

ŠOLSKI CENTER VELENJE
GIMNAZIJA VELENJE
TRG MLADOSTI 3, 3320 VELENJE

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

**KOLOIDNO SREBRO NA PREIZKUŠNJI V
ŠOLSKEM BIOLOŠKEM LABORATORIJU**

Tematsko področje: BIOLOGIJA

Avtorica:
Živa Zager, 3. letnik

Mentorica:
Irena Štimac, univ. dipl. biol.

Velenje 2014

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Gimnaziji Velenje.

Mentorica: Irena Štimac, univ. dipl. biol.

Lektorica: Andreja Gumzej, prof.

Datum predstavitve: marec 2014

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

KG koloidno srebro/ naravni antibiotik/ baktericidnost/ fungicidnost/ konzervans

AV ZAGER, Živa

SA ŠTIMAC, Irena

KZ 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

ZA ŠCV, Gimnazija Velenje

LI 2014

IN KOLOIDNO SREBRO NA PREIZKUŠNJI V ŠOLSKEM BIOLOŠKEM LABORATORIJU.

TD Raziskovalna naloga

OP VI, 63 s., 16 tab., 43 sl., 12 ref.

IJ SL

JI sl / en

AI V zadnjem času se za zdravstvene preventivne namene in zdravljenje poleg farmacevtskih izdelkov na trgu pojavlja še mnogo drugih izdelkov. Med njimi je tudi koloidno srebro, ki ga propagirajo kot čudežno naravno zdravilo za raznovrstne zdravstvene težave. V raziskovalni nalogi smo uporabili metode dela, ki jih lahko izvedemo v šolskem biološkem laboratoriju. Preverjali smo baktericidnost in fungicidnost koloidnega srebra, njegove vplive na rastlinske in živalske celice, na celično delitev, selektivno delovanje na nekoristne bakterije in njihove encime ter kako se obnese kot konzervans. Dobljeni protimikrobni rezultati nakazujejo učinkovanje koloidnega srebra, a so učinki manjši v primerjavi z drugimi kemičnimi sredstvi. Učinkuje na glive kvasovke, ki v kratkem času propadejo, prav tako na probiotike in ne vpliva na delovanje encima. V primerni razredčitvi deluje na delitev celic koreninskega rastnega vršička sprva pospeševalno, kasneje zaviralno. Ugotovitve raziskovalnega dela težko prenesemo na možnost uporabe za ohranjanje zdravja in zdravljenje. Uporabnikom le predlagamo opreznost, predvsem pri samozdravljenju.

KEY WORD DOCUMENTATION

KG colloidal silver/ natural antibiotic/ antibacterial effect/ antifungal effect/ preservative

AV ZAGER, Živa

SA ŠTIMAC, Irena

KZ 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

ZA ŠCV, Gimnazija Velenje

LI 2014

IN COLLOIDAL SILVER ON A TEST IN A SCHOOL SCIENCE LABORATORY

TD Research work

OP VI, 63 s., 16 tab., 43 sl., 12 ref.

IJ SL

JI sl / en

AI Recently we have been able to come across many different products for preventive measures and healthcare, apart from the ones sold by pharmaceutical companies. Among them there is also a product advertised as a magic natural drug for many different health issues, called colloidal silver. In our research work, we have used methods that can be performed in a school science lab. We checked for antibacterial and antifungal properties in colloidal silver, its influences on animal and plant cells, on cell division, selective effect on non-beneficial bacteria and their enzymes and also its effectiveness as a preservative. The results indicate antibacterial activity, though it is smaller compared to other chemical agents. Colloidal silver affects yeast fungi that perish after a contact with it, it also has effects on probiotic bacteria but doesn't affect the function of enzymes. In proper dilution, colloidal silver acts on division of cells from the root growing tip, initially acceleratory, then inhibitory. The findings of our research work are hardly reliable for colloidal silver to be used for healthcare and treatment. We advise consumers to act with utmost caution, especially when it comes to self treatment involving colloidal silver.

Kazalo vsebine

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	II
KEY WORD DOCUMENTATION	III
KAZALO VSEBINE.....	IV
KAZALO TABEL.....	VI
KAZALO SLIK.....	VII
SEZNAM OKRAJŠAV.....	IX
1 UVOD.....	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 KOLOIDNO SREBRO.....	2
2.1.1 Koloid.....	2
2.1.2 Pridobivanje koloidnega srebra in kriteriji kakovosti.....	3
2.1.3 Uporaba srebra v različnih izdelkih.....	4
2.1.4 Zgodovinski pregled uporabe srebra.....	5
2.1.5 Uporaba koloidnega srebra po navedbah proizvajalcev.....	6
2.1.6 Učinki in delovanje koloidnega srebra.....	8
2.1.6.1 Bakterije in glive.....	8
2.1.6.2 Rastlinske in živalske celice.....	9
2.1.7 Stroka o koloidnem srebru.....	10
3 METODE DELA.....	12
3.1 ASEPTIČNA PRIPRAVA DELOVNE POVRŠINE IN MATERIALA TER PRAVILA ASEPTIČNEGA DELA	12
3.2 KONZERVANS	12
3.3 IZOLACIJA ČISTE KULTURE	13
3.3.1 Postopek izolacije čiste kulture	13
3.3.2 Izolacija čiste kulture iz brisa ustne sluznice.....	14
3.3.3 Izolacija čiste kulture iz brisa tipkovnice	14
3.3.4 Izolacija čiste kulture iz brisa dlani.....	15
3.3.5 Izolacija čiste kulture iz mleka in vode.....	15
3.4 DIFUZIJSKI ANTIBIOGRAM.....	16
3.5 VPLIV NA FERMENTACIJO PROBIOTIKOV	18
3.6 BARVANJE BAKTERIJ PO GRAMU	20
3.7 KATALAZNI TEST.....	21
3.8 UGOTAVLJANJE VPLIVA NA GLIVE.....	23
3.9 MIKROSKOPIRANJE Z IMERZIJO.....	24
3.10 ČEBULNI TEST	24
3.10.1 Mečkanec.....	26
3.11 OPAZOVANJE RASTLINSKIH IN ŽIVALSKIH CELIC	27
4 REZULTATI.....	29
4.1 KOLOIDNO SREBRO KOT KONZERVANS	30

4.2 BAKTERICIDNO DELOVANJE KOLOIDNEGA SREBRA	31
4.2.1 Antibiogram za bris ustne sluznice	31
4.2.2 Antibiogram za bris dlani	33
4.2.3 Antibiogram za bris tipkovnice	35
4.2.4 Antibiogram z bakterijo iz mleka s koloidnim srebrom	36
4.2.5 Antibiogram bakterije iz vode s koloidnim srebrom	37
4.2.6 Antibiogram bakterij iz vode	38
4.3 VPLIV NA FERMENTACIJO PROBIOTIKOV	39
4.4 VPLIV NA ENCIM KATALAZO	39
4.5 MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI UPORABLJENIH BAKTERIJ	40
4.6 FUNGICIDNO DELOVANJE KOLOIDNEGA SREBRA	42
4.7 REZULTATI ČEBULNEGA TESTA	43
4.8 VPLIV NA RASTLINSKE IN ŽIVALSKÉ CELICE	48
5 DISKUSIJA	52
6 ZAKLJUČEK	59
7 POVZETEK	60
8 ZAHVALA	61
9 LITERATURA	62

Kazalo tabel

TABELA 1: ANTIBIOGRAM BRISA USTNE SLUZNICE.....	17
TABELA 2: ANTIBIOGRAM BRISA DLANI.	17
TABELA 3: ANTIBIOGRAM BRISA TIPKOVNICE.....	17
TABELA 4: ANTIBIOGRAM BAKTERIJ IZ VODE, MLEKA IN MLEKA S KOLOIDNIM SREBROM.....	18
TABELA 5: LEGENDA HITROST REAKCIJE PRI KATALAZNEM TESTU.	22
TABELA 6: UČINEK SNOVI NA BAKTERIJO IZ USTNE SLUZNICE (KRVNI AGAR).	32
TABELA 7: UČINEK SNOVI NA BAKTERIJO IZ USTNE SLUZNICE PO IZPIRANJU S KOLOIDNIM SREBROM.....	32
TABELA 8: UČINEK SNOVI NA OKER KOLONIJO BAKTERIJE IZ BRISA DLANI.....	33
TABELA 9: UČINEK SNOVI NA RUMENO KOLONIJO IZ BRISA DLANI.....	34
TABELA 10: UČINEK SNOVI NA BAKTERIJO IZ MLEKA S KOLOIDNIM SREBROM.....	36
TABELA 11: UČINEK SNOVI NA BAKTERIJO IZ VODE S KOLOIDNIM SREBROM.....	37
TABELA 12: UČINEK SNOVI NA BAKTERIJO IZ VODE.....	38
TABELA 13: KOTROLNI KATALAZNI TEST	39
TABELA 14: DELOVANJE KATALAZE V RAZLIČNIH ČASOVNIH OBDOBJIH V POSKUSIH Z BAKTERIJAMI.....	40
TABELA 15: DELOVANJE KATALAZE V RAZLIČNIH ČASOVNIH OBDOBJIH V POSKUSIH Z JETRI.....	40
TABELA 16: MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI BAKTERIJ.	41

Kazalo slik

SLIKA 1: GENERATOR ZA DOMAČO IZDELAVO KOLOIDNEGA SREBRA (FOTO: ČLANEK..., 2014).	3
SLIKA 2: IZOLIRANJE BAKTERIJ IZ VODE IN MLEKA (FOTO: I. ŠTIMAC).	13
SLIKA 3: IZOLACIJA ČISTE KULTURE (FOTO: Ž. ZAGER).	14
SLIKA 4: NANAŠANJE DISKOV NA DIFUZIJSKI ANTIBIOGRAM (FOTO: I. ŠTIMAC).	18
SLIKA 5: SEGREVANJE MLEKA NA 40 °C (FOTO: I. ŠTIMAC).	19
SLIKA 6: BARVANJE PO GRAMU (FOTO: I.ŠTIMAC).	21
SLIKA 7: TESTIRANJE PRISOTNOSTI KATALAZE (FOTO: Ž. ZAGER).	22
SLIKA 8: PRIMER POZITIVNEGA TESTA (FOTO: Ž. ZAGER).	23
SLIKA 9: ČEBULICA S POLOVICO KORENINIC V VODI IN POLOVICO V RAZREDČINI KOLOIDNEGA SREBRA IN VODE (FOTO: Ž. ZAGER).	26
SLIKA 10: KONTROLNO GOJIŠČE (FOTO: Ž. ZAGER).	29
SLIKA 11: MLEKO S KOLOIDNIM SREBROM IN MLEKO BREZ KOLOIDNEGA SREBRA PO 14 DNEH NA SOBNI TEMPERATURI (FOTO: Ž. ZAGER).	30
SLIKA 12: MLEKO BREZ KOLOIDNEGA SREBRA (LEVO) IN MLEKO S KOLOIDNIM SREBROM (DESNO) PO 14 DNEH V HLADILNIKU (FOTO: Ž. ZAGER).	30
SLIKA 13: ANTIBIOGRAM BRISA USTNE SLUZNICE NA KRVNEM AGARJU (FOTO: Ž. ZAGER).	31
SLIKA 14: ANTIBIOGRAM BRISA USTNE SLUZNICE PO IZPIRANJU S KOLOIDNIM SREBROM (FOTO: Ž. ZAGER).	32
SLIKA 15: ANTIBIOGRAM BRISA DLANI – OKER KOLONIJA (FOTO: Ž. ZAGER).	33
SLIKA 16: ANTIBIOGRAM BRISA DLANI, RUMENA KOLONIJA (FOTO: Ž. ZAGER).	34
SLIKA 17: ANTIBIOGRAM Z BAKTERIJO IZ BRISA TIPKOVNICE (FOTO: Ž. ZAGER).	35
SLIKA 18: ANTIBIOGRAM Z BAKTERIJO IZ MLEKA S KOLOIDNIM SREBROM (FOTO: Ž. ZAGER).	36
SLIKA 19: ANTIBIOGRAM BAKTERIJE IZ VODE S KOLOIDNIM SREBROM (FOTO: Ž. ZAGER).	37
SLIKA 20: ANTIBIOGRAM BAKTERIJ IZ VODE (FOTO: Ž. ZAGER).	38
SLIKA 21: JOGURTI Z RAZLIČNIMI KONCENTRACIJAMI KOLOIDNEGA SREBRA (FOTO: Ž. ZAGER).	39
SLIKA 22: PRIMER KOKOV - BRIS DLANI, OKER KOLONIJA, 1000-KRATNA POVEČAVA (FOTO: Ž. ZAGER, MIKROSKOP LEICA).	41
SLIKA 23: PRIMER BACILOV - BRIS DLANI, RUMENA KOLONIJA, 1000-KRATNA POVEČAVA (FOTO: Ž. ZAGER, MIKROSKOP LEICA).	42
SLIKA 24: AKTIVNE GLIVE, 100-KRATNA POVEČAVA (FOTO: Ž. ZAGER).	42
SLIKA 25: GLIVE PO ENI URI V KOLOIDNEM SREBRU, 100-KRATNA POVEČAVA (FOTO: Ž. ZAGER).	43
SLIKA 26: ČEBULICI V KOLOIDNEM SREBRU IN VODI (FOTO: Ž. ZAGER). SLIKA 27: ČEBULICA S POLOVICO UNIČENIH KORENINIC (FOTO: Ž. ZAGER).	43
SLIKA 28: KORENINICE ČEBULIC PO TREH DNEH (FOTO: Ž. ZAGER).	44
SLIKA 29: ČEBULICI Z RAZDELJENIMI KORENINICAMI (FOTO: Ž. ZAGER).	44
SLIKA 30: KORENINICE PO TREH DNEH (FOTO: Ž. ZAGER).	45
SLIKA 31 IN SLIKA 32: JEDRA CELIC ČEBULICE IZ RAZREDČINE, 400-KRATNA POVEČAVA (FOTO: Ž. ZAGER, MIKROSKOP LEICA).	45
SLIKA 33: JEDRA CELIC ČEBULICE IZ VODE, 400-KRATNA POVEČAVA (FOTO: Ž. ZAGER, MIKROSKOP LEICA).	46
SLIKA 34: ČEBULICI PO ENEM DNEVU OD REZANJA KORENINIC (FOTO: Ž. ZAGER).	46
SLIKA 35 IN SLIKA 36: JEDRA CELIC IZ KORENINIC, ZRASLIH PO REZANJU (FOTO: Ž. ZAGER, MIKROSKOP LEICA).	47
SLIKA 37: CELICE POVRHNJICE LUSKOLISTA RDEČE ČEBULE, 100-KRATNA POVEČAVA (FOTO: Ž. ZAGER).	48
SLIKA 38: CELICE POVRHNJICE LUSKOLISTA RDEČE ČEBULE PO ENI URI V KOLOIDNEM SREBRU, 100-KRATNA POVEČAVA (FOTO: Ž. ZAGER).	48
SLIKA 39: OBARVAN PREPARAT CELIC POVRHNJICE LUSKOLISTA RDEČE ČEBULICE, KI JE USPEVALA V VODI, 400-KRATNA POVEČAVA (FOTO: Ž. ZAGER).	49
SLIKA 40: OBARVAN PREPARAT CELIC POVRHNJICE LUSKOLISTA RDEČE ČEBULICE, KI JE USPEVALA V KOLOIDNEM SREBRU, 400-KRATNA POVEČAVA (FOTO: Ž. ZAGER).	49

SLIKA 41: CELICA USTNE SLUZNICE, KI NI BILA V KOLOIDNEM SREBRU, 400-KRATNA POVEČAVA (FOTO: Ž. ZAGER).	50
SLIKA 42: CELICA USTNE SLUZNICE, KI JE BILA V KOLOIDNEM SREBRU, 400-KRATNA POVEČAVA (FOTO: Ž. ZAGER).	50
SLIKA 43: ŽIVALSKÉ CELICE PO TRETIRANJU S KOLOIDNIM SREBROM, 100-KRATNA POVEČAVA (FOTO: Ž. ZAGER).	51

Seznam okrajšav

G+ po Gramu pozitivne bakterije

G- po Gramu negativne bakterije

npr. na primer

oz. oziroma

ppm parts per milion

1 UVOD

V zadnjem času se za zdravstvene preventivne namene in zdravljenje poleg farmacevtskih izdelkov na trgu pojavlja še mnogo drugih izdelkov. Med njimi je tudi koloidno srebro, ki ga propagirajo kot čudežno naravno zdravilo za raznovrstne zdravstvene težave, predvsem pa kot naravni antibiotik.

Mnogi sicer menijo, da je koloidno srebro odkritje današnjega časa, vendar naj bi njegove učinke poznali že več tisoč let nazaj. Že prababice so dale srebrni kovanec v mleko, da se poleti na verandi ni pokvarilo. Znano je, da so že stari Grki poznali njegovo medicinsko vrednost. Člani družin, ki so jedli iz srebrnih posod, so le redko obolevali in pri njih se vnetja niso pogosto pojavljala. Tako naj bi se koloidno srebro uporabljalo tudi v medicini za številna obolenja in tudi kot razkužilo vse do odkritja antibiotikov. Z razvojem farmacevtske industrije pa je utonilo v pozabo. Z duhovnim razvojem človeštva in ozaveščanjem o zdravilni moči narave pa koloidno srebro znova postaja zanimivo.

Z raziskovalnim delom želim preveriti, če velja verjeti proizvajalcem in zagovornikom uporabe koloidnega srebra to, kar pravijo o učinkih in smotrnosti uporabe koloidnega srebra. Za to bom s poskusi v šolskem biološkem laboratoriju preizkušala protimikrobno učinkovanje in vplive koloidnega srebra na celice in njihovo delitev. V poskusih bom uporabila koloidno srebro, ki sem ga kupila v spletni trgovini proizvajalca, ki me je najbolj prepričal o kakovosti izdelka. Uporabljeno koloidno srebro je vsebovalo delce srebra v koncentraciji 15 ppm.

Na podlagi virov sem postavila naslednje hipoteze:

- ~ Mleko in voda z dodanim koloidnim srebrom sta obstojnejša kot mleko in voda brez dodatka.
- ~ Koloidno srebro je dobro dezinfekcijsko sredstvo.
- ~ Fermentacijske sposobnosti probiotikov se po dodatku koloidnega srebra ne bodo spremenile.
- ~ Koloidno srebro uničuje bakterijski encim katalazo, katalaze iz jeter pa ne.
- ~ Kvasovke bodo po dodatku koloidnega srebra propadle.
- ~ Koloidno srebro vpliva na celično delitev.
- ~ Koloidno srebro vpliva na osmotske procese celic.

2 PREGLED OBJAV

2.1 KOLOIDNO SREBRO

Koloidno srebro je koloidna raztopina srebra v koncentraciji 10 - 25 ppm (25 delcev srebra na milijon delcev vode). Koloidni delci srebra čistote 99,99 % in premera 0,0001 mikrona so razpršeni v deionizirani vodi. Gre torej za tekočino, v kateri so delčki srebra zelo majhne velikosti pozitivno nabiti in se zato med seboj odbijajo. Delčki srebra tako ostanejo kljub gravitaciji v tekočini enakomerno razporejeni in se ne posedejo na dno. Koloidno srebro je primer liofobnega koloida, pri katerem je stabilnost v glavnem posledica naboja koloidnih delcev (Koloidno..., 2013). Naboj pa se kot pri bateriji sčasoma izgubi predvsem zaradi vpliva svetlobe. Zato koloidno srebro vedno hranimo zaščiteno pred svetlobo.

Pri majhnih delcih, kot so koloidi, pa je na delu še ena sila, ki preprečuje usedanje. Ta sila se imenuje Brownovo gibanje. Škotski botanik Robert Brown (1773 - 1858) je opazil in leta 1827 prvič opisal, da se najmanjši delci v tekočinah nenehno premikajo. Tako vedno znova trčijo drug ob drugega, kar preprečuje, da bi potonili na tla in se tam usedali. Brownovo gibanje se pojavlja le pri delcih, ki so manjši od enega mikrometra. Kljub temu pa moramo koloidno srebro pred uporabo vedno rahlo pretresti, da zagotovimo optimalno porazdelitev delcev.

2.1.1 Koloid

Termin koloid poznamo bolj slabo, čeprav se s koloidi srečujemo dnevno oz. celotno naše življenje temelji na koloidih. Brez njih ne bi bilo življenja, saj vsi življenjski procesi v celicah, gradnikih živih bitij, temeljijo na koloidnih stanjih. Koloíd (grško kólla - klej + eĩdos - lik, videz) je snov, dispergirana v drugi snovi (disperznem sredstvu) tako, da so delci prve snovi veliki od 1 nm do 1 μ m (Koloid, 2014). Koloidi so tudi npr. sveže stisnjen pomarančni sok, pralna sredstva, premazi za filme ter dim in megla.

V znanstvenem smislu govorimo o koloidnem sistemu takrat, ko so izpolnjeni naslednji trije pogoji:

1. Prisotni so različni sestavni deli, na primer srebro in voda.
2. Sestavni deli pripadajo različnim fazam, na primer tekoče/trdno ali plinasto/tekoče.

3. Delci niso topni. Govorimo tudi o liofobnih raztopinah (lio = raztopiti in phobos = strah).

Koloidi so torej heterogeni, večfazni in netopni. Koloidni delci ne spremenijo fizikalnih lastnosti suspenzijskega sredstva (tališče ali vrelišče). Srebrovi delci, ki so v koloidnem srebru, se v vodi torej ne topijo, temveč suspendirajo (Pies, 2010).

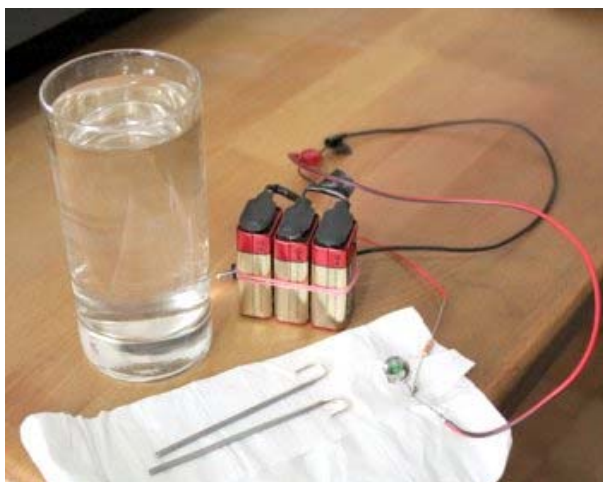
2.1.2 Pridobivanje koloidnega srebra in kriteriji kakovosti

Tako kot pri zdravilih in živilih je pri koloidnem srebru pomembna kakovost. Ta je med drugim odvisna od metode pridobivanja in skladiščenja.

Preprosta metoda, s katero ugotovimo, ali imamo opraviti s koloidom, temelji na Tyndallovem učinku. Delci v koloidnih tekočinah, naj bodo čiste ali motne, se umaknejo svetlobi. Če torej skozi koloidno tekočino pošljemo žarek svetlobe, se, če gledamo od strani, jasno izoblikuje fin mlečni trak (Pies, 2010).

Koloidno srebro svojo učinkovitost ohrani približno tri mesece. Hranimo ga v pobarvanih steklenih posodah na hladnem. Ne postavljamo ga v hladilnik, ker se lahko srebro izkosmiči (Pies, 2010).

Različne ponudbe koloidnega srebra na spletu se razlikujejo po proizvajalcih. Ti imajo različne metode pridobivanja, zato kako koloidno srebro ni tako kakovostno in s tem učinkovito. Nekateri uporabniki zato uporabljajo doma narejeno koloidno srebro, ki ga izdelajo s posebnim generatorjem, ki ga je moč dobiti tudi na spletu.



Slika 1: Generator za domačo izdelavo koloidnega srebra (Foto: Članek..., 2014).

Koloidno srebro se izdeluje z elektrolizo. To je postopek, v katerem se dve elektrodi vežeta na istosmerni vir električnega toka, kar povzroča reakcijo elektrolita (v tem primeru destilirane vode) in srebrnih elektrod. Z njih se sproščajo majhni pozitivno in negativno nabiti delčki, ki potujejo na drugo elektrodo. Elektrokemijska reakcija proizvaja pozitivno nabite ione Ag^+ na anodi, medtem ko se na katodi ustvarjajo negativno nabiti delčki hidroksida OH^- iz molekul vode. Preostali nevtralni vodikov atom pa kot plin uhaja v atmosfero. Majhni delčki srebra v ionski obliki lahko reagirajo med sabo na poti do nasprotne elektrode, lahko reagirajo tudi z nečistočami minerali v destilirani vodi. Zaradi tega je nujno, da je destilirana voda neoporečna (brez kakršnih koli primesi), da bi se preprečil nastanek spojin srebra s temi nečistočami, predvsem AgNO_3 in AgCl .

Cilj je dobiti ionsko koloidno raztopino s čim večjim številom ionov (majhnih delčkov reda veličine 0,001 mikrona) ter čim manjšim številom AgOH in drugih večjih molekul. Koncentracijo ionov v raztopini izražamo v parts per milion (ppm) - število delcev srebra na milijon delov vode. Običajno v domači izdelavi dosežejo koncentracije do 5 ppm.

2.1.3 Uporaba srebra v različnih izdelkih

Zadnja leta se na trgu pojavljajo vedno novi patenti, ki bodisi temeljijo na koloidnem srebru bodisi ga vsaj vključujejo. Nanašajo se na različne možnosti uporabe. Med patente sodijo npr. antistatične politure, dezinfekcijska sredstva in metode, proizvodi za dializo krvi, sredstva za rast las, površinski premazi, proizvodi za ustno higieno, generatorji srebra, naprave za pripravo vode, metode za konzerviranje sperme, jajčnih celic in zarodkov v okviru umetne oploditve živali ter žvečilni gumiji in pastile za odvajanje od kajenja (Parker in Parker, 2003). Te novosti delno vsebujejo koloidno srebro, delno elementarno nanosrebro in delno srebrove ione. Podkrepljene so s študijami, ki so prilagojene današnjim znanstvenim standardom, in tako istočasno podpirajo dosedanje izkušnje (Pies, 2010).

Ena izmed zanimivejših uporab srebra se mi zdijo tkanine, ki so prevlečene s srebrom (obleka in posteljnina). Srebrovi delci se s pomočjo posebnega postopka tako dobro usidrajo v mikrovlakna tkanine, da dobro prenesejo celo pranje. Te tkanine pomagajo pri zdravljenju različnih kožnih bolezni. Poleg tkanin pa se pojavljajo tudi izdelki, ki so narejeni iz materialov, prevlečenih s srebrom. Takšni materiali se uporabljajo predvsem za izdelavo izdelkov, v katerih se največkrat nahajajo različne nečistoče in bakterije, npr. straniščne školjke, telefonske slušalke ipd.

Produkti, kot na primer tisti, ki jih kot implantate vstavimo v telo (zobne plombe, kateter, umetni sklepi, kostni cementi in mnogo drugega), so prevlečeni z antibiotiki. Seveda obstaja nevarnost razvoja odpornosti in poleg tega učinkujejo ti premazi le kratek čas. Obeh težav pri koloidnem in nanosrebru ne srečamo. Srebro je v materiale vgrajeno tako, da je antimikrobni učinek večinoma omejen na površino materiala, s tem pa se močno zmanjša nevarnost razvoja odpornosti (Bechert in Steinrucke, 2003). Na univerzitetnih klinikah Erlangen-Nurnberg so ugotovili, da se je stopnja infekcij pri različnih vrstah ran ob uporabi bandaž, prevlečenih z nanosrebrom, zmanjšala za sto odstotkov. Druga podjetja ponujajo tako imenovane hidrokoloidne povoje, ki temeljijo na srebrovi bazi (Pies, 2010). V zadnjem času pa se pojavljajo tudi različne kreme in mazila, ki vsebujejo srebro. Koža naj bi jih dobro prenašala in primerne naj bi bile tudi pri nevrodermitisu.

2.1.4 Zgodovinski pregled uporabe srebra

Srebro je ena izmed devetih žlahtnih kovin, od katerih sta najboljše poznana še zlato in platina. Belo svetlikajoče se, mehko srebro je element z najboljšo električno in termično (toplotno) prevodnostjo in se pojavlja dvajsetkrat pogosteje kot zlato. Srebro je bilo že od nekdaj predmet poželenja in zelo zgodaj so ga začeli uporabljati za izdelavo nakita, namizne posode in novcev.

Srebro je začela uporabljati tudi medicina. Ne le v koloidni obliki se v medicini uporablja že tisočletja. Kitajci so pred več 5500 leti razvili akupunkturo in jo vedno znova izboljševali. Najprej so za akupunkturo uporabljali les in trnje, kasneje pa so ju nadomestili z železnimi, nato pa zlatimi in srebrnimi iglami. Akupunkturisti so ugotovili, da srebro pri tej obliki zdravljenja pomirja (Pies, 2010).

V medicini je že približno tri tisočletja znano, da voda ostane dalj časa pitna, če je shranjena v srebrnih posodah. Ljudje, ki so hrano uživali iz srebrnih posod, so le redko obolevali in pri njih se vnetja niso pogosto pojavljala. To informacijo so uporabili kralji, vladarji, sultani in njihove družine ter člani kraljevih dvorov. Jedli so iz srebrnih krožnikov, pili iz srebrnih čaš, uporabljali srebrne posode in hrano shranjevali v srebrnih zabojih. Zato so se neznatne količine srebra, ki so se odkrušile, primešale hrani. Prva ali druga naslednja generacije je že imela od tega veliko koristi. Ljudje, ki so imeli srebrne delce v telesu, niso pogosto obolevali za nalezljivimi boleznimi.

Člani teh kraljevih družin so se imenovali »modrokrvni«, ker je imela njihova koža modrikast odtenek zaradi akumulacije neznatnih delcev iz čistega kovinskega srebra. Običajni ljudje »rdeče krvi« pa so jedli iz lončenih posod z železnimi pripomočki in so bili zato pogosto bolni. Člani kraljevih družin pa že od rojstva niso obolevali za nalezljivimi boleznimi (Koloidno..., 2013).

Srebro je našlo svoje mesto tudi v ajurvedski medicini, ki je nastala pred približno 2000 leti. V obliki pepela in kot koloidno srebro se uporablja za pomlajevanje ter pri težavah z jetri in vnetjih.

Srebrov nitrat so pri epilepsiji, spolnih boleznih, aknah in vnetjih uporabljali že pred letom 1800, zelo zgodaj pa so za preprečevanje infekcij po operacijah uporabljali srebrno folijo. Konice s srebrovim nitratom (lapis) so uporabljali pri odstranjevanju bradavic in bul. Poleg srebrovega nitrata so med drugim uporabljali tudi srebrov jodid in klorid ter srebrov laktat kot adstringenten in antiseptični agens. Srebrove pripravke v obliki soli pa so zaradi velikega potenciala stranskih učinkov prenehali uporabljati (Pies, 2010).

Tudi naši predniki so praktično izkoriščali antibiotični učinek srebra. Preden smo poznali hladilnike, je bilo poleti skoraj nemogoče dalj časa ohraniti hrano svežo. Da se mleko ne bi prehitro skisalo, so naše babice vanj položile srebrnik. Te metode ohranjanja hrane sveže ni težko razumeti, saj zunanja plast srebrovih atomov takšnega novca reagira z zračnim kisikom in nastane nevidna plast srebrovega oksida. Če srebrnik potopimo v mleko, nekaj srebrovih ionov preide v tekoči medij in uniči mlečnokislinske, ki povzročajo sesirjenje mleka (Pies, 2010).

2.1.5 Uporaba koloidnega srebra po navedbah proizvajalcev

Koloidno srebro naj bi po navedbah proizvajalcev delovalo zoper razne bakterijske in virusne okužbe, herpes, luskavico (psoriza), opekline, oslovski kašelj, rinitis, ture in še mnoge druge bolezni.

Poleg tega obstaja še mnogo drugih pomembnih načinov uporabe. Glede na to, da je koloidno srebro zelo učinkovito dezinfekcijsko sredstvo, se npr. lahko uporablja tudi za čiščenje vode. Številni viri poročajo, da voda, ki je onesnažena z mikrobi, lahko postane pitna z dodatkom dveh ali treh jedilnih žlic koloidnega srebra na 5 litrov vode (Koloidno..., 2013).

Navodila za uporabo koloidnega srebra:

- **Sinusi, oči in ušesa:** Kapljice nanašajte vsakih 15 minut do prvih znakov izboljšanja, potem pa vsako uro do popolnega izboljšanja stanja. Ko dajete kapljice v oči, jih držite zaprte približno 5 minut.
- **Prehlad, gripa in boleče grlo:** Eno veliko žlico pripravka grgate vsako uro, nato pogoltnete. Ponavljate, dokler se stanje ne izboljša.
- **Bolezni kože:** Srebro nanašate neposredno na odprte rane, pike insektov in poškodbe, da preprečite površinske infekcije. Koloidno srebro ne povzroča pekočega občutka na ranah in opeklinah. Antiseptiki pa, prav nasprotno, ob stiku s poškodovanim tkivom uničujejo tudi celice tkiv.
- **Akne:** Obraz si temeljito umijte in štirikrat dnevno sperite z majhno količino koloidnega srebra. V obdobju nastajanja aken s tem preprečite njihov izbruh, tako koža ostane stalno čista.
- **Ekcemi in izpuščaji:** Z vato rahlo vtrite koloidno srebro v prizadeto površino. To lahko ponovite večkrat, da koža ostane vlažna. Obolelo površino lahko pokrijete tudi z gazo, namočeno v koloidno srebro, in jo pustite dlje časa na koži.
- **Bradavice:** Pokrijte bradavico z majhnim samolepljivim obližem, nasičenim z nekaj kapljicami koloidnega srebra. Poskrbite, da je obliž stalno navlažen. Pri večjih bradavicah lahko traja teden ali več, da izginejo.
- **Ureznine in odrgnine:** Nanesite koloidno srebro neposredno na odprto poškodbo z uporabo gaze ali obveze. Raztopina se lahko uporabi samostojno ali skupaj z drugimi medicinskimi sredstvi.
- **Želodčne in črevesne težave:** Zaužijte 3 x po eno čajno žličko koloidnega srebra, če imate slabo prebavo, parazite, diarejo ali druge črevesne težave. Če imate hujše nevspečnosti, lahko uporabite tudi večjo količino koloidne raztopine, vendar razredčeno s čisto vodo (15 ml koloidnega srebra razredčenega z 2 dl vode).
- **Dezinfekcija vode:** V liter vode vlijete eno čajno žličko koloidnega srebra, dobro zmešajte in počakajte vsaj šest minut.
- **Konzerviranje hrane:** Polovico čajne žličke koloidnega srebra vlijete v liter doma konzervirane hrane. S tem boste preprečili rast bakterij, virusov in glivic (Koloidno..., 2013).

Koloidno srebro se uporablja tudi kot preventivno sredstvo, ki ob vsakodnevni uporabi razbremenjuje imunski sistem. Pri tem za razliko od antibiotikov ne škoduje človeku koristnim bakterijam v prebavnem traktu.

2.1.6 Učinki in delovanje koloidnega srebra

Natančen mehanizem delovanja srebra še ni čisto pojasnjen. Danes domnevamo, da učinka, ki uniči klice, ne razvijajo srebrovi atomi, temveč srebrovi ioni, saj kovinsko srebro ni zelo reaktivno, kar pa ni v nasprotju z uporabo koloidnega srebra.

To namreč poleg elementarnih srebrovih delcev vsebuje predvsem srebrove ione. In kovinsko srebro, torej tudi koloidni delci, v tekočem okolju nenehno oddajajo srebrove ione, ki lahko razvijejo antibiotični učinek. Na istem principu temelji zdravljenje ran s srebrno folijo in drugimi srebrovimi pripravki. Iz kovinskega srebra se skozi izloček rane sproščajo srebrovi ioni, ki tako lahko razvijejo svoj učinek.

2.1.6.1 Bakterije in glive

V začetku 20. stoletja je še prevladovalo mnenje, da se na tisoče pozitivno nabitih srebrovih delcev oprime površine stokrat večjih, negativno nabitih bakterij ter jih tako uniči. Delno je to morda res, vendar danes izhajamo iz tega, da srebro na različnih nivojih deluje antimikrobno. Vemo na primer, da srebrovi ioni zelo močno reagirajo z nekaterimi strukturami, ki vsebujejo žveplo (žveplo-vodikove = SH-skupine). Na ta način se uničijo tako strukture celice kot tudi onesposobijo encimi (Pies, 2010).

Encimi so prisotni na nešteti mehanizmi v celicah, brez njih življenje ne bi bilo mogoče. Če je funkcija encimov ovirana ali encim uničen, bodo ovirani tudi življenjsko pomembni procesi teh bolezenskih klic, ki zato poginejo. Ta proces pa se sproži že pri zelo nizkih odmerkih in domnevamo, da bakterije, tripanosomi in celice kvasovk lahko koncentrirajo srebro iz nizko doziranih tekočin in da lahko bakterija vsebuje od 10⁵ do 10⁷ srebrovih ionov, kar ustreza količini njenih encimov (Landsdown, 2002a).

Srebro vpliva tudi na nukleinske kisline bakterij, na najpomembnejše gradnike dednih informacij (RNK in DNK). Kot kaže, srebro zavira širjenje dedne substance, ko se stabilizira RNK oz. DNK. Na ta način preprečuje prepis dednih informacij, ki je potreben za razmnoževanje celic. Ta interakcija je torej soodgovorna, če ne celo odločilnega pomena za antibakterijsko delovanje (Landsdown, 2002a).

V nadaljevanju sledi pregled verjetnih mehanizmov delovanja srebrovih ionov pri bakterijah (prim. Guhring, 2000):

- interakcija z dedno substanco:
 - nastajanje DNK- in/ali RNK-srebrovih kompleksov,
 - uničevanje nukleinskih kislin,
 - zaviranje prepisa dedne informacije;
- interakcija z aminokislinami, proteini in encimi:
 - nastajanje žveplovodikovih spojin (SH-skupine),
 - uničevanje življenjsko pomembnih encimov;
- zaviranje pridobivanja energije:
 - reakcija s citohromi (= sestavni del dihalne verige),
 - vpliv na prenos elektronov;
- interakcija s celično membrano:
 - sprememba prepustnosti,
 - zaviranje absorpcije fosfata,
 - izguba tekočine in izsušitev celice.

V celicah kvasovk pa očitno deluje še en mehanizem. Odločilnega pomena za gradnjo celične stene kvasovk je encim manoza-6-fosfat-izomeraza. Če tega encima ni, celica izgubi številne življenjsko pomembne sestavine. S pomočjo srebra lahko pri celicah kvasovk zaviramo delovanje tega encima, ne moremo pa tega narediti pri bakteriji *Escherichia coli* (Landsdown, 2002a).

2.1.6.2 Rastlinske in živalske celice

Celice večceličarjev (torej ljudi in živali) so običajno veliko večje od celic enoceličarjev in zato tudi veliko večji »nasprotnik« koloidnega srebra. Naše celice poleg tega vsebujejo večje količine enakih funkcijskih enot. Da bi izzvali primerljiv učinek zastrupitve kot pri enoceličarjih, so pri mnogoceličarjih zato potrebne veliko večje koncentracije koloidnega srebra (Alt idr., 2003). Iz tega razloga torej koloidno srebro našim celicam ne škoduje.

Vpliva pa na deljenje celice in s tem pospešuje zdravljenje. Mitoza – običajna delitev celic v tkivu – je pojav, pri katerem dobimo dve novi, identični celici. Ko je v tkivu prisotno koloidno srebro, pride do drugačnih delitev. Tvorita se ena reproducirana in ena »de-diferencirana« celica (anaplazijska celica), ki je kot mlada celica, ki se lahko v telesu

spremeni v kakršen koli tip celice. Migrirala bo v tisti del telesa, kjer je tkivo poškodovano, in se bo spremenila v lokalno celico tkiva ter s tem pripomogla, da se bo na poškodovanem mestu celica reparirala in bodo brazgotine na tkivu manjše (Vse o koloidnem srebru, 2013).

2.1.7 Stroka o koloidnem srebru

O koloidnem srebru marsikaj napišejo predvsem proizvajalci, zato ni nujno, da vse, kar ti navajajo, drži. Večkrat lahko na primer zasledimo, da koloidno srebro že v nizkih koncentracijah ubija enocelične mikroorganizme - celice, kot so bakterije, glivice in virusi, hkrati pa je neškodljivo za večcelične organizme, kot je na primer človek. Iz tega seveda sledi, da srebro ubija vse mikroorganizme, s katerimi pride v kontakt – tako nevarne kot tudi tiste, ki so nujno potrebni za normalno funkcioniranje človeškega prebavnega in imunskega sistema – koristno črevesno mikrofloro.

Ker srebro ni esencialen mikroelement in v živih organizmih nima znanih bioloških funkcij, ga človeško telo ne potrebuje. Koloidno srebro v nižjih odmerkih sicer res človeku ne škoduje, a po podatkih ameriškega Nacionalnega centra za komplementarno in alternativno medicino pri višjih odmerkih srebro povzroča epileptične napade, okvare ledvic, želodčne motnje, utrujenost, glavobol ali draženje kože.

Po besedah proizvajalcev naj bi se koloidno srebro zaradi majhnosti delcev ne kopičilo v telesu. Ker človeško telo srebra ne zna izločiti iz organizma, se ta z vstopom v organizem ne izloči, ampak se nalaga. Kopičenje srebra v organizmu povzroča stanja, imenovana argirija ali argiroza. Gre za zastrupitev s srebrom ali srebrovimi spojinami, ki se v skrajnem primeru kaže z modrikastosivim obarvanjem tkiv. Obstajata splošna in lokalna oblika. Splošna argirija nastopi pri ljudeh, ki vdihujejo ali zauživajo srebro (predvsem koloidno srebro) v daljšem časovnem obdobju, to je nekaj mesecev do več let. Argirija ni ozdravljiva ali reverzibilna.

Zaenkrat tudi ni znanstveno potrjenih dokazov, da bi uživanje koloidnega srebra ugodno vplivalo na zdravljenje določenih obolenj, ki jih navajajo proizvajalci. Proizvajalci pogosto navajajo, da dolgotrajno uživanje koristi imunskemu sistemu, ubija povzročitelje številnih bolezni, kot so bakterije, virusi in glive, predstavlja naravno alternativo predpisovanju antibiotikov, je učinkovito pri zdravljenju bolezni, kot so rak, HIV/AIDS, tuberkuloza, sifilis, škrlatinka, herpes, pljučnica in prostatitis (vnetje prostate). Nič od tega ni dokazanega (Martinc, 2010).

Ameriška agencija za zdravila (FDA – Foodand Drug Administration) je leta 1999 zaradi pomanjkanja dokazov o učinkovitosti, zavajanja ljudi in možnosti pojava neželenih učinkov prepovedala uporabo koloidnega srebra in srebrovih soli v tako imenovanih OTC izdelkih – zdravilih brez recepta. Tudi prehranska dopolnila, ki vsebujejo koloidno srebro, v Ameriki na splošno niso priznana kot varna in učinkovita za zdravljenje prej omenjenih bolezni in bolezenskih stanj (Martinc, 2010). Poleg tega pa naj bi bile količine srebra v prehranskih dopolnilih zelo različne in znatno odstopale od navedene vrednosti proizvajalcev, kar predstavlja dodatno tveganje za potrošnika.

3 METODE DELA

3.1 ASEPTIČNA PRIPRAVA DELOVNE POVRŠINE IN MATERIALA TER PRAVILA ASEPTIČNEGA DELA

Vse mikrobiološke preiskave moramo opraviti aseptično. To pomeni, da s kužnino ali kulturami mikroorganizmov delamo, tako da:

- pazimo, da mikroorganizmov ne razširjamo, ker s tem ogrožamo sebe in druge;
- onemogočimo mikroorganizmom iz okolja dostop, saj bi kontaminirali naše kulture in tako povzročili napačne rezultate poskusov.

Pravila aseptičnega dela:

- Steklovina, predmeti, pripomočki za delo in gojišča za gojenje mikroorganizmov morajo biti sterilni.
- Okna in vrata so med delom zaprta.
- Delamo ob plamenu plinskega gorilnika.
- Cepilno zanko in steklovino med delom obžigamo nad plamenom.
- Epruvet in gojišč ne puščamo odprtih.
- Delovno površino redno čistimo z razkužili.
- Z zelo nevarnimi mikroorganizmi delamo v laminarijih ali v posebej opremljenih laboratorijih s podtlakom (Božič, Predin in Trehtar, 2006).

3.2 KONZERVANS

Zanimalo me je, kako se koloidno srebro obnese kot konzervans v mleku in vodi, ker naj bi srebro sicer v drugačni obliki uporabljali prav za to že v starih časih. Mleko in vodo sem opazovala z dodanim koloidnim srebrom v priporočenih količinah in brez njega, na sobni temperaturi ter v hladilniku.

Najprej sem 2 uri na 180 °C v pečici sterilizirala kozarce in pokrove za vlaganje, v katere sem kasneje nastavila vzorce. V štiri kozarce sem dala po 50 ml tekočine (trajno mleko 3,5 ali pitna voda iz pipe) ter v dva vzorca dodala po eno čajno žličko koloidnega srebra. Po en vzorec brez dodatkov in z dodanim koloidnim srebrom sem postavila na sobno temperaturo in v hladilnik za nekaj dni.

Ker je senzorično ocenjevanje rezultatov možno samo pri mleku, vodi pa ne, poleg tega pa to ni tako zanesljivo, sem po devetih dneh iz vsakega vzorca vzela 0,1 ml vsebine ter jo raznesla po površini hranljivega agarja.



Slika 2: Izoliranje bakterij iz vode in mleka (Foto: I. Štimac).

3.3 IZOLACIJA ČISTE KULTURE

Z izolacijo čiste kulture poskrbimo, da opazujemo baktericidno delovanje različnih snovi na le eno vrsto bakterij. Različne bakterije namreč lahko različno reagirajo na dane pogoje, tako pa dobimo realne rezultate.

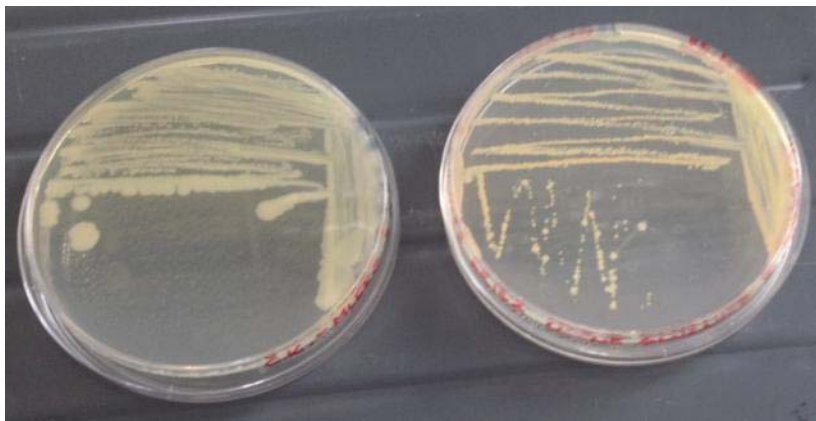
3.3.1 Postopek izolacije čiste kulture

Material:

- petrijevka z mešano bakterijsko kulturo,
- sterilno gojišče s hranljivim agarjem in krvnim agarjem,
- cepilna zanka,
- gorilnik.

Izberite eno izmed kolonij na plošči z mešano kulturo in jo izolirajte v čisti kulturi, tako da jo redko cepite na svežo ploščo do posameznih kolonij. Posamezne kolonije dobite, če kulturo

zasejete, tako da jo redčite na trdnem gojišču v petrijevki. Kulturo s sterilno cepilno zanko nanesite na majhno površino ob robu gojišča. Vsako naslednjo serijo potez, označenih s številkami, začnite s sterilno zanko. Ustrezno označeno petrijevko inkubirajte 24 ur (Božič, Predin in Trehtar, 2006).



Slika 3: Izolacija čiste kulture (Foto: Ž. Zager).

3.3.2 Izolacija čiste kulture iz brisa ustne sluznice

Ker me je zanimalo, kako koloidno srebro vpliva oz. če sploh vpliva na bakterije v ustni sluznici, sem vzela s sterilno vatirano palčko bris pred izpiranjem s koloidnim srebrom in po njem ter ga nanesla na hranljivi in krvni agar. Gojišče sem inkubirala pri 37 °C. Pri obeh brisih sem izolirala kulturo, ki je bila najbolj razširjena.

Morfološke značilnosti kolonije brisa ustne sluznice brez izpiranja na krvnem agarju: kroglaste oblike, z ravnim robom, bele barve, premera približno 1 - 2 mm, neprosojne, rahlo izbočene z enotno strukturo.

Morfološke značilnosti brisa ustne sluznice po izpiranju s koloidnim srebrom: kroglaste oblike, z ravnim robom, oker barve, premera približno 1 - 2 mm, neprosojne, rahlo izbočene z enotno strukturo.

3.3.3 Izolacija čiste kulture iz brisa tipkovnice

V virih sem zasledila, da se koloidno srebro lahko uporablja tudi kot razkužilo za različne površine, zato sem preizkusila njegov učinek na bakterije, vzete z računalniške tipkovnice, saj sem predvidevala, da je to zelo pogosto uporabljen pripomoček in je na njem veliko bakterij.

Bris tipkovnice sem vzela s sterilno vatirano palčko in jo nanesa na hranljivi agar. Gojišče sem inkubirala pri 20 °C 24 ur. Izolirala sem kulturo najpogosteje pojavljajoče se kolonije.

Morfološke značilnosti kolonije: kroglaste oblike, z ravnim robom, rumene barve, premera približno 1 mm, neprosojne, rahlo izbočene z enotno strukturo.

3.3.4 Izolacija čiste kulture iz brisa dlani

Prav tako me je zanimala tudi učinkovitost koloidnega srebra kot razkužila za roke, zato sem vzela bris dlani in izolirala dve najpogostejši koloniji. Bris dlani sem vzela s sterilno vatirano palčko in jo nanesa na hranljivi agar. Gojišče sem inkubirala pri 37 °C 24 ur.

Morfološke značilnosti 1. kolonije: kroglaste oblike, z ravnim robom, oker barve, premera približno 1 mm, neprosojne, rahlo izbočene z enotno strukturo.

Morfološke značilnosti 2. kolonije: kroglaste oblike, z ravnim robom, rumene barve, premera približno 1 mm, neprosojne, rahlo izbočene z enotno strukturo.

3.3.5 Izolacija čiste kulture iz mleka in vode

Poleg tega, da se koloidno srebro uporablja kot antibiotik in razkužilo, sem v virih zasledila, da naj bi služilo tudi kot konzervans. Izolirala sem kulture iz mleka in vode z dodanim koloidnim srebrom in vode brez dodatkov. Tudi tukaj sem izbrala kolonije, ki so se največkrat pojavljale.

Morfološke značilnosti kolonije iz mleka z dodanim koloidnim srebrom: kroglaste oblike, z ravnim robom, mlečno bele barve, premera približno 2 mm, neprosojne, rahlo izbočene z enotno strukturo.

Morfološke značilnosti kolonije iz vode z dodanim koloidnim srebrom: kroglaste oblike, z ravnim robom, rumene barve, premera približno 2 mm, neprosojne, rahlo izbočene z enotno strukturo.

Morfološke značilnosti kolonije iz vode: kroglaste oblike, z ravnim robom, oranžne barve, premera približno 1 mm, neprosojne, rahlo izbočene z enotno strukturo.

3.4 DIFUZIJSKI ANTIBIOGRAM

Z difuzijskim antibiogramom dokazujemo baktericidno delovanje določene snovi. Ker proizvajalci oglašujejo koloidno srebro kot zelo učinkovit naravni antibiotik in razkužilo, sem tako preverjala njegovo baktericidno delovanje v primerjavi z običajnimi razkuževalnimi in antibiotičnimi sredstvi.

Material:

- gorilnik,
- cepilna zanka,
- čiste bakterijske kulture,
- epruvete s 5 ml fiziološke raztopine,
- diski iz filterpapirja,
- pisalo za pisanje po steklu,
- sterilno gojišče s hranljivim in krvnim agarjem,
- fiziološka raztopina, destilirana voda, koloidno srebro, propolis, antibiotik širokega spektra, zobna pasta, milo, čistilo, komercialno razkužilo, 70-odstotni alkohol.

Vse difuzijske antibiogramne sem pripravila enako, in sicer tako da sem najprej z razžarjeno in ohlajeno cepilno zanko (ezo) zajela iz izolirane čiste kulture eno bakterijsko kolonijo ter jo prenesla v 5 ml fiziološke raztopine. Vse skupaj sem dobro premešala in nato eno kapljico kanila v novo epruveto z enako količino fiziološke raztopine. Spet sem vse skupaj dobro premešala in nato vsebino zlila na gojišče ter pustila stati nekaj minut. Na koncu sem odvečno fiziološko raztopino odlila in na gojišče nanese diske. Sledila je 24-urna inkubacija na ustreznih temperaturah.

Naredila sem osem antibiogramov z različnimi kulturami, vzeti iz brisa ustne sluznice pred izpiranjem s koloidnim srebrom in po njem, tipkovnice in dlani, mleka, vode in mleka s predhodno dodanim koloidnim srebrom. Antibiogram ustne sluznice sem naredila na navadnem in krvnem agarju. Na vsak antibiogram sem nanese pet ali šest diskov z različnimi snovmi. Ker na bakterije iz različnih površin vplivajo različna sredstva, sem pri vsakem poleg koloidnega srebra in testne fiziološke raztopine ter destilirane vode izbrala najpogostejša. Spodnje tabele prikazujejo legendo različnih snovi na določenem antibiogramu.

Tabela 1: Antibiogram brisa ustne sluznice.

1	Destilirana voda
2	Fiziološka raztopina
3	Koloidno srebro
4	Antibiotik širokega spektra
5	Propolis
6	Zobna pasta

Tabela 2: Antibiogram brisa dlani.

1	Destilirana voda
2	Fiziološka raztopina
3	Koloidno srebro
4	70-odstotni alkohol
5	Razkužilo
6	Milo

Tabela 3: Antibiogram brisa tipkovnice.

1	Destilirana voda
2	Fiziološka raztopina
3	Koloidno srebro
4	70-odstotni alkohol
5	Šolsko čistilo za različne površine

Tabela 4: Antibiogram bakterij iz vode, mleka in mleka s koloidnim srebrom.

1	Destilirana voda
2	Fiziološka raztopina
3	Koloidno srebro
4	Koloidno srebro, razredčeno z destilirano vodo v razmerju 1 : 100
5	Koloidno srebro, razredčeno z destilirano vodo v razmerju 1 : 20
6	Koloidno srebro, razredčeno z destilirano vodo v razmerju 1 : 10



Slika 4: Nanašanje diskov na difuzijski antibiogram (Foto: I. Štimac).

3.5 VPLIV NA FERMENTACIJO PROBIOTIKOV

Fermentacija mleka je spreminjanje laktoze v mlečno kislino zaradi mikrobiološkega delovanja predvsem mlečnokislinskih bakterij. S preprostim načinom fermentacije mleka, ki smo ga tudi že izvajali v šoli, sem preverjala fermentacijske sposobnosti probiotičnih bakterij po dodanem koloidnem srebrom. Predvidevala sem, da če koloidno srebro res ne uničuje človeku koristnih probiotičnih bakterij v prebavilih, bodo te tudi po dodanem koloidnem srebrom ohranile fermentacijske sposobnosti.

Material:

- trajno mleko 3,5,
- probiotični jogurt,
- čaše,
- žlice,
- termometer,
- indukcijski štedilnik.

Najprej sem v štiri čaše dala po 20 gramov jogurta. Trem sem dodala koloidno srebro v razmerjih 1 : 100, 1 : 20 ter 1 : 10, ena pa je služila kot testna. Po 8 urah sem iz vsake čaše vzela polovico vsebine in jo vmešala v 100 ml mleka, segretega na 40 °C. S preostankom testnih vzorcev sem storila enako po 24 urah. Fermentacijske sposobnosti probiotičnih bakterij sem ocenjevala senzorično.



Slika 5: Segrevanje mleka na 40 °C (Foto: I. Štimac).

3.6 BARVANJE BAKTERIJ PO GRAMU

Ker me je zanimalo, na katere bakterije koloidno srebro najbolj učinkuje, sem uporabila metodo barvanja po Gramu. Ta metoda je pomembna za njihovo identifikacijo. Na to, ali se bodo bakterije obarvale G^- ali G^+ , vplivajo kemijska zgradba, prepustnost in debelina celične stene. G^- bakterije se obarvajo rdeče, G^+ pa modrovijolično.

Material:

- objektno stekelce,
- fiziološka raztopina,
- cepilna zanka,
- gorilnik,
- kemikalije za barvanje po Gramu: metilvijolično barvilo, lugolova raztopina, acetonski alkohol, fuksin, destilirana voda.

Pred barvanjem sem pripravila razmaz, in sicer tako da sem z razžarjeno in ohlajeno cepilno zanko zajela kolonijo bakterije ter jo prenesla v kapljico fiziološke raztopine na objektnem stekelcu. S cepilno zanko sem jo nato s krožnimi gibi razmazala po sredini objektnega stekelca. Odvečno fiziološko raztopino sem nad plinskim gorilnikom izparila in s tem fiksirala bakterije.

Pripravljene razmaze sem položila na dve stekleni palčki, pritrjeni na posodo za barvanje. Najprej sem na razmaz nanese metilvijolično barvilo in ga pustila delovati dve minuti. Odvečno barvilo sem previdno sprala z destilirano vodo in razmaz prelila z lugolovo raztopino. Po eni minuti sem lugolovo raztopino odlila in razbarvala s 3-odstotnim acetonskim alkoholom. Tega sem pustila delovati 30 sekund, nakar sem razmaz spet sprala z destilirano vodo in nanese barvilo fuksin za 30 sekund. Vnovič sem sprala z vodo in pustila, da se obarvani razmaz posuši.



Slika 6: Barvanje po Gramu (Foto: I.Štimac).

3.7 KATALAZNI TEST

Katalazni test je preprost način dokazovanja encima katalaze, ki vodikov peroksid razgrajuje na vodo in kisik. Ker naj bi koloidno srebro uničevalo bakterijske encime, sem v različnih časovnih obdobjih po dodanem koloidnem srebru k bakterijam preizkušala prisotnost katalaze.

Material:

- cepilna zanka,
- urna stekelca,
- petrijevke,
- bakterijske kulture,
- svinjska jetra,
- gorilnik,
- 3-odstotni vodikov peroksid
- fiziološka raztopina
- destilirana voda.

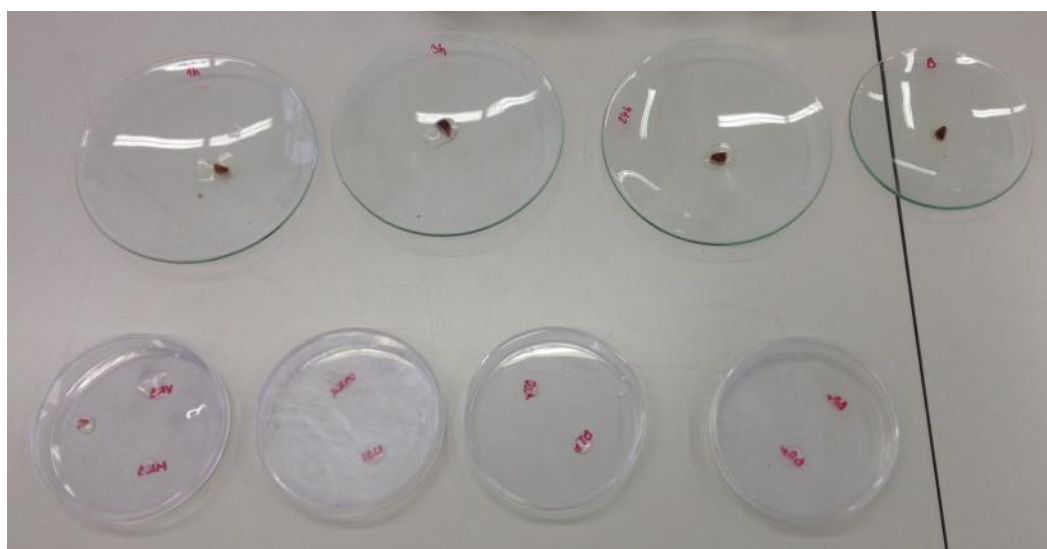
Na urno stekelce sem kanila po dve kapljici vodikovega peroksida in vanj s cepilno zanko suspendirala malo kulture bakterij. Če so se pri tem pojavili mehurčki, je to pomenilo pozitiven test, saj bakterija razgrajuje vodikov peroksid.

Vse bakterije v moji raziskavi so bile katalaza pozitivne, zato sem delovanje encima lahko spremljala pri vseh bakterijah po 1 uri, 3 in 24 urah po dodanem koloidnem srebru. Lestvica, po kateri sem ocenjevala hitrost reakcij (izhajanje mehurčkov kisika), je prikazana v legendi.

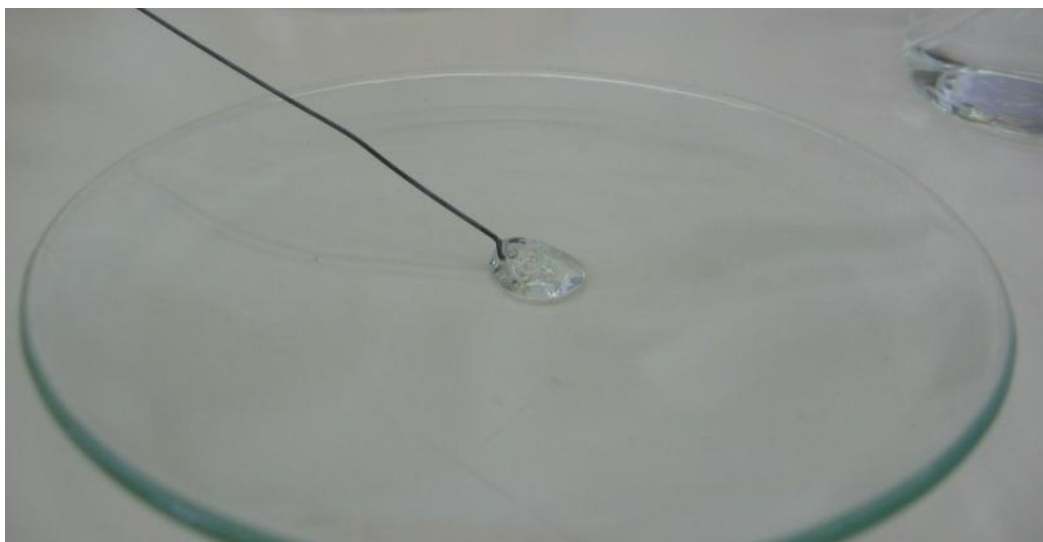
Tabela 5: Legenda hitrost reakcije pri katalaznem testu.

0	Ni reakcije
1	Rahla reakcija
2	Burna reakcija

Ker naj bi koloidno srebro uničevalo samo bakterijske encime, tistih v telesu pa ne, sem enako kot pri bakterijah preizkušala še prisotnost katalaze po dodanem koloidnem srebru v jetrih. Na štiri urna stekelca sem nastavila po 0,10 g svinjskih jeter ter trem vzorcem dodala približno 1 ml koloidnega srebra, testnemu vzorcu pa 1 ml fiziološke raztopine. Prisotnost katalaze sem preverjala v enakih časovnih obdobjih kot pri bakterijah, torej po 1 uri, 3 in 24 urah.



Slika 7: Testiranje prisotnosti katalaze (Foto: Ž. Zager).



Slika 8: Primer pozitivnega testa (Foto: Ž. Zager).

3.8 UGOTAVLJANJE VPLIVA NA GLIVE

Poleg baktericidnega delovanja sem preverjala še fungicidno delovanje koloidnega srebra. V svojem eksperimentu sem uporabila glive kvasovke (*Saccharomyces cerevisiae*).

Material:

- objektno stekelce,
- krovno stekelce,
- glive kvasovke,
- saharoza,
- mikroskop,
- kapalka,
- kongo rdeče barvilo.

Uporabila sem dehidrirane kvasovke, ki sem jih najprej rehidrirala v 10-kratni količini pitne vode z dodano saharozo in jih pri 28 °C pustila stati eno uro. V dve petrijevki sem dala po 5 ml vsebine ter eni dodala še 5 ml koloidnega srebra, drugi pa enako količino vode. Po 15 minutah sem pripravila prva dva preparata iz obeh vsebin z dodatkom kongo rdečega barvila in enako storila po eni uri ter kasneje še enkrat po dveh urah. Obe petrijevki sem ves čas ohranjala pri 28 °C.

3.9 MIKROSKOPIRANJE Z IMERZIJO

Za opazovanje zelo majhnih objektov, kot so bakterije, moramo uporabiti metodo imerzijskega mikroskopiranja, ki nam opazovani objekt 1000-krat poveča.

Material:

- imerzijsko olje,
- mikroskop z objektivom za imerzijsko mikroskopiranje,
- pripravljen in obarvan bakterijski razmaz.

Pred uporabo imerzijskega objektiva sem najprej poiskala in izostrila ustrezno mesto za opazovanje s suhim objektivom. Zatem sem objektiv umaknila iz optične osi in pokrila opazovano mesto s kapljico imerzijskega olja. Pazila sem, da v kapljici ni bilo zračnih mehurčkov. Z zasukom revolverja sem nato namestila imerzijski objektiv v optično os in z mikrometrskim vijakom sliko izostrila.

Z imerznim mikroskopiranjem sem tako lahko določila, ali so bakterije po Gramu pozitivne ali negativne.

3.10 ČEBULNI TEST

Čebulni test se navadno uporablja kot enostavna in dostopna metoda za ugotavljanje splošne onesnaženosti vode s kemičnimi snovmi. Hitrost in dolžina rasti koreninic čebule je odvisna od stopnje onesnaženosti vode. Čim daljše so koreninice, tem manjša je stopnja strupenih snovi v vodi in obratno. V zahtevnejši obliki testa lahko preverjamo tudi genotoksičnost neke snovi na osnovi kromosomskih okvar.

Ker sem v virih zasledila, da naj bi koloidno srebro vplivalo tudi na delitev celic, sem to poskušala preveriti s čebulnim testom in pripravo mečkanca.

Material:

- čebula,
- voda,
- destilirana voda,
- absolutni alkohol,

- ledocetna kislina,
- karmin,
- čaše,
- merilni valj,
- steklenička za fiksativ,
- špiritni gorilnik,
- objektnik,
- krovno steklo,
- skalpel,
- pinceta,
- filtritni papir,
- lij,
- kapalka,
- mikroskop.

Na začetku sem dve čebulici nastavila v vodo in čisto koloidno srebro. Čez nekaj časa pa sem tisto, ki je bila v vodi, postavila tako, da je imela polovico koreninic v vodi, polovico pa v koloidnem srebru. Test sem večkrat ponovila ter namesto čistega koloidnega srebra uporabila različne razredčine vode in koloidnega srebra v razmerjih. Razmerja, ki sem jih uporabila, sem izračunala iz najpogostejših priporočil proizvajalcev. Enaka razmerja sem uporabljala tudi pri preostalih metodah, ki so vključevale kakršne koli razredčine s koloidnim srebrom.

Da bi ugotovila, če koloidno srebro res vpliva na celično delitev, sem zato koreninice iz zadnje ponovitve po metodi mečkanca pripravila za opazovanje pod mikroskopom.



Slika 9: Čebulica s polovico koreninic v vodi in polovico v razredčeni koloidnega srebra in vode (Foto: Ž. Zager).

3.10.1 Mečkanec

Čebulo postavimo na čašo, napolnjeno z vodo, pri čemer sega gladina vode do spodnjega dela čebule.

Navadno poženejo že po 4 - 5 dneh koreninice, ki kažejo močno mitotsko aktivnost. Še preden zrastejo koreninice do 2 cm, jih previdno odlomimo s pinceto približno 0.5 cm pod vršičkom; odlomljeni del potopimo v fiksativ. V fiksativu ostane tkivo čez noč. Če želimo material obdelati šele čez nekaj dni, ga po končani fiksaciji prenesemo iz fiksativa v 70-odstotni alkohol.

Na objektnik damo kapljico karmin očetne kisline in vanjo prenesemo odrezani vršiček koreninice. Nato z ostrim skalpelom odrežemo koreninico 1 - 2 mm pod vrhom, vršiček ostane v kapljici, preostalo odstranimo. Da si olajšamo nadaljnje delo, predvsem pri mečkanju tkiva, koreninico prerežemo še po dolžini na dve polovici. Nad špiritnim gorilnikom objektnik pod kapljico rahlo in previdno segrejemo, vendar le toliko, da s segrevanjem ne povzročimo obarjanja barvila. Pokrijemo s pokrivalko, še enkrat previdno ogrejemo objektnik, nato ga postavimo na pivnik. S svinčnikom, držalom preparirne igle ali s kakim drugim topim delom pritisnemo na tisti del pokrivalke, kjer leži tkivo. Da se nam pokrivalka ne premika sem in tja,

jo s prstom ene roke pritrdimo, z držalom pa pritiskamo na pokrivalko in tkivo mečkamo. Paziti moramo, da ne zdrobimo pokrivalke (Ocepek idr., 1986).

3.11 OPAZOVANJE RASTLINSKIH IN ŽIVALSKIH CELIC

V svoje raziskovalno delo sem vključila tudi opazovanje rastlinskih in živalskih celic med tretiranjem s koloidnim srebrom in po njem. Opazovala sem predvsem osmotske spremembe.

Material:

- objektno stekelce,
- krovno stekelce,
- rdeča čebula,
- vatirana palčka,
- celice ustne sluznice,
- mikroskop,
- kapalka,
- barvilo nevtralnno rdeče,
- metilensko modrilo.

Za opazovanje vpliva na rastlinske celice sem uporabila rdečo čebulo. Povrhnjico luskolista rdeče čebule sem dala v kapljico vode na objektnem stekelcu, pokrila s krovnim stekelcem in pripravljeni preparat pogledala pod mikroskopom. Ob rob krovnega stekelca sem nato kanila kapljico koloidnega srebra, tako da je tekočina stekla pod krovno stekelce. Pustila sem, da koloidno srebro nekaj časa učinkuje na rastlinske celice, in nato preparat spet pogledala pod mikroskopom.

Živalske celice sem vzela kar iz lastnega brisa ustne sluznice. Z vatirano palčko sem podrgnila po notranji strani ustne stene in v kapljici metilenskega modrila na objektnem stekelcu potresla vatirano palčko. Metilensko modrilo in hkrati celice sem pokrila s krovnim stekelcem ter preparat pogledala pod mikroskopom. Enako kot prej sem preparatu dodala koloidno srebro ter čez nekaj časa preverila spremembe.

Zanimalo me je tudi, če je koloidno srebro vplivalo na celice čebulic, ki so nekaj časa uspevale v koloidnem srebrom. Celice sem vzela iz okoliškega tkiva koreninic čebul, ki sem jih uporabila v čebulnem testu. Vzela sem čebulico, ki je imela polovico koreninic v navadni

vodi, polovico pa v koloidnem srebru, eno, ki je uspevala samo v vodi, ter eno, ki je bila samo v koloidnem srebru. Z vzorci tkiv sem pripravila preparate in te pogledala pod mikroskopom najprej brez dodanega barvila nevtralnno rdeče in kasneje z dodanim.

4 REZULTATI

Kontrola sterilnosti gojišč: Da sem se prepričala o sterilnosti uporabljenega materiala (gojišč, fiziološke raztopine, destilirane vode, steklovine in diskov), sem izvedla kontrolni test.

Na gojišče s hranljivim agarjem sem nalila 5 ml fiziološke raztopine in to kasneje odlila. Na tako pripravljeno gojišče sem dala disk, predhodno namočen v destilirano vodo. Če bi se na gojišču razvili kakršni koli mikroorganizmi, bi bili rezultati nepravilni.

Po inkubaciji je gojišče ostalo neoporečno, kar pomeni, da je bil uporabljeni material ustrezno steril.



Slika 10: Kontrolno gojišče (Foto: Ž. Zager).

4.1 KOLOIDNO SREBRO KOT KONZERVANS



Slika 11: Mleko s koloidnim srebrom in mleko brez koloidnega srebra po 14 dneh na sobni temperaturi (Foto: Ž. Zager).



Slika 12: Mleko brez koloidnega srebra (levo) in mleko s koloidnim srebrom (desno) po 14 dneh v hladilniku (Foto: Ž. Zager).

Ko sem vsebine cepila na agar, sem po dveh dneh opazila, da so se tam, kjer sem nanescala samo mleko iz hladilnika, razvile kolonije po celotni površini, bilo pa jih je tudi več kot v mleku s predhodno dodanim koloidnim srebrom, v katerem so bile kolonije skoncentrirane

bolj na enem mestu. V vzorcih mleka na sobni temperaturi so bile razlike sicer vidne, vendar ne tako očitne.

Najlepše se je razlika med tekočino brez dodanega koloidnega srebra in tekočino z njim videla v vodi, ki je bila na sobni temperaturi. Na gojišču, na katerega sem nanese vodo brez predhodno dodanega koloidnega srebra, se je razvilo okoli 40 - 60 kolonij, medtem ko se v vodi, ki je vsebovala koloidno srebro, razvile le tri kolonije. Pri vzorcih vode iz hladilnika so bili rezultati podobni, vendar veliko manj očitni.

4.2 BAKTERICIDNO DELOVANJE KOLOIDNEGA SREBRA

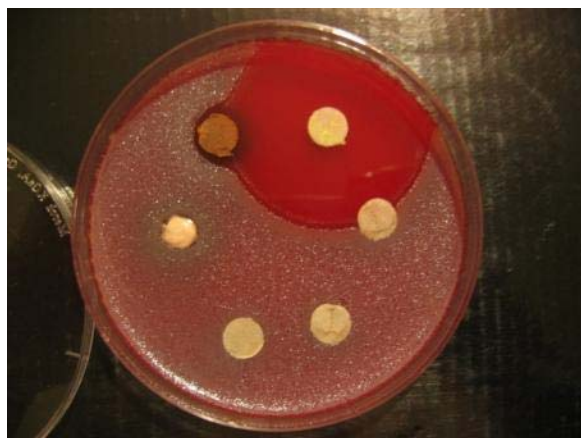
Obroč okoli diska, kjer se bakterijske kolonije niso razvile, imenujemo inhibicijska cona. Čim večji je premer cone inhibicije rasti bakterij, tem bolj je dana bakterija občutljiva na snov na disku.

Rezultate sem prikazala v tabelah, v katerih sem delovanje različnih kemičnih snovi označila s +, pri čemer rezultat, ki je označen s +++, deluje najboljše in tisti, ki je označen z 0, deluje najslabše oz. delovanja ni.

LEGENDA:

- 0 – antibakterijskega delovanja ni
- + – slabo antibakterijsko delovanje
- ++ – srednje antibakterijsko delovanje
- +++ – dobro antibakterijsko delovanje
- ++++ – zelo dobro antibakterijsko delovanje

4.2.1 Antibiogram za bris ustne sluznice



Slika 13: Antibiogram brisa ustne sluznice na krvnem agarju (Foto: Ž. Zager).



Slika 14: Antibiogram brisa ustne sluznice po izpiranju s koloidnim srebrom (Foto: Ž. Zager).

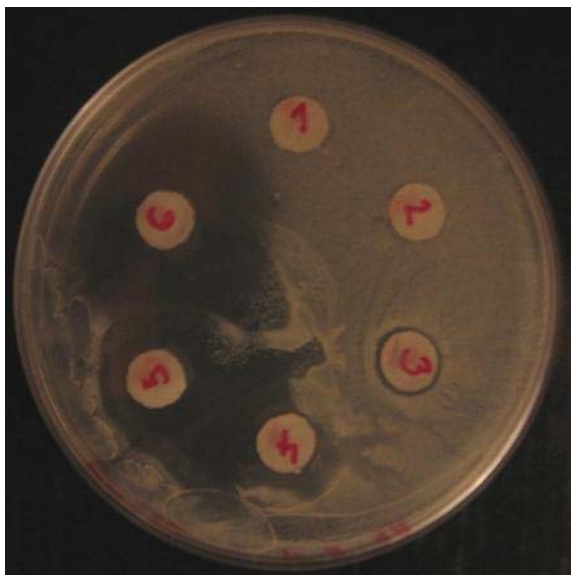
Tabela 6: Učinek snovi na bakterijo iz ustne sluznice (krvni agar).

Učinkovina	Delovanje
1–destilirana voda	0
2–fiziološka raztopina	0
3–koloidno srebro	+
4–antibiotik	++++
5–propolis	+
6–zobna pasta	0

Tabela 7: Učinek snovi na bakterijo iz ustne sluznice po izpiranju s koloidnim srebrom.

Učinkovina	Delovanje
1–destilirana voda	0
2–fiziološka raztopina	0
3–koloidno srebro	+
4–antibiotik	++++
5–propolis	+++
6–zobna pasta	+++

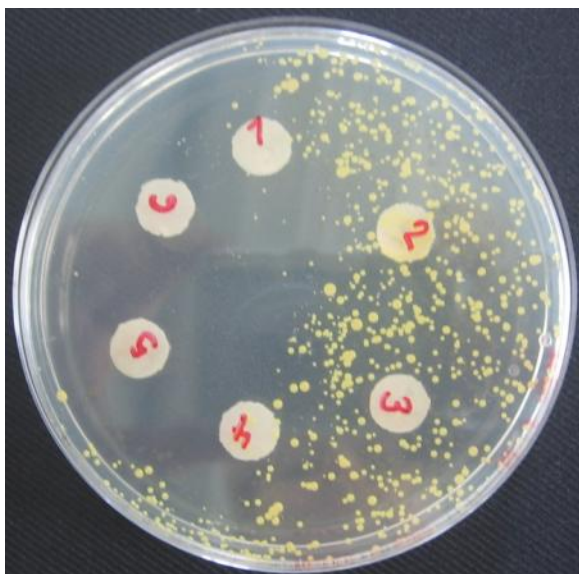
4.2.2 Antibiogram za bris dlani



Slika 15: Antibiogram brisa dlani – oker kolonija (Foto: Ž. Zager).

Tabela 8: Učinek snovi na oker kolonijo bakterije iz brisa dlani.

Učinkovina	Delovanje
1–destilirana voda	0
2–fiziološka raztopina	0
3–koloidno srebro	+
4–alkohol	0
5–razkužilo	++
6–milo	+++

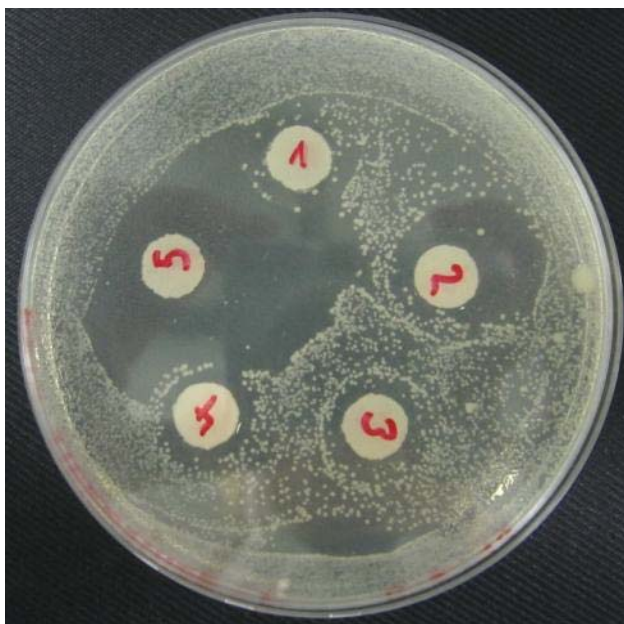


Slika 16: Antibiogram brisa dlani, rumena kolonija (Foto: Ž.Zager).

Tabela 9: Učinek snovi na rumeno kolonijo iz brisa dlani.

Učinkovina	Delovanje
1–destilirana voda	0
2–fiziološka raztopina	0
3–koloidno srebro	+
4–alkohol	0
5–razkužilo	++
6–milo	++

4.2.3 Antibiogram za brisa tipkovnice

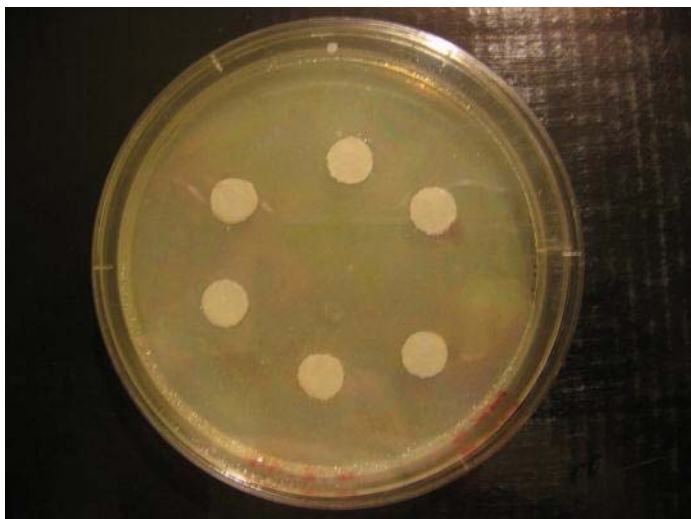


Slika 17: Antibiogram z bakterijo iz brisa tipkovnice (Foto: Ž. Zager).

Tabela 11: Učinek snovi na bakterijo iz brisa tipkovnice

Učinkovina	Delovanje
1–destilirana voda	0
2–fiziološka raztopina	0
3–koloidno srebro	+
4–alkohol	++
5–čistilo	+++

4.2.4 Antibiogram z bakterijo iz mleka s koloidnim srebrom



Slika 18: Antibiogram z bakterijo iz mleka s koloidnim srebrom (Foto: Ž. Zager).

Tabela 10: Učinek snovi na bakterijo iz mleka s koloidnim srebrom.

Učinkovina	Delovanje
1–destilirana voda	0
2–fiziološka raztopina	0
3–koloidno srebro	0
4–1:100	0
5–1:20	0
6–1:10	0

4.2.5 Antibiogram bakterije iz vode s koloidnim srebrom



Slika 19: Antibiogram bakterije iz vode s koloidnim srebrom (Foto: Ž. Zager).

Tabela 11: Učinek snovi na bakterijo iz vode s koloidnim srebrom.

Učinkovina	Delovanje
1–destilirana voda	0
2–fiziološka raztopina	0
3–koloidno srebro	++
4–1:100	0
5–1:20	0
6–1:10	+

4.2.6 Antibiogram bakterij iz vode



Slika 20: Antibiogram bakterij iz vode (Foto: Ž. Zager).

Tabela 12: Učinek snovi na bakterijo iz vode.

Učinkovina	Delovanje
1–destilirana voda	0
2–fiziološka raztopina	0
3–koloidno srebro	+++
4–1:100	0
5–1:20	0
6–1:10	0

4.3 VPLIV NA FERMENTACIJO PROBIOTIKOV

Rezultati po 8 in 24 urah se niso dosti razlikovali. Najčvrstejši je bil vsekakor jogurt brez dodanega koloidnega srebra, najmanj pa jogurt, ki je vseboval največjo količino koloidnega srebra. Ni bilo očitnih razlik med jogurtom s koloidnim srebrom v razmerju 1 : 100 in jogurtom brez koloidnega srebra.



Slika 21: Jogurti z različnimi koncentracijami koloidnega srebra (Foto: Ž. Zager).

4.4 VPLIV NA ENCIM KATALAZO

Katalazni test je bil po eni uri, treh in štiriindvajsetih urah pozitiven v vseh testiranih vzorcih bakterij in jeter.

Koloidno srebro ni denaturiralo bakterijske katalaze, kakor tudi ne jetrne. To sem dokazala z biokatalitično razgradnjo vodikovega peroksida.

Tabela 13: Kontrolni katalazni test

Vzorec	Rezultat
fiziološka raztopina	0
destilirana voda	0
koloidno srebro	0

Tabela 14: Delovanje katalaze v različnih časovnih obdobjih v poskusih z bakterijami.

VZOREC BAKTERIJSKE KOLONIJE	HITROST REAKCIJE			
	Bakterijska kolonija na začetku testiranja	Bakterijska kolonija tretirana s koloidnim srebrom		
		po 1 uri	po 3 urah	po 24 urah
BT-r	1	1	1	1
BD-o	1	1	1	1
BD-r	2	2	2	2
USI	1	1	1	1
USKA	1	1	1	1
V	2	2	2	2
VKS	1	1	1	1
MKS	2	2	2	2

Tabela 15: Delovanje katalaze v različnih časovnih obdobjih v poskusih z jetri.

VSEBINA	HITROST REAKCIJE		
	po 1 uri	po 3 urah	po 24 urah
jetra v koloidnem srebru	1	1	1
zmečkana jetra v koloidnem srebru	2	2	2
jetra v fiziološki raztopini	1	1	1
zmečkana jetra v koloidnem srebru	2	2	2

Opomba: Jetra v fiziološki raztopini so zaudarjala in obledela.

Jetra, tretirana s koloidnim srebrom, so bila brez vonja, ohranila so tudi barvo.

4.5 MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI UPORABLJENIH BAKTERIJ

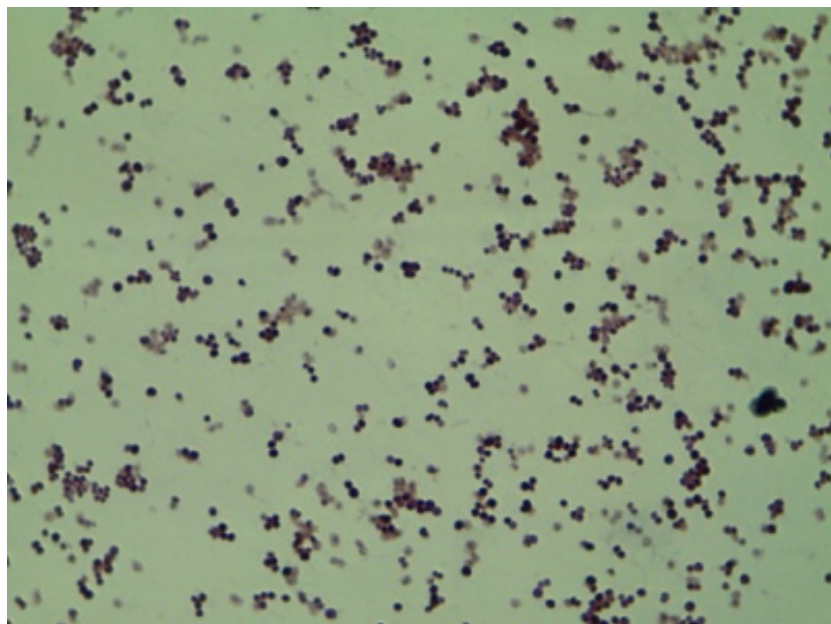
Na podlagi barvanja po Gramu sem morfološke lastnosti vseh uporabljenih bakterij prikazala v spodnji tabeli.

Tabela 16: Morfološke značilnosti bakterij.

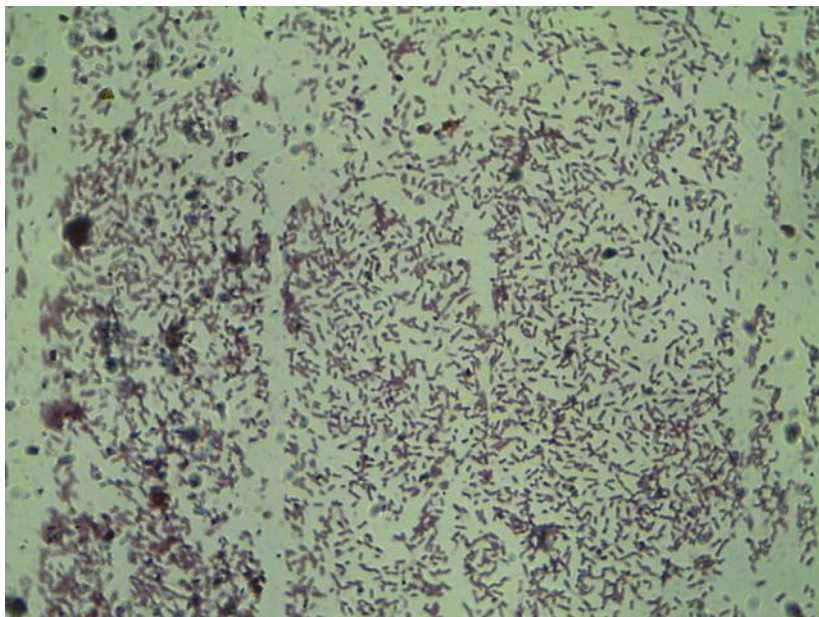
	G^+/G^-	Oblika
BT-r	G^-	koki
BD-o	G^+	koki
BD-r	G^-	bacili
USI	G^-	bacili
USKA	G^+	koki
V	G^+	bacili
VKS	G^+	koki
MKS	G^-	koki

LEGENDA:

BT-r – bris tipkovnice, rumena kolonija
BD-o – bris dlani, oker kolonija
BD-r – bris dlani, rumena kolonija
USI – bris ustne sluznice po izpiranju
USKA – bris ustne sluznice na krvnem agarju
V – voda
VKS – voda s koloidnim srebrom
MKS – mleko s koloidnim srebrom



Slika 22: Primer kokov - bris dlani, oker kolonija, 1000-kratna povečava (Foto: Ž. Zager, mikroskop Leica).

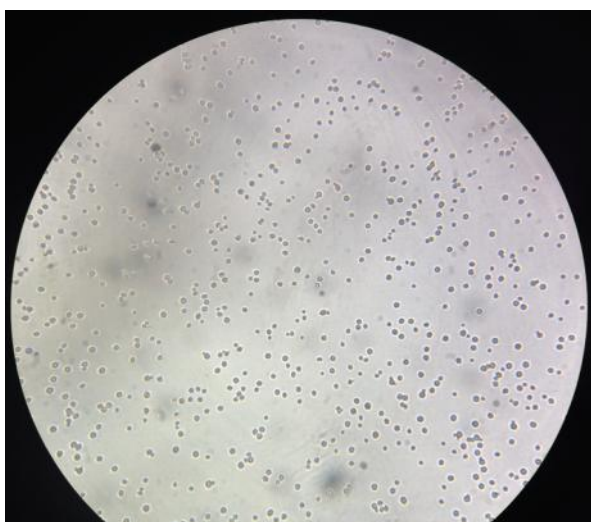


Slika 23: Primer bacilov - bris dlani, rumena kolonija, 1000-kratna povečava (Foto: Ž. Zager, mikroskop Leica).

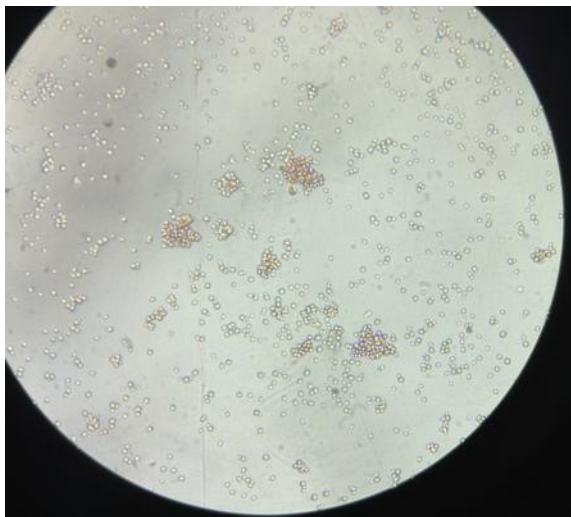
4.6 FUNGICIDNO DELOVANJE KOLOIDNEGA SREBRA

Že na preparatu, pripravljenem po 15 minutah, so se videli prvi učinki delovanja koloidnega srebra, po eni uri pa je odmrta že približno polovica gliv kvasovk, ki so bile v koloidnem srebru, po dveh urah pa skoraj vse. Dokaz za propad kvasovk je bila oranžna obarvanost celic. Za kontrolo sem del suspenzije kvasovk dobro prekuhala. Tudi te so se obarvale tako kakor kvasovke z dodatkom koloidnega srebra.

Glive, ki niso bile v koloidnem srebru, barvila niso sprejele. Po dveh urah so bile še zelo aktivne in so se razmnoževale z brstenjem.



Slika 24: Aktivne glive, 100-kratna povečava (Foto: Ž. Zager).



Slika 25: Glive po eni uri v koloidnem srebru, 100-kratna povečava (Foto: Ž. Zager).

4.7 REZULTATI ČEBULNEGA TESTA

Čebulica, ki je bila samo v koloidnem srebru, sploh ni pognala koreninic, tista, ki pa je uspevala v vodi, je koreninice pognala normalno. Tudi kasneje, ko sem čebulico iz vode postavila polovico v koloidno srebro, polovico pa v vodo, so bile koreninice v koloidnem srebru popolnoma uničene.



Slika 26: Čebulici v koloidnem srebru in vodi (Foto: Ž. Zager). **Slika 27:** Čebulica s polovico uničenih koreninic (Foto: Ž. Zager).

Ker sem ugotovila, da je čisto koloidno srebro zelo neustrezno okolje za rast čebulice, sem test ponovila z različnimi koncentracijami koloidnega srebra, zmešanega z vodo. Tokrat je najbolj uspevala čebulica z manjšo koncentracijo koloidnega srebra.



Slika 28: Koreninice čebulic po treh dneh (Foto: Ž. Zager).

Čebulici iz vode in razredčine z manjšo koncentracijo koloidnega srebra sem enako kot prej prestavila.



Slika 29: Čebulici z razdeljenimi koreninicami (Foto: Ž. Zager).

Predvidevala sem, da je bila čebulica iz vode slaba, saj ni pognala koreninic tako kot prejšnja čebulica v vodi, zato v rasti koreninic ni bilo bistvenih sprememb tudi potem, ko sem jo

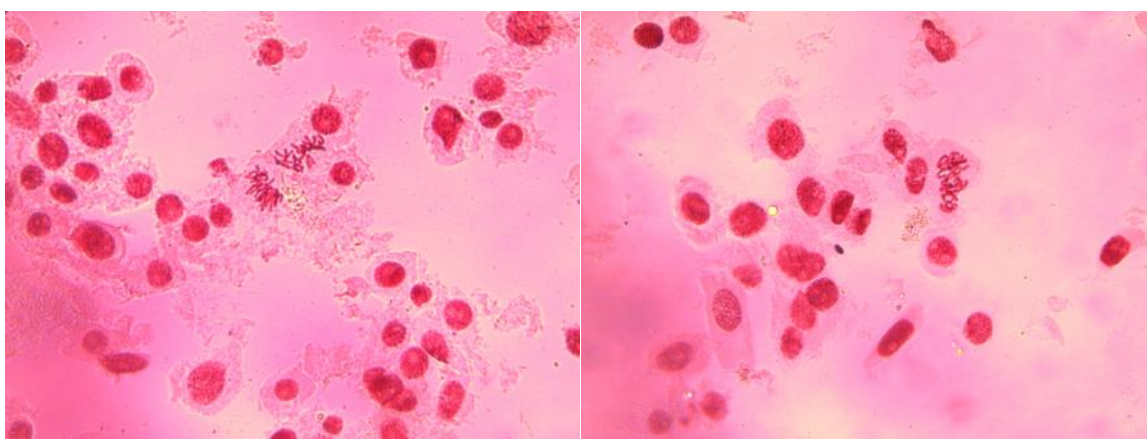
prestavila v razredčino koloidnega srebra. Čebulica, ki pa je prej rasla v razredčini koloidnega srebra, je potem bolje uspevala v vodi kot koloidnem srebru.

Test sem še enkrat ponovila z vodo in razredčino z manjšo koncentracijo koloidnega srebra. Čebulica v razredčini je sprva uspevala malo bolje kot tista v vodi, po dveh dneh pa je čebulica v vodi pognala daljše koreninice. V vseh ponovitvah testa sem opazila, da so v vsakem primeru bile koreninice po prvem dnevu v razredčinah gostejše kot tiste v vodi.

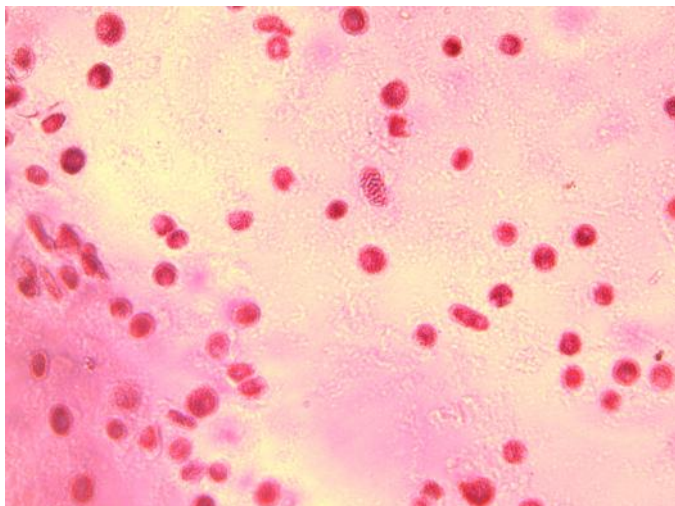


Slika 30: Koreninice po treh dneh (Foto: Ž. Zager).

Koreninice iz zadnje ponovitve sem uporabila za opazovanje mitoze.

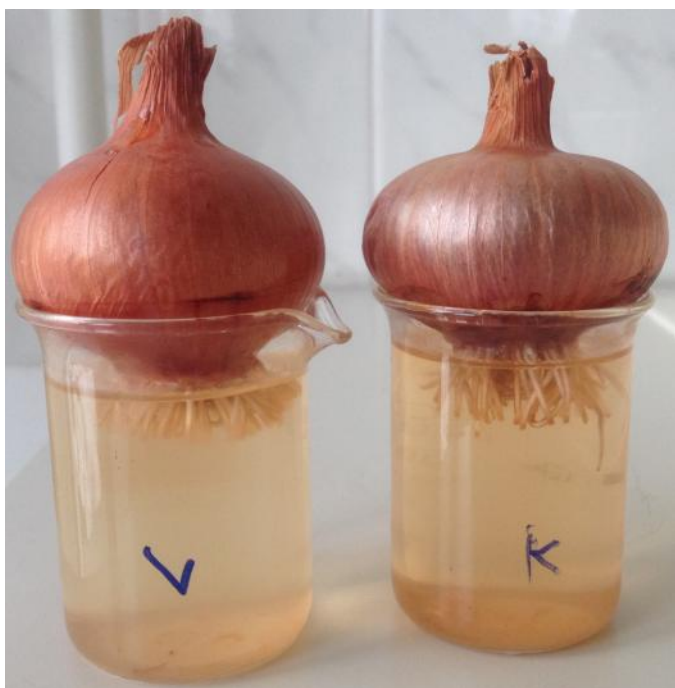


Slika 31 in slika 32: Jedra celic čebulice iz razredčine, 400-kratna povečava (Foto: Ž. Zager, mikroskop Leica).



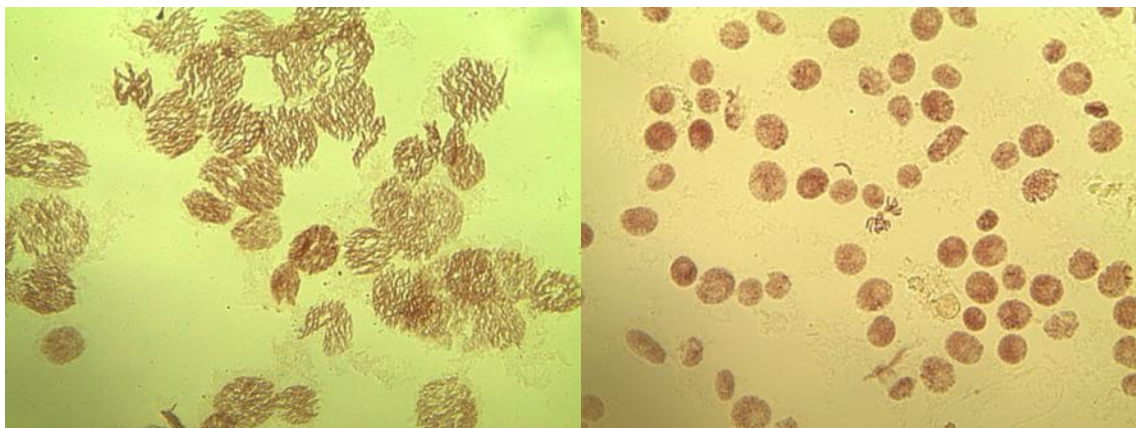
Slika 33: Jedra celic čebulice iz vode, 400-kratna povečava (Foto: Ž. Zager, mikroskop Leica).

Potem ko sem odrezala koreninice čebulic in jih dala v fiksativ, sem jih še naprej pustila rasti in po dveh dneh opazila, da so se koreninice čebulice v razredčini začele regenerirati, medtem ko tiste v vodi niso kazale sprememb.



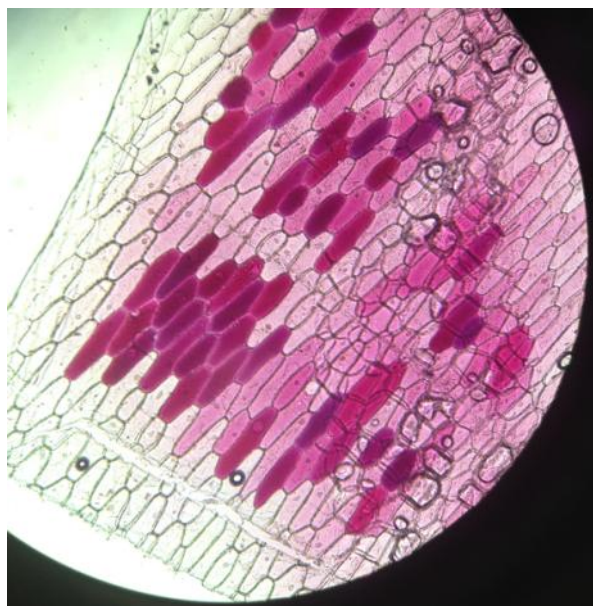
Slika 34: Čebulici po enem dnevu od rezanja koreninic (Foto: Ž. Zager).

Koreninice iz razredčine sem še enkrat pogledala pod mikroskopom in ugotovila, da imajo celice precej večja jedra in/ali pa so v različnih fazah mitoze. Dobro so bili vidni tudi kromosomi.

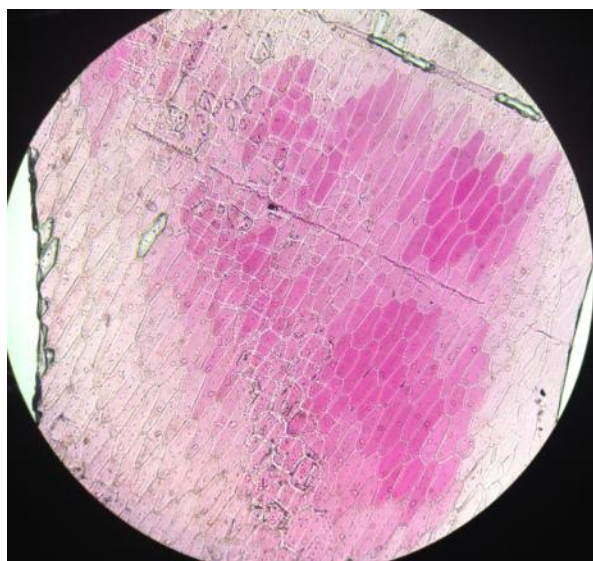


Slika 35 in slika 36: Jedra celic iz koreninic, zraslih po rezanju (Foto: Ž. Zager, mikroskop Leica).

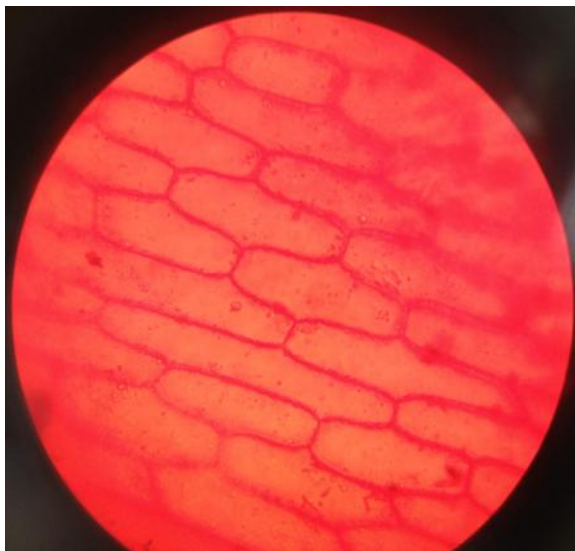
4.8 VPLIV NA RASTLINSKE IN ŽIVALSKÉ CELICE



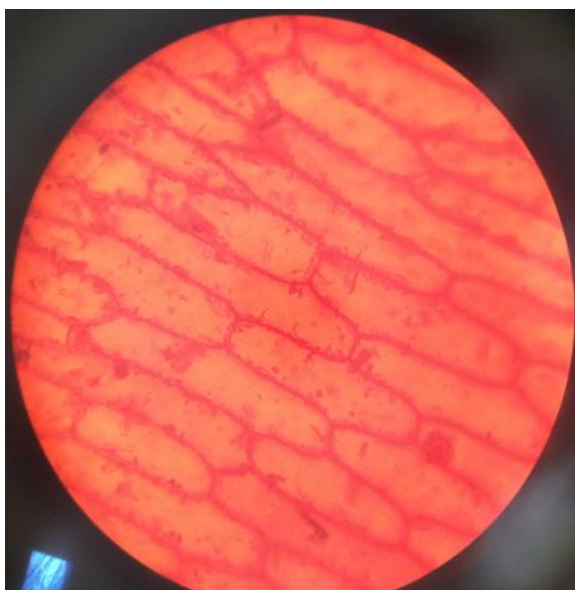
Slika 37: Celice povrhnjice luskolista rdeče čebule, 100-kratna povečava (Foto: Ž. Zager).



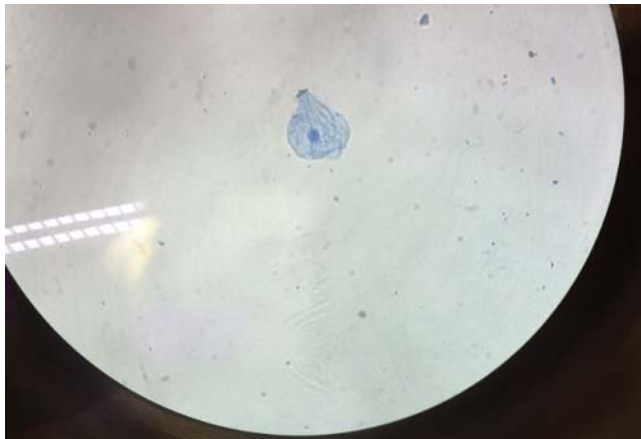
Slika 38: Celice povrhnjice luskolista rdeče čebule po eni uri v koloidnem srebru, 100-kratna povečava (Foto: Ž. Zager).



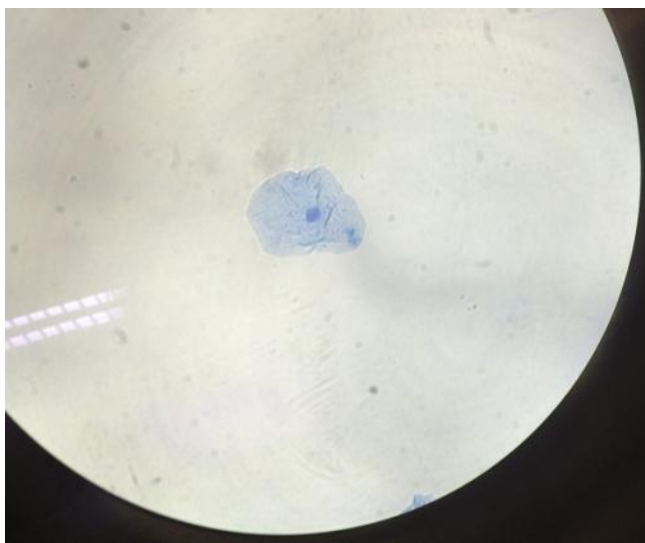
Slika 39: Obarvan preparat celic povrhnjice luskolista rdeče čebulice, ki je uspevala v vodi, 400-kratna povečava (Foto: Ž. Zager).



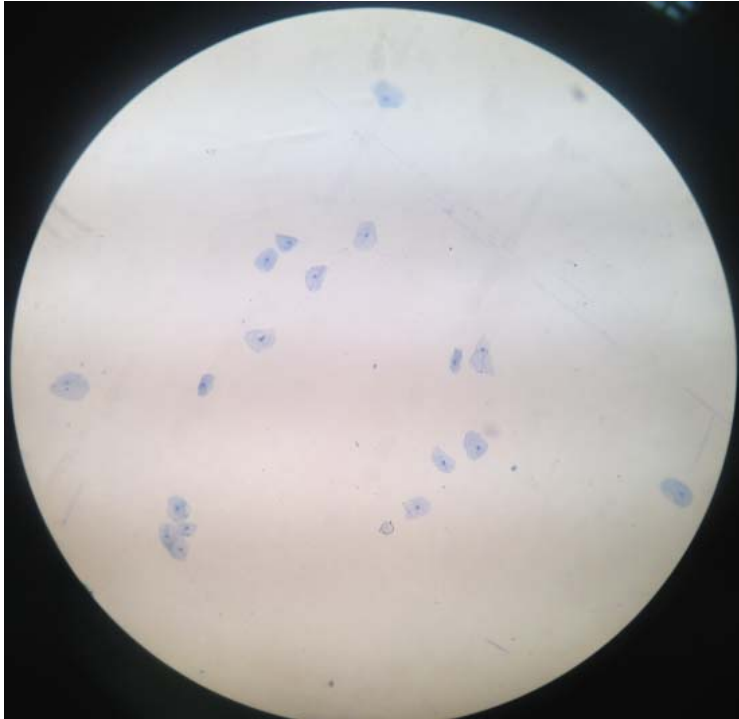
Slika 40: Obarvan preparat celic povrhnjice luskolista rdeče čebulice, ki je uspevala v koloidnem srebru, 400-kratna povečava (Foto: Ž. Zager).



Slika 41: Celica ustne sluznice, ki ni bila v koloidnem srebru, 400-kratna povečava (Foto: Ž. Zager).



Slika 42: Celica ustne sluznice, ki je bila v koloidnem srebru, 400-kratna povečava (Foto: Ž. Zager).



Slika 43: Živalske celice po tretiranju s koloidnim srebrom, 100-kratna povečava (Foto: Ž. Zager).

5 DISKUSIJA

Marsikdo je v zadnjem času že slišal za čudežno srebrno vodo, ki odpravlja vse vrste zdravstvenih težav in je uporabna še zlasti za konzerviranje hrane in vode, razkuževanje raznovrstnih površin, zdravljenje živali in rast rastlin. Proizvajalci oglašujejo koloidno srebro predvsem kot naravni antibiotik, ki uničuje preko sto znanih povzročiteljev bolezni, pri tem pa zdravljenje ne povzroča neprijetnih stranskih učinkov.

Slučajno sem slišala govorice o koloidnem srebru in sama po internetu preiskala različne vire, ki opisujejo koloidno srebro in njegove učinke. Nekateri učinki so se mi zdeli zelo zanimivi in hkrati malo neverjetni. Ker sem se o tem želela prepričati, sem se odločila izdelati raziskovalno nalogo z namenom dokazati učinke koloidnega srebra. Osredotočila sem se na učinke, za katere sem ocenila, da jih lahko preverim v šolskem biološkem laboratoriju. Uporabila sem predvsem metode, ki sem jih spoznala pri pouku biologije. Preverjala sem baktericidnost in fungicidnost koloidnega srebra, njegove vplive na rastlinske in živalske celice, na celično delitev, selektivno delovanje na nekoristne bakterije in njihove encime ter kako se obnese kot konzervans.

Z difuzijskim antibiogramom sem preverjala učinek koloidnega srebra na bakterije, ki naseljujejo različne površine, v primerjavi z običajnimi razkuževalnimi sredstvi.

V različnih internetnih virih sem zasledila, da ljudje pogosto uporabljajo koloidno srebro za izpiranje ustne sluznice za preprečevanje razvoja bakterij, zato sem vzela bris ustne sluznice pred izpiranjem s koloidnim srebrom in po njem. Po 24 urah se je na agarju videla očitna razlika. Kjer sem nanela bris po izpiranju, se je razvilo 30 kolonij, medtem ko je bris brez izpiranja pokazal nešteto bakterijskih kolonij.

Na izoliranih bakterijah iz brisa ustne sluznice sem koloidno srebro primerjala s sredstvi, ki jih najpogosteje uporabljamo bodisi kot zdravilo (antibiotik širokega spektra, propolis) ali zgolj kot sredstvo za ustno higieno (zobna pasta). Antibiogram ustne sluznice sem izvedla na navadnem agarju z Gram negativnim bacilom in na krvnem agarju z Gram pozitivnim kokom. Kot sem tudi pričakovala, je največjo inhibicijsko cono povzročil antibiotik širokega spektra tako na krvnem kot na navadnem agarju. Ker so na krvnem agarju zrastle presnovno zahtevnejše bakterije, ker so imele na razpolago več potrebnih hranilnih snovi za rast, se nobeno drugo sredstvo za uničevanje bakterij poleg antibiotika ni izkazalo kot učinkovito.

Zelo majhno inhibicijsko cono je naredil le propolis. Na navadnem agarju pa sta se kot srednje učinkovita izkazala propolis in zobna pasta, koloidno srebro pa je pokazalo manjše antibiotično delovanje. Tukaj moram poudariti, da so bakterije, testirane na hranljivem agarju, že prej pokazale določeno odpornost na koloidno srebro, saj so se razvile kljub izpiranju ustne sluznice s koloidnim srebrom.

Pri izvedbi antibiograma brisa dlani sem za primerjavo z delovanjem koloidnega srebra izbrala 70-odstotni alkohol, namensko razkužilo in tekoče milo. Antibiogram sem naredila na dveh kolonijah bakterij, ki sta bili najpogosteje zastopani - G pozitivni kok in G negativni bacil. Ugotovila sem, da sta se kot najučinkovitejši sredstvi za uničevanje bakterij na dlaneh izkazala milo in razkužilo. Pri alkoholu sploh ni bilo inhibicijske cone, zato se je izkazal kot neučinkovit, česar nisem pričakovala. Koloidno srebro pa je naredilo približno enako inhibicijsko cono kot pri antibiogramu brisa ustne sluznice na navadnem agarju, torej je pokazalo manjše antibiotično delovanje.

Poleg brisa dlani in ustne sluznice sem vzela še bris računalniške tipkovnice v učilnici, da bi preverila, kako se koloidno srebro odreže kot dezinfekcijsko sredstvo na površinah. Tipkovnico sem izbrala, ker je ena izmed najbolj uporabljenih predmetov, zato je tam tudi precej bakterij. Izolirane bakterije so bile Gram negativni koki. Za primerjavo z učinkovitostjo koloidnega srebra sem izbrala 70-odstotni alkohol ter šolsko čistilo za čiščenje različnih površin. Kot najučinkovitejše sredstvo se je izkazalo čistilo, alkohol je pokazal srednje antibakterijsko delovanje, koloidno srebro pa se je izkazalo približno enako kot pri antibiogramu dlani ter ustne sluznice na navadnem agarju.

V virih sem večkrat zasledila, da so srebro že od nekdaj uporabljali kot sredstvo za konzerviranje hrane in pijače. Od shranjevanja v srebrnih posodah, kjer se delci srebra prenesejo na vsebino in tako preprečujejo propadanje, do dodajanja srebrnikov v mleko, da bi se obdržalo dalj časa. Proizvajalci zato priporočajo dodajanje koloidnega srebra k hrani in pijači, ko nimamo na voljo drugih sredstev za konzerviranje (hladilnik), npr. na taborjenju. Poleg tega naj bi že nekaj mililitrov koloidnega srebra spremenilo oporečno vodo v pitno. To sem poskušala preveriti tudi sama z dodajanjem koloidnega srebra v mleko in vodo ter opazovala, če se bo vsebina res kasneje pokvarila kot mleko in voda brez koloidnega srebra. Učinkovitost sem testirala na sobni temperaturi in v hladilniku. Rezultate sem lahko senzorično ocenila le za mleko, saj med vodama ni bilo občutnih razlik. Mleko iz hladilnika, ki je imelo dodano koloidno srebro, je bilo videti, kot bi bile mlečnokislinske bakterije

aktivnejše, saj je bilo čvrstejše in tudi sirotka, ki je nastala na površini, je bila čistejša. Rezultati pa so bili drugačni za mleko na sobni temperaturi. Tukaj je bilo mleko brez koloidnega srebra čvrstejše, vsebovalo pa je dosti manj plesni kot mleko s koloidnim srebrom. Senzorično oceno sem dopolnila še z bakteriološkim testiranjem s cepitvijo vsebin na hranljivi agar. Testi z mlekom v hladilniku so pokazali, da se manj številne in različne kolonije razvijajo v mleku z dodanim koloidnim srebrom. Za vodo so bili rezultati še očitnejši.

Z izbranimi izoliranimi bakterijami, ki so se razvile v vodi brez dodanega koloidnega srebra in v vodi z njim ter v mleku s koloidnim srebrom, sem naredila še difuzijski antibiogram. Poleg čistega koloidnega srebra sem uporabila še tri različne razredčine koloidnega srebra in destilirane vode v razmerjih, ki jih največkrat priporočajo različni proizvajalci. Ugotovila sem, da na bakterije v mleku (Gram negativni koki) niso učinkovale ne razredčine ne nerazredčen pripravek koloidnega srebra. Na bakterije v vodi in vodo s predhodno dodanim koloidnim srebrom (Gram pozitivni koki in bacili) dokaj dobro učinkuje le čisto koloidno srebro. Z barvanjem bakterij po Gramu sem želela ugotoviti, katere skupine bakterij so občutljivejše na koloidno srebro. Iz dobljenih rezultatov to težko povzamem, ker ni bistvenih razlik v delovanju.

Na podlagi rezultatov bi lahko rekla, da je uporaba koloidnega srebra za ohranjanje neoporečnosti vode v posebnih primerih smiselna. Čeprav je koloidno srebro pokazalo določeno antibiotično aktivnost v brisu ustne sluznice, dlani in tipkovnice, ga sama za tovrstni namen ne bi uporabljala, saj je njegova učinkovitost zanemarljiva.

Koloidno srebro sem za izpiranje ustne sluznice tudi sama uporabila ob vnetju grla. Simptomi, ki sem jih občutila, npr. žgoč občutek v grlu, so se po izpiranju za dobre pol ure zmanjšali, nato pa so se spet pojavili. Enako izkušnjo je imelo tudi nekaj rednih uporabnikov koloidnega srebra, ki sem jih vprašala po njihovem mnenju o uporabnosti koloidnega srebra. Čeprav ne morem zagotovo trditi, si to odpravo simptomov razlagam kot bakterioštatični učinek koloidnega srebra, zato so se bakterije čez čas spet namnožile ter znova sprožile simptome vnetja. Ker nisem imela možnosti preveriti, če se koloidno srebro zaradi majhnosti delcev res ne nalaga v našem telesu, uporabe koloidnega srebra kot sredstva za izpiranje ustne sluznice in ohranjanje čistosti vode na dolgi rok ne morem svetovati.

Za ugotavljanje fungicidnosti koloidnega srebra sem preizkušala njegov vpliv na glive kvasovke (*Saccharomyces cerevisiae*). Suspenzijo presnovno aktivnih kvasovk sem tretirala s koloidnim srebrom v razmerju 1 : 1. Kontrolnim kvasovkam pa sem dodala vodo v enakem razmerju. Po eni uri sem opazila, da je približno polovica gliv v koloidnem srebru propadla, medtem ko so bile tiste brez koloidnega srebra še vse aktivne. Po dveh urah je bilo stanje kvasovk s koloidnim srebrom precej podobno stanju tistih, ki sem jih za primerjavo uničila s kuhanjem. Propad kvasovk sem opazovala s prodorom barvila v njihovo notranjost, ker je njihova membrana postala neselektivno prepustna. Z ugotovitvami iz tega eksperimenta lahko potrdim hipotezo, ki pravi, da koloidno srebro uničuje glive kvasovke. Čeprav je koloidno srebro te glive uničilo, ne morem zagotovo trditi, da se bo v praksi obneslo kot učinkovit antimiotik za zajedavske glivice. Kot primer lahko spet navedem izkušnjo uporabnice, ki je zaradi okužbe z glivo na izpuščaje redno nanašala koloidno srebro, da bi odpravila srbenje. Simptomi so res za nekaj časa prenehali, vendar pa so se čez čas spet pojavili, okužbe pa se ni znebila do uporabe kreme po predpisu zdravnika. Res je, da na podlagi tega primera uporabe ne morem odsvetovati, vendar pa koloidnega srebra ne morem priporočiti uporabnikom zgolj na podlagi svojega testa.

Proizvajalci navajajo, da je eden izmed glavnih razlogov, zakaj koloidno srebro uniči bakterije, ta, da uniči encime, ki jih vsebujejo. Hkrati pa ne uničuje encimov, ki jih najdemo v tkivih gostitelja. To sem preverjala na encimu katalazi s katalaznim testom. Ugotovila sem, da koloidno srebro ne denaturira niti bakterijske katalaze niti katalaze svinjskih jeter. Na podlagi teh rezultatov lahko delno ovržem hipotezo, ki pravi, da koloidno srebro uničuje katalazo iz bakterij, tisto iz jeter pa ne. Koloidno srebro torej ne vpliva na biokatalitično delovanje katalaze. Rezultat se mi zato zdi smiseln, saj koloidno srebro ne more različno vplivati na enak encim zgolj zato, ker se nahaja v drugem organizmu, tkivu ali celici.

Zanimivo se mi je zdelo dejstvo, da koloidno srebro uničuje vse bakterije razen koristnih bakterij v prebavnem traktu. Predvidevala sem, da če je to res, koloidno srebro ne bo vplivalo na fermentacijske sposobnosti probiotičnih bakterij, ki med drugimi naseljujejo naše prebavilo in jih lahko kot koristne bakterije vnašamo v prebavni trakt s probiotičnimi mlečnimi izdelki. Test je pokazal, da je kultura probiotikov, obdelana s koloidnim srebrom, tvorila manj čvrst jogurt kakor kontrolna kultura probiotikov, ki ni bila tretirana s koloidnim srebrom. Pokazal se je tudi obratno sorazmeren učinek – večje razredčine koloidnega srebra, manjša čvrstost novonastalega jogurta in obratno. Sklepam, da je pripravek koloidnega srebra zmanjšal število probiotičnih bakterij. Na podlagi rezultatov lahko ovržem hipotezo, da se fermentacijske

sposobnosti probiotikov po dodatku koloidnega srebra ne bodo spremenile. Iz tega lahko sklepam, da lahko ob stiku s koloidnim srebrom propadejo tudi koristne bakterije v prebavilih, če tega pravočasno ne absorbirajo celice sluznice prebavil.

V svoji raziskovalni nalogi sem preverjala tudi vpliv koloidnega srebra na rastlinske in živalske celice. Za rastlinske celice sem vzela celice rdeče čebule, saj je zaradi obarvanosti vakuolnega soka z njimi najlažje opazovati osmotske spremembe. Te spremembe sem opazovala tudi na celicah ustne sluznice, ki sem jih izolirala z odvzemom brisa. Za lažje opazovanje sem jih obarvala z metilenskim modrilom. V obeh primerih sem opazila, da je koloidno srebro na celice delovalo kot hipotonična tekočina in prodiralo skozi biotske membrane. Celice ustne sluznice so nabrekli, a niso lizirale. Iz vakuol v celicah rdeče čebule je vakuolni sok izstopil v okolišno tkivo, tega pa je nadomestil srebrov koloidni pripravek. To sem zasledovala z opazovanjem intenzitete barve vakuolnega soka.

Pod mikroskopom sem pogledala tudi tkivo okoli koreninic čebulice, ki je rasla v koloidnem srebru, in ga primerjala s tkivom, vzetim iz čebulice, ki je uspevala v vodi. Čeprav se je že s prostim očesom jasno videlo, da so koreninice, ki so bile v čistem koloidnem srebru, popolnoma uničene, so bile celice povrhnjice luskolista čebule normalne. Po dodatku barvila so se sicer pokazale razlike med celicami povrhnjice s koloidnim srebrom in brez njega. Žal se ne znam in ne morem opredeliti, ali gre za poškodbe ali ne.

S čebulnim testom sem v prvi fazi opazovala razliko v gostoti in hitrosti rasti koreninic čebulic. Poskus sem izvedla večkrat in primerjala vplive čistega koloidnega srebra in razredčine na rast koreninic v vodi. Opazila sem, da razredčina koloidno srebro : voda v razmerju 1 : 100 na začetku pospešuje bujnost in hitrost rasti koreninic v primerjavi z rastjo v vodi, kasneje pa se rast upočasni. Pri opazovanju vplivov koloidnega srebra na rast koreninic na kromosomski ravni v prvih petih dneh sem prišla do zelo zanimivih rezultatov. V petih preparatih mečkanca so bila jedra celic rastnega vršička koreninic čebulice, ki je uspevala v razredčini koloidnega srebra, večja. Večina celic je bila v profazi in v vsakem vidnem polju sem lahko opazila še preostale faze mitoze. Celice koreninic čebulice, ki je uspevala v vodi, pa so bile po večini v interfazi. Zasledila sem le nekaj profaz v petih preparatih mečkanca.

Ko sem te koreninice odrezala, sem opazila, da so se koreninice čebulice iz te razredčine regenerirale in znova pognale vršičke in tudi pospešeno poganjale nove koreninice. Iz njih sem ponovno pripravila mečkance in mikroskopirala. Tokrat so bila jedra še dosti večja,

ponekod pa so se lepo videli tudi samo veliko večji kromosomi. Na podlagi teh ugotovitev lahko zagotovo potrdim hipotezo, ki pravi, da koloidno srebro vpliva na celično delitev. Rezultat tega poskusa si razlagam tako, da koloidno srebro, verjetno kot izvencelične signalne molekule, vpliva na regeneracijske sposobnosti celice s pospešenim vplivom na mehanizem izražanja za to odgovornih genov. Ne izključujem tudi možnosti, da so se jedra in kromosomi povečali zaradi nabrekanja.

Ker sem to dokazala na rastlinskih celicah, ne morem trditi, da se bo tako odvijalo tudi v živalskih celicah. Kljub temu si bom glede na izsledke raziskave drznila predvidevati, kaj bi se lahko dogajalo z manjšimi ranami, ki bi jih oskrbeli s koloidnim srebrom. To bi delovalo kot blago razkužilo, ki ne bi poškodovalo okolišnih celic tkiv, bi pa sprožilo reakcije za hitrejše celjenje.

Ob izvajanju in z izsledki raziskovalnega dela so se mi porodila nova vprašanja in me spodbudila, da odgovore nanje poiščem v naslednji raziskovalni nalogi. Predvsem me zanima delovanje in možnost uporabe koloidnega srebra v biotehnologiji razvoja rastlinskih celičnih kultur v primerjavi z običajnimi regulatorji rasti.

In kaj bi spremenila, če bi se ponovno lotila te naloge?

Pri testiranju možnosti uporabe koloidnega srebra kot konzervansa bi v poskus vključila še surovo mleko in mleko iz mlekomata ter studenčnico in ustekleničeno vodo. Testiranja bi se lotila z ugotavljanjem skupnega števila mikroorganizmov pred uporabo koloidnega srebra in po njej. Pri testiranju delovanja koloidnega srebra na fermentacijske sposobnosti probiotikov bi uporabila čiste kulture probiotičnih bakterij za mlekarska cepiva in zmanjšala čas tretiranja s koloidnim srebrom ter natančno merila spremembo pH-ja. Za ugotavljanje denaturacije bakterijskih encimov s koloidnim srebrom bi izbrala tudi encim citohrom-c oksidazo, ki je del dihalne verige. S koloidnim srebrom bi tretirala posamezne bakterijske kolonije in kasneje ugotavljala njihove razmnoževalne sposobnosti na svežih gojiščih. Za kvantitativno vrednotenje osmotskih sprememb (nabrekanje, dehidracija) bi pri mikroskopiranju uporabila okularno merilce.

Med raziskovalnim delom sem sledila cilju in postavljenim hipotezam. Rezultati so pokazali, da koloidno srebro ima učinke. Ker pripravki iz koloidnega srebra niso standardizirani, poudarjam, da se dobljeni rezultati nanašajo na koloidno srebro in ustrezajo izključno koloidnemu srebru, ki sem ga uporabila v raziskavi.

Uporabnikom koloidnega srebra pa predlagam opreznost predvsem pri samozdravljenju z uživanjem »srebrne vode«, ker naše telo srebra ne potrebuje in ni znanstveno potrjenih dokazov o ugodnih vplivih na zdravje.

Če so ugodni baktericidni učinki koloidnega srebra raziskani in znani, pozivam farmacevtsko industrijo, da srebrove koloide standardizira in jih plasira na trg ter tako zmanjša potrošnjo antibiotikov, antiseptikov in razkužil.

6 ZAKLJUČEK

V zadnjem času velikokrat slišimo, da bodo antibiotiki čez čas postali neuporabni zaradi neučinkovitosti, bakterije so postale odporne proti njim in tudi zaradi njihove nekritične uporabe. Poleg tega pa lahko zdravila, ki jih predpisujejo zdravniki, povzročijo tudi neprijetne stranske učinke. Dosti ljudi se zato odloča za naravna zdravila, ki se jih v lekarnah sicer ne da dobiti, prodajajo pa se v spletnih trgovinah. V opisu izdelkov proizvajalci večkrat navajajo njegove neverjetne sposobnosti zdravljenja in uporabne vrednosti še na drugih področjih, s tem pa lahko zavajajo potrošnike. Ker je eden izmed takšnih izdelkov tudi koloidno srebro, sem v svoji raziskovalni nalogi preučila predvsem njegove lastnosti, ki se jih da preveriti v šolskem biološkem laboratoriju. Za dosego rezultatov sem si postavila 7 delovnih hipotez, in sicer:

1. Mleko in voda z dodanim koloidnim srebrom sta obstojnejša kot mleko in voda brez dodatka.
2. Koloidno srebro je dobro dezinfekcijsko sredstvo.
3. Fermentacijske sposobnosti probiotikov se po dodatku koloidnega srebra ne bodo spremenile.
4. Koloidno srebro uničuje bakterijski encim katalazo, katalaze iz jeter pa ne.
5. Kvasovke bodo po dodatku koloidnega srebra propadle.
6. Koloidno srebro vpliva na celično delitev.
7. Koloidno srebro vpliva na osmotske procese celic.

Na podlagi rezultatov sem lahko potrdila 1., 5., 6. in 7. hipotezo, 2. in 3. sem ovrgla, 4. pa delno potrdila. Pri tem sem si rezultate večinoma znala razložiti, medtem ko sem hipotezo, ki pravi, da koloidno srebro vpliva na celično delitev, sicer lahko potrdila, rezultatov pa si nisem znala povsem razložiti. Ker dobljenega rezultata nisem pričakovala in to ni bil osrednji del moje raziskovalne naloge, se mi je ob njem porajalo še veliko vprašanj, katerih ne nameravam pustiti neodgovorjenih. Delo bom vsekakor nadaljevala z naslednjo raziskovalno nalogo, v kateri bom pozornost posvetila prav vplivu koloidnega srebra na delitev celic.

7 POVZETEK

V zadnjem času se širi glas o pozitivnih učinkih naravnega antibiotika pod imenom koloidno srebro. Proizvajalci ta izdelek oglašujejo kot izjemno učinkovito naravno zdravilo, ki brez stranskih učinkov uničuje več sto povzročiteljev bolezni, hkrati pa ob preventivni uporabi pozitivno vpliva na splošno počutje in razbremenjuje imunski sistem.

Koloidno srebro naj bi se uporabljalo že pred več tisoč leti. Po odkritju antibiotikov pa je šlo v pozabo. Z duhovnim razvojem človeštva in ozaveščanjem o zdravilni moči narave pa koloidno srebro znova postaja zanimivo.

Moje raziskovalno delo temelji na skrbno načrtovanih poskusih, pri katerih sem ugotavljala učinke koloidnega srebra na bakterije, glive, rastlinske in živalske celice.

Ker naj bi bilo koloidno srebro tako za notranjo kot zunanjo rabo, hkrati pa tudi učinkovito za razkuževanje, sem to testirala z difuzijskim antibiogramom v primerjavi z običajnimi razkuževalnimi sredstvi na brisu ustne sluznice, dlani in tipkovnice. Preverila sem tudi možnost uporabe pri konzerviranju mleka in vode. Po dodatku koloidnega srebra sem ugotavljala ohranjanje fermentacijske sposobnosti probiotikov. Njegovo izbirno in hitrejše delovanje na bakterijske encime sem preizkusila s katalazo, sproščeno iz bakterij in jeter. Zanimalo me je tudi, ali res vpliva na pospešeno delitev celice, kar sem preverila s čebulnim testom. V eksperimente sem vključila tudi opazovanje ozmotskih sprememb v celicah.

Dobljeni baktericidni rezultati nakazujejo učinkovanje koloidnega srebra, a so manjši v primerjavi z drugimi kemičnimi sredstvi. Učinkuje na glive kvasovke, ki v kratkem času propadejo, prav tako na probiotike in ne vpliva na delovanje encima. V primerni razredčitvi deluje na delitev celic koreninskega rastnega vršička sprva pospeševalno, kasneje zaviralno.

Ugotovitve mojega raziskovalnega dela težko prenesem na možnost uporabe za ohranjanje zdravja in zdravljenje. Uporabnikom le predlagam opreznost predvsem pri samozdravljenju.

8 ZAHVALA

Raziskovalne naloge vsekakor ne bi uspela izdelati brez strokovne in moralne podpore več oseb. Zato bi se rada zahvalila vsem tistim, ki so mi na kakršen koli način pomagali pri izvedbi raziskovalnega dela.

Najprej se iz srca zahvaljujem svoji mentorici ge. Ireni Štimac, univ. dipl. biol., za vse znanje, pomoč in podporo, brez katerih raziskovalne naloge nikakor ne bi mogla pripeljati do konca.

Zahvaljujem se tudi ge. Zali Tešanovič, laboratorijski asistentki pri biologiji, ki mi je s svojimi spretnostmi pomagala pri izvedbi nekaterih eksperimentov.

Iskrena zahvala gre tudi ge. Andreji Gumzej, profesorici slovenščine in moji razredničarki, ki je raziskovalno nalogo lektorirala.

Hvala tudi mag. Tanji Veselko Vinko, dr. vet. med., vodji službe kontrole, in ge. Damjani Stopar, vodji laboratorija za bakteriološke analize kakovosti izdelkov, za ves donirani material, brez katerega ne bi mogla izvesti bakterioloških poskusov.

Zahvaljujem se tudi moji družini za vso finančno, še posebej pa moralno podporo. Iz srca hvala pa predvsem moji mami, ki mi je na pomoč priskočila, ko mi je težave povzročalo urejanje raziskovalne naloge.

Zahvalila bi se tudi vsem, ki so kakor koli pripomogli k nastanku te naloge in jih nisem posebej imenovala.

Vsem še enkrat iz srca hvala!

9 LITERATURA

- ~ Alt, V., Bechert, T., Steinrucke, P., Wagener, M., Seidel, P., Dingeldein, E., Domann, E. in Schnettler, R.: An in vitro assessment of the antibacterial properties and cytotoxicity of nanoparticulate silver bone cement, *Biomaterials* (tisk 2003).
- ~ Bechert, T., Steinrucke, P.: Antiinfektive Oberflächen – Mit Nanoteilchen gegen Mikroorganismen, *Informationsblatt der Bio-gate GmbH, Nürnberg* (Stanje: 2003)
- ~ Božič, M., Predin, R., Trehtar, M. 2006. *Mikrobiologija: delovni zvezek za mikrobiološke vaje*. DZS, Ljubljana.
- ~ Članek o koloidnem srebru
<http://www.pozitivke.net/article.php/Koloidno-Srebro-Slovenija-Zdravnik-Zdrav/>
(14.2.2014).
- ~ Guhring, I. K.: *Mikrobieller Befall von Elektrotauchlack in der Automobilindustrie, invaguralna disertacija na univerzi Universität Stuttgart*: 2000.
- ~ Forum – Boštjan Martinc, mag. farm.
<http://med.over.net/forum5/read.php?279,6568633/> (9.10.2014)
- ~ Kaj je koloidno srebro?
<http://www.koloidnosrebro.net/kaj-je-koloidno-srebro/2.html/> (9.10.2013).
- ~ Koloid
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Koloid/> (10.1.2014).
- ~ Koloidno srebro
http://sl.wikipedia.org/wiki/Koloidno_srebro/ (24.8.2013).
- ~ Landsdown, A. B. G.: »Silver 1: Its antibacterial properties and mechanism of action«, v: *Journal of wound care* 11 (2), 2002a, str. 125-130.
- ~ Ocepek, R., Schauer, P., Sterle, M., Verčkovnik, T., Vrščaj, D. 1986. *Biološko laboratorijsko in terensko delo II*. Državna založba Slovenije, Ljubljana.
- ~ Parker, J.N. in Parker, P.M.: *Colloidal Silver. A Medical Dictionary Bibliography and Annotated Research Guide to Internet References*, San Diego: ICON Group International Inc., 2003.

~ Pies, J. 2012. Zdravilni učinki koloidnega srebra. Ara založba, Ljubljana.

~ Vse o koloidnem srebru

http://www.stopalko.si/wp/?page_id=42/ (24.8.2013).