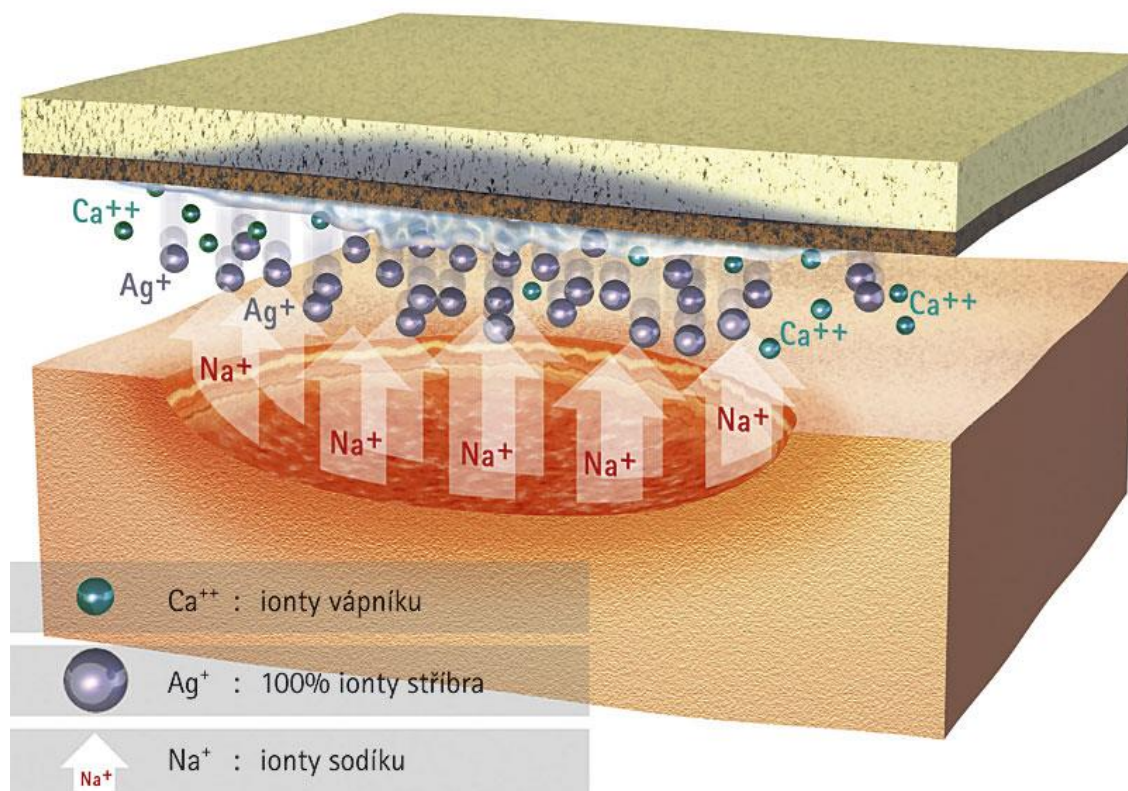
Příklady:

- NASIL TEKUTÉ MÝDLO OBSAHUJÍCÍ NANO STŘÍBRO 500ML
- PROTIPLÍŠŇOVÝ ZÁSYP NA NOHY S NANO STŘÍBREM ANSILVER® 120ML
- KRÉM NA RUCE SILVER S NANO STŘÍBREM 100ML
- BASIC 30 KRÉM PRO ATOPIKY 200ML
- PHARMEDIS KRÉM NA CHODIDLA NANOSTŘÍBRO A UREA 50ML



KRÉM NA RUCE SILVER S NANO STŘÍBREM 100ML
KRÉM NA RUCE SILVER S NANO STŘÍBREM 100MLZačátek formuláře

4. 5. Obvazový materiál



Koloidní stříbro usnadňuje rychlé hojení ran na těle, může být aplikováno na popáleniny, omrzliny, proleženiny a jiné poškození kůže. Zabíjí bakterie, které způsobují mokvání ran, rovněž povzbuzuje organismus a urychluje regeneraci poškozené tkáně. Tyto vlastnosti vybízí na aplikaci v oblasti obvazového užití.

Stříbro je výhodné antiseptikum zvláště na mokvajících popáleninách je stříbrná sůl sulfadiazinu (preparát Dermazin)

4. 6. Stříbro a antibiotika

Ztrátu účinnosti antibiotik se nezabývají jen farmaceutické firmy a medicínská pracoviště. Je to varování před fatálními důsledky. Jsou obavy, že bakterie se stanou proti starým i novým antibiotikům rezistentní. Problémem se ztrátou účinnosti a proč vlastně nezabírají si také z části zavinil celý aplikační systém. Antibiotika byla mnohdy podávána živelně bez předchozích

zjištění, jestli se jedná o bakteriální nebo virovou infekci. A ke všemu se antibiotika se začala dávat hospodářským zvířatům jako preventivní ochrana před nákazami, které se mohou ve velkochovech rychle šířit. Z dosud ne zcela jasných příčin zvířata, která dostávají antibiotika, také více nabývají na hmotnosti. Problém odolnosti vůči antibiotikům se stal nejen odborným, ale také ekonomickým. Vyvinout a také vyzkoušet nový lék je nesmírně drahé. U antibiotik farmaceutickým firmám hrozí, že se brzy po uvedení na trh, že se stanou bakterie proti nim rezistentní, takže lék přestane fungovat, aniž by na sebe vydělal. Zcela nová třída nebyla objevena už 40 let. Významný krok pro řešení stoupající odolnosti bakterií vůči léčbě antibiotiky, učinili vědci lékařské a přírodovědecké univerzity Palackého. Prokázali, že účinnost antibiotik zvyšuje přidání sloučeniny stříbra, případně mikročástic či nanočástic tohoto kovu. Antibiotika v kombinaci se stříbrem se pak můžou používat v nižších dávkách a účinnosti i na bakterie, které byly dříve na antibiotika rezistentní.

4. 7. Nežádoucí účinky

Agryrie – je poměrně vzácné onemocnění, při kterém je postižena kůže a sliznice v důsledku dlouhodobého nadměrného užívání stříbra a jeho následné bioakumulace v organismu. Dochází zde k trvalé změně zabarvení pokožky na namodralou až šedou barvu.



5. Úprava vody a bakteriální kontaminace

5. 1. Důlní vody a jejich kvalita v Táboře

Nejstarší zprávy o dolování stříbra na jih od dnešního Tábora pocházejí z počátku 13. století. Největšího rozmachu nabylo dolování v 16. století, bylo otevřeno několik šachet – Boží Důl a Vinohradský důl. V letech 1549-1572 byla nákladem 30 000 zlatých vybudována odvodňovací dědičná štola sv. Jana Nepomuckého, dlouhá 1800 metrů a měla vyústění nedaleko dnešních čelákovických lázní, do kterých byla vedena voda dřevěným potrubím. Jsou potvrzovány léčivé účinky této vody na lidský organismus. Tento pramen společně s pramenem Eleonory byl důležitý zejména v letech 1679-1680, kdy v Čechách řádila morová epidemie. Lidé si chodili pro vodu vytékající z těchto pramenů, jelikož byla bezpečná před nákazou. Význam těchto pramenů přetrvával až do 20. století. Byla hojně navštěvovaná už z toho důvodu, že tábořský potrubní systém využíval jen užitkovou vodu a chlorace byla zavedena až v roce 1932.



Poloha pramenišť na historické vedutě města Tábora z roku 1621

5. 2. Pramen sv. Jana Nepomuckého a sv. Eleonory

Pramen sv. Eleonory se nachází ve spodní části oblasti, kde se těžilo po dobu 600 let stříbro. Pramen byl hojně využíván ještě zcela nedávno. Po zavedení a užití balených vod jeho význam ustoupil. Pramen je středně mineralizován – 464 mg rozpuštěných látek na litr.

Pramen sv. Jana Nepomuckého dodnes stahuje důlní vodu z bývalé odvodňovací štolky. na důlním systému se nacházely čtyři hlavní šachty. V roce 1873 byla těžba stříbra zastavena a doly zůstaly nevytěženy.

V laboratoři jsem ověřila, viz laboratorní protokol, že pramen sv. Jana Nepomuckého obsahuje 640 mg/l rozpuštěných minerálních látek. Pro srovnání uvádím, že minerální voda Magnesia má 780 mg/l a minerální voda Korunní má 560 mg/l. Mikrobiologický rozbor ukázal, že při mikrobiologické kultivaci v počtu kolonií jsou vykazovány hodnoty, které jsou v souladu s předpisy pro nezávadnou vodu u obou pramenišť.

Vliv stříbra na kvalitu obou pramenišť je zcela patrný a kvalita vydržela zřejmě několik století.





Historická mapa odvodňovacího systému stříbrných dolů – štola sv. J. Nepomuckého s vyústěním do prameniště, které existuje dodnes. Výkres pochází ze začátku 19. století.

Mikrobiologický rozbor počty kolonií

Porovnání výsledků vzorků pitné vody s limity

(dle vyhlášky MZd. č.252/2004 Sb. v platném znění)

Číslo vzorku	Datum odběru	Popis
38185	19.12.2016	Tábor, Pramen Sv. Eleonory
38186	19.12.2016	Tábor, Sv.J. Nepomuckého - prameniště

Stanovení	Jednotka	Limit	38185	38186
Počty kolonií při 36°C	KTJ/100ml		3	10
Počty kolonií při 22°C	KTJ/100ml		7	144

Výsledky rozborů jsou tyto: Povolené limity pro zdroje jsou: Veřejné zdroje (limity)

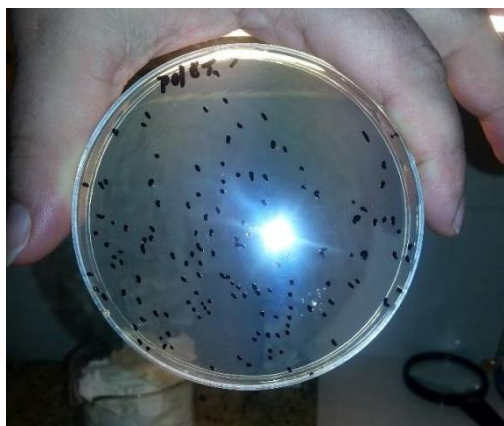
Počty kolonií při 36 °C – max. 40

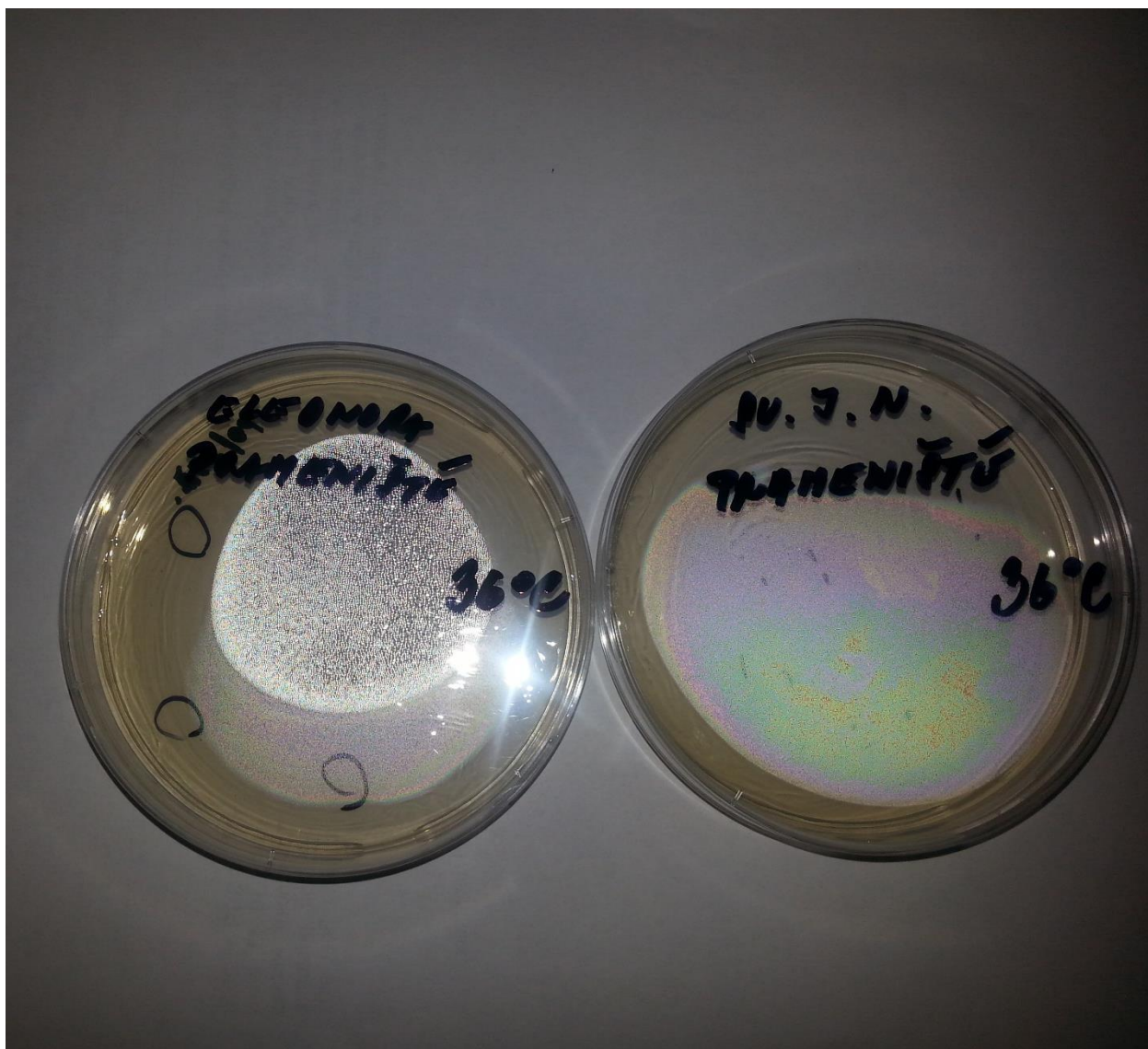
Počty kolonií při 22 °C – max. 200

Soukromé zdroje (limity)

Počty kolonií při 36 °C – max. 100

Počty kolonií při 22 °C – max. 500





5. 3. Souvislost s epidemiemi

Epidemie s velkým procentem úmrtnosti byly zaznamenány i v Jižních Čechách, také Tábořsko (1679-1680). Obyvatelstvo vyhledávalo intuitivně zdroje vody „s uzdravujícími účinky“. K těmto pramenům patřily oba dva zmíněné prameny, které byly využívány až do 20. století. A vytékaly ze stříbrných dolů, kde se tato voda dostávala do styku s kovovým stříbrem. Ve středověku, v období morových nákaz, dávali bohatí měšťané lízat svým dětem stříbrné lžíce, aby je tak ochránili před touto smrtelnou nemocí.

5. 4. Kosmický výzkum

Stříbro se používá ve vesmírné stanici ISS a to jeho nanočástice na pokrytí nejrůznějších materiálů kvůli desinfekčním účinkům. Pro zajímavost uvádím, že Rusové na ISS mají oddělený systém recyklace vody. Jejich voda používá k čištění stříbro a je vysoce mineralizovaná, kdežto voda americká používá jód a mineralizovaná je méně.



ISS

6. Laboratorní postupy



Ověření vlivu kovového stříbra – kovová historická mince viz. obrázek na kvalitu vody

Délka expozice: 30 dnů

Bakteriologický výsledek: viz tabulka

Objem vzorku: 100 ml

Výsledek: Vliv stříbra na stabilitu vody je patrný

Číslo vzorku	Datum odběru	Popis		
38183	10.10.2016	Vzorek bez stříbrné mince		
38184	10.10.2016	Vzorek se stříbrnou mincí		
Stanovení	Jednotka	Limit	38183	38184
Koliformní bakterie	KTJ/100ml		0	0
Escherichia coli	KTJ/100ml		0	0



Historická mince



Příprava vzorků a vzorky po kultivaci



Vakuová filtrace a termostat



Měření vodivosti – konduktoskop Hanna

Laboratorní protokol chemická laboratoř TSG

Laboratorní rozbor na téma: ověření vlivu stříbra na trvanlivost mléka

Metoda: sledování skutečné kyselosti mléka /pH/

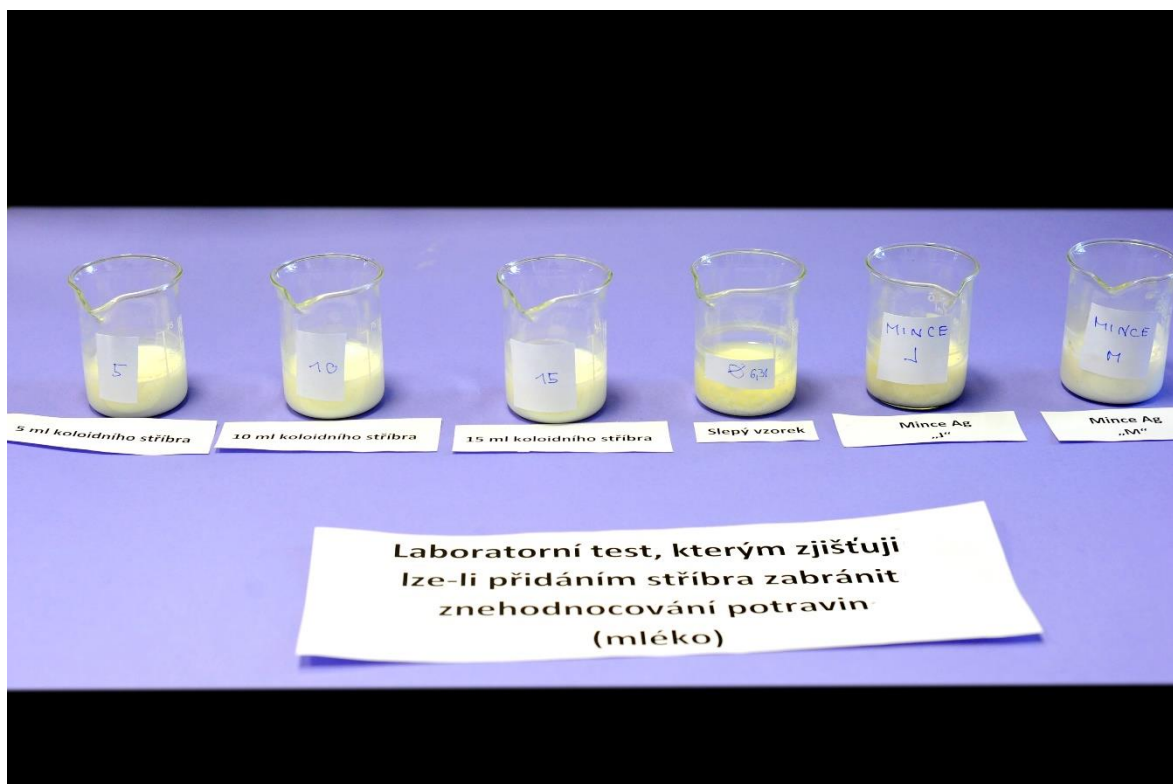
- 1.Čerstvě nadojený vzorek
- 2.Počet sledovaných vzorků 7 (50ml)
- 3.Agens-koloidní stříbro Ag100, hustota:10ppm
- 4.Ag mince „J“- průměr mince: 40 mm
- 5.Ag mince „M“- průměr mince: 34 mm
- 6.pH metr-HANNA
- 7.Expozice vždy 24hod
- 8.Teplota vzorků 20,5st.

Ph

1	Mléko (1.) – slepý vzorek bez Ag	7,53
2	Mléko (1.) + 5 ml Ag koloid	5,59
3	Mléko(1.) + 10 ml Ag koloid	5,61
4	Mléko (1.) + 15 ml Ag koloid	5,60
5	Mléko (1.) + Ag mince „J“	5,51
6	Mléko (1.) + Ag mince „M“	5,70

Diskuze výsledků

- a) U všech vzorků došlo již po 24 hodinách k oddělování kaseinu od sýrové bílkoviny (syrovátka).
 - b) Patrný pokles pH byl zaznamenán
 - c) U vzorku číslo 6 oproti ostatním vzorkům je pokles nižší o cca jednu desetinu pH
- Významný ochranný vliv na trvanlivost mléka se nepodařilo prokázat.



Laboratorní testace mléka

7. Závěr

Průzkumem podkladů o baktericidním účinku stříbra jsem se pokusila zjistit skutečnou pozici a uplatitelnost jak kovového stříbra, tak stříbrných iontů v oblasti hygienizaci vody, farmacii a medicíně. Z historických zkušeností a podkladů lze zřejmě odvodit, že oligodynamický princip při hygienizaci vody a ochraně vodních zdrojů je možný. Původní zdroje také poukazují, že lze zvýšit trvanlivost např. mléka. Laboratorním postupem jsem zjistila, že oligodynamický na vliv na složitější biologické materiály (mléko) je z hlediska trvanlivosti nevýznamný. O stříbro se zabývá nejen medicína, ale i kosmický výzkum. Má tedy velkou možnou budoucnost.

8. Zdroje

8. 1. Publikace a knižní zdroje

- Praescriptiones Magistrales, Kol. Aut.
- Anorganická chemie dr. Heinrich Remy I. + II.
- Dolování na horách Táborských – Richard Hrdlička
- Ing. Jan Komzák
- Lékařský slovník
- Ing. Ondřej Šváb

8. 2. Elektronické zdroje

- <https://cs.wikipedia.org/wiki/Antiseptikum>
- <http://braunoviny.bbraun.cz/klinicke-pouziti-moderniho-obvazu-s-ionty-stribra-askinaz-calgitrol-ag>
- <http://www.nanostrebro.cz/nano-kosmetika/>
- <https://cs.wikipedia.org/wiki/St%C5%99%C3%ADbro>
- <https://cs.wikipedia.org/wiki/Amalg%C3%A1my>
- <http://www.sys-i-fos.estranky.cz/clanky/male-nepravdy/koloidni-strebro.html>
- <http://www.traumapet.cz/pro-veterinare/antimikrobni-ucinky-stribra/>
- https://cs.wikipedia.org/wiki/Morov%C3%A9_epidemie_v_%C4%8Cesk%C3%BDch_zem%C3%ADch
- <http://www.koloidnistrebro.eu/koloidni-strebro-a-argyrie/>