

OSNOVNA ŠOLA GUSTAVA ŠLIHA VELENJE
VODNIKOVA 3, 3320 VELENJE

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

**MIKROBIOLOŠKA IN BIOLOŠKA ANALIZA IZBRANIH
VODNIH FILTROV**

Tematsko področje: MIKROBIOLOGIJA

Avtorici:

Anja Trupej, 8. razred

Mentorici:

Suzana Pustinek, prof. biol.
mag. Anita Povše, prof. biol. in kem.

Velenje, 2011

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Gustava Šiliha Velenje.

Mentorici: Suzana Pustinek, prof. biol.
mag. Anita Povše, prof. biol. in kem.

Datum predstavitve:

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Rn
- KG vodni filtri / BRITA filter / vodna fontana / bakterije / okušanje vode / mikrobiološka analiza
- AV TRUPEJ, Anja
- SA PUSTINEK, Suzana / POVŠE, Anita
- KZ 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3
ZA OŠ Gustava Šiliha Velenje
LI 2011
- IN **MIKROBIOLOŠKA IN BIOLOŠKA ANALIZA IZBRANIH VODNIH FILTROV**
- TD Raziskovalna naloga
- OP IX, 33 s., 2 tab., 19 sl., 2 graf., 18 ref.
- IJ SL
- JI sl
- AI Vodni filtri predstavljajo pomemben dejavnik pri zagotavljanju čiste, pitne vode. V raziskavi je bila opravljena mikrobiološka analiza vzorcev brisa BRITA filtra, vodne fontane in vodovodne pipe. Opravljena je bila tudi mikrobiološka analiza vod iz omejenih virov. 30 preizkuševalcev je ocenjevalo okus vode iz BRITA filtra, vodne fontane in vodovodno vodo. Biološka analiza vod iz izbranih filtrov je bila narejena na podlagi kalitve semen vodne kreše in na podlagi rasti korenin čebulic. Mikrobiološki rezultati so pokazali, da v brisih in vzetih vzorcih vod ni prisotnih nevarnih ali zdravje škodljivih bakterij. Vodna kreša je najbolj kalila na podlagi, namočeni z vodo iz BRITA filtra. Najdaljše koreninice čebule so zrasle v vzorcu z vodo iz vodne fontane. Rezultati preverjanja okusa so pokazali, da vodni filtri ne spremenijo bistveno okusa vode.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KAZALO VSEBINE	IV
KAZALO TABEL	VI
KAZALO GRAFOV.....	VI
KAZALO SLIK	VII
SEZNAM OKRAJŠAV	VIII
SLOVARČEK.....	IX
1 UVOD.....	1
2 PREGLED OBJAV.....	2
2.1 FILTRIRANJE VODE SKOZI ZGODOVINO	2
2.2 DELOVANJE VODNIH FILTROV.....	4
2.2.1 BRITA filter.....	5
2.2.2 Vodna fontana.....	6
2.3 BAKTERIJE.....	7
2.3.1 Odkritje bakterij.....	8
2.3.2 Zgradba bakterijske celice.....	8
2.3.3 Razmnoževanje bakterij.....	9
2.3.4 Pomen bakterij za človeka	9
2.3.5 Bakteriološka gojišča.....	10
2.4 ZAKONSKE OSNOVE.....	11
3 METODE DELA.....	13
3.1 TESTIRANJE OKUSA VODE.....	13
3.2 MIKROBIOLOŠKA ANALIZA BRISOV	13
3.3 MIKROBIOLOŠKA ANALIZA VZORCEV VODE.....	15
3.4 BIOLOŠKA ANALIZA VZORCEV VODE	17
4 REZULTATI.....	19
4.1 REZULTATI TESTIRANJA OKUSA VODE	19
4.2 MIKROBIOLOŠKI REZULTATI BRISOV	19
4.3 MIKROBIOLOŠKI REZULTATI VZORCEV VODE.....	21
4.4 REZULTATI BIOLOŠKE ANALIZE VZORCEV VODE.....	22

5 DISKUSIJA	25
6 ZAKLJUČEK.....	29
7 POVZETEK	30
8 ZAHVALA.....	32
9 LITERATURA.....	33

KAZALO TABEL

TABELA 1: REZULTATI ANALIZE BRISOV.....	20
TABELA 2: ŠTEVILO KOLONIJ IN IZBRANIH BAKTERIJ NA 1 ML VZORCA. NAPAKA! ZAZNAMEK NI DEFINIRAN.	

KAZALO GRAFOV

GRAF 1: ŠTEVILO RAZLIČNIH VRST BAKTERIJ V VZETIH VZORCIH BRISOV.....	25
GRAF 2: ŠTEVILO KOLONIJ V VZORCIH VODE PRI 36°C IN 22°C.	26

KAZALO SLIK

SLIKA 1:	ČIŠČENJE VODE V STAREM EGIPTU (PITNA VODA ..., 2011).....	2
SLIKA 2:	VRČEK Z BRITA FILTROM (BRITA FILTRI, 2011).....	5
SLIKA 3:	VODNA FONTANA (VODNA FONTANA, 2011).....	6
SLIKA 4:	BAKTERIJA (BAKTERIJA, 2011).....	7
SLIKA 5:	ZGRADBA BAKTERIJSKE CELICE (PROKARIONTSKA CELICA, 2011).	8
SLIKA 6:	RAZMNOŽEVANJE BAKTERIJ (RAZMNOŽEVANJE BAKTERIJ, 2011).	9
SLIKA 7:	<i>ESCHERICHIA COLI</i> (TOP 10 ..., 2011).	12
SLIKA 8:	TESTIRANJE OKUSA VODE IZ RAZLIČNIH VIROV (FOTO: P. CVIKL).	13
SLIKA 9:	JEMANJE BRISOV NA USTJU, OB IZTOKU VODE (FOTO: S. PUSTINEK).	14
SLIKA 10:	JEMANJE VZORCEV VODE IZ VODNE FONTANE (FOTO: S. PUSTINEK).....	15
SLIKA 11:	RAST BAKTERIJ NA KRVNEM AGARJU (FOTO: A. TRUPEJ).	16
SLIKA 12:	ŠTETJE BAKTERIJ (FOTO: A. TRUPEJ).....	16
SLIKA 13:	PRIPOMOČEK ZA CEPLJENJE BAKTERIJ (FOTO: A. TRUPEJ).....	17
SLIKA 14:	PRIPRAVA PETRIJEVK ZA RAST VODNE KREŠE NA VODAH IZ RAZLIČNIH VIROV (FOTO: A. TRUPEJ).....	18
SLIKA 15:	PRIPRAVA EPRUVET ZA RAST KORENINIC ČEBULICE V VODAH IZ RAZLIČNIH VIROV (FOTO: A. TRUPEJ).....	18
SLIKA 16:	ODVZETI VZORCI BRISOV PRIPRAVLJENI ZA ANALIZO (FOTO: A. TRUPEJ).	21
SLIKA 17:	MEMBRANSKA FILTRACIJA VZORCEV VODE (FOTO: A. TRUPEJ).	21
SLIKA 18:	REZULTATI RASTI VODNE KREŠE NA VODI IZ RAZLIČNIH VIROV (FOTO: A. TRUPEJ).....	23
SLIKA 19:	REZULTATI RASTI KORENIN ČEBULICE V VODI IZ RAZLIČNIH VIROV (FOTO: A. TRUPEJ).....	24

SEZNAM OKRAJŠAV

OŠ	Osnovna šola
in sod.	in sodelavci
npr.	na primer
oz.	oziroma
itd.	in tako dalje

SLOVARČEK

AGAR: (malajsko agar-agar za užitne morske alge), sestavljen galaktan, ki ga v želatinasti obliki uporabljamo, za trdna in poltrdna bakteriološka gojišča. Ima dve poglavitni sestavini: agarozo in agaropektin. Agar gel je prozoren in se strjuje pri 45°C. V gojiščih je navadno kot 1,5% ali manj. Sterilne agarje pripravljamo tako, da avtoklaviramo suspenzijo agarja v vodi. Z dodajanjem drugih snovi je agar dobro gojišče za bakterije. Krvni agar: dodamo 5-10% citirane ali defibrinirane krvi pri približno 50°C. Agar pridelujejo nekatere rdeče alge, npr. vrste rodu *Gelidium* (Likar, 1987).

INKUBATOR: naprava, ki jo uporabljajo v laboratorijih v katerih ohranjajo temperaturo okolja v termostatsko nadzorovanih omarah. Navadno izberejo optimalne temperature za rast mikroorganizmov ali za maksimalne hitrosti biokemičnih reakcij ali imunoloških testov. Posebni inkubatorji omogočajo tudi nadzorovanje vlage, svetlobe, sevanj in drugih dejavnikov (Likar, 1987).

CITOPLAZMA: celična tekočina iz citosola, v katerega so potopljeni organeli, razen celičnega jedra, ki ga ne štejemo v citoplazmo, saj ga ta le obdaja. Sestavljena je iz različnih snovi, predvsem iz vode in beljakovin. V njej se pri rastlinski celici nahajajo še vakuole (mehurčki s celičnim sokom) in kloroplasti (klorofilna zrna, ki vršijo fotosintezo). V njej potekajo vsi procesi razen razmnoževanja.

NUKLEOTIDI: osnovni gradniki nukleinskih kislin DNK in RNK. Nukleotid je sestavljen iz sladkorja (pentoze), dušikove baze in fosfatne skupine.

1 UVOD

V zgodovini je bila voda edinstvenega pomena. V današnjem času ravnamo z njo, kot z naravnim virom v brezmejnih količinah. Ljudje ne znajo varčevati z vodo in nekaterim je le malo mar, kakšno vodo pijejo in kakšno bodo čez nekaj let pili njihovi otroci. Onesnaženost vode se je v zadnjih nekaj letih močno povečala. Raziskave kažejo, da so bakterije, ki prenašajo nevarne bolezni, kot je kolera, že v vodovodih ceveh. Po svetu, večinoma v Afriki, ljudem voda pomeni naravni dar, ki ga skrbno varčujejo.

Zdrava pitna voda je najpomembnejše živilo, s katerim mora biti preskrbljeno vsako gospodinjstvo. Zato so različni načini čiščenja in filtriranja vode zelo pomembni za dobro preskrbo s pitno vodo. Ljudje so veliko načinov prečiščevanja vode povzeli od Starih Grkov in Egipčanov. Danes je na tržišču mogoče kupiti različne vodne filtre, katerih osnovni princip delovanja se le malo razlikuje.

Osnovno vprašanje moje raziskave je bilo, ali je voda iz vodnih filtrov boljša od vodovodne vode. Ker so vodni filtri ves čas mokri, so idealno gojišče za bakterije, zato me je zanimala predvsem mikrobiološka analiza vod iz izbranih vodnih filtrov. Zanimalo me je ali filtrirana voda v primerjavi z vodovodno vodo pospešuje rast rastlin. Na osnovi okušanja vode pa sem želela ugotoviti ali voda, ki preteče skozi filter spremeni okus in ali to večina preizkuševalcev zazna.

HIPOTEZE:

- Vodovodna voda bo vsebovala najmanj bakterij.
- Na brisu iz vodovodnega pritoka se bo razvilo manj bakterij, kot na brisu iz filtra.
- Po okusu se vodovodna voda ne bo razlikovala od vode iz filtra.
- Rastline bodo bolje uspevale v vodi iz filtra.
- Med vodami iz različnih filtrov ne bo bistvenih razlik.

2 PREGLED OBJAV

2.1 FILTRIRANJE VODE SKOZI ZGODOVINO

Voda je nujni predpogoj za nastanek slehernega življenja in civilizacije. Iz tega lahko sklepamo, da je vsaka, še tako primitivna civilizacija morala poznati načine pridobivanja vode. Arheologi in zgodovinarji še dandanes niso zaključili raziskav na tem področju, ker se ves čas vrstijo nova odkritja (Pitna voda ..., 2011).

Starodavni Egipt

Egipt leži ob reki Nil, ki vsako leto poplavlja in že tisočletja navdihuje življenje Egipčanov. Zgodnje egipčanske poslikave iz 13. in 15. stoletja pred našim štetjem tako prikazujejo napravo za sedimentacijo (usedanje delcev v tekočini) in sifone (sesalne natege) iz stenja. Znanstveniki predvidevajo, da so stari Egipčani za odstranjevanje trdnih delcev iz vode uporabljali galunovec (vrsta kamnine) (Pitna voda ..., 2011).



Slika 1: Čiščenje vode v starem Egiptu (Pitna voda ..., 2011).

Stara Grčija

Ljudje so včasih menili, da je voda čista, če je prozorna in bistra. Slavni Grk Hipokrat, oče medicine, je v 5. stoletju pred našim štetjem izumil tako imenovani »Hipokratov rokav«, torbo iz blaga, v kateri je bila shranjena deževnica (Pitna voda ..., 2011).

Stari Rim

Spretni inženirji starodavnega Rima so ustvarili sistem za oskrbo z vodo oziroma akvadukt, po katerem se je dnevno pretakalo 600 litrov vode. Javni sistemi za oskrbo s pitno vodo so se prvič pojavili v 3. stoletju pred našim štetjem v Rimu, Grčiji, Kartagini in Egiptu (Pitna voda ..., 2011).

Srednji vek (500-1600 našega štetja)

V tem obdobju skorajda ni bilo napredka na področju čiščenja vode. O tem priča podatek, da je Sir Francis Bacon, veliki elizabetinski filozof, naštel samo 10 znanstvenih poskusov, povezanih s čiščenjem vode, ki so bili izvedeni v obdobju zadnjih 1000 let (Pitna voda ..., 2011).

17. in 18. stoletje

K nadaljnjemu razvoju obdelave vode sta pripomogla dva na videz nepovezana izuma: izum mikroskopa leta 1680 in izum peščenega filtra leta 1685. Z mikroskopom so ljudje prvič lahko videli mikroskopsko majhne organizme, ki živijo v vodi. Peščeni filtri pa so čez plasti drobnega peska precejali vodo in v pesku zadržali usedline, ki so bile poprej pomešane z vodo. S tema dvema izumoma je človek iznašel način, kako pridobivati vodo tako, da bo zdravju neškodljiva (Pitna voda ..., 2011).

19. in 20. stoletje

Prvi objekt za predelavo vode je bil zgrajen leta 1804 v mestu Paisley na Škotskem. Za to je zaslužen John Gibb, ki je napeljal sistem za potrebe svojega belišča in mesta. Leta 1807 so vodo iz tega sistema dobavljali tudi ljudem v drugem mestu, Glasgowu (Pitna voda ..., 2011).

Leta 1806 je v Parizu začela delovati vodna čistilna naprava. Delovala je s pomočjo filtrov, narejenih iz peska in oglja, ki so jih menjali vsakih 6 ur. Črpalke so poganjali konji, voda pa je morala pred filtracijo stati 12 ur (Pitna voda ..., 2011).

Vodo so začeli razkuževati leta 1906 v Franciji, v Nici, ko so odkrili, da ozon deluje kot razkuževalno sredstvo. Vendar pa je bil postopek ozonizacije prezahteven in predrag. Tako so leta 1908 v Ameriki za razkuževanje vode prvič uporabili natrijev hiperklorit. Ob koncu 19. stoletja je kloriranje vode postalo najbolj razširjena metoda razkuževanja v ZDA. Število obolelih za tifusno grižo in kolero je začelo strmo padati. Do leta 1920 je tako uporaba kloriranja in filtracije v ZDA praktično izničila vse bolezni, ki se prenašajo z vodo (hidrične epidemije) (Pitna voda ..., 2011).

2.2 DELOVANJE VODNIH FILTROV

S filtriranjem se iz vode odstranijo različne primesi, ki lahko vplivajo na kvaliteto vode ali le na njen izgled. Vodovodna voda lahko vsebuje pesek, težke kovine, pesticide, fekalije in bakterije, v vsakem primeru pa vsebuje tudi klor. V osnovi poznamo tri načine čiščenja vode, in sicer mehansko, kemijsko in biološko čiščenje. Za široko uporabo v različnih filtrih, ki jih lahko uporabljamo v gospodinjstvih, je najbolj primeren mehanski (fizikalni) način čiščenja vode. Z mehanskimi filtri iz vode odstranimo predvsem mehanske nečistoče, delce rje, pesek, vodno sluz. Tako preprečimo nabiranje umazanije v ceveh, na sanitarnih armaturah in mrežicah na pipah (Vrste čistilnih sistemov ..., 2011). Princip delovanja teh filtrov je takšen, da se v prvem koraku odstranijo delci, ki so fizično manjši od stopnje filtracije. Druga stopnja filtracije je po navadi stisnjeno aktivno oglje. Tu se vrši proces odstranjevanja težkih kovin (svinec, živo srebro, kadmij,...), kemičnih kontaminantov (pesticidi, atrazin, klor,...) in nečistoč večjih od 0,45 mikrona (azbest, bakterije, fekalije,...). Zadnja stopnja filtracije je navadno stopnja končnega filtra, ki zagotavlja čvrstost vložka in preprečuje kakršnokoli izgubo filtrirnega materiala (Vrste čistilnih sistemov ..., 2011).

Poznani so tudi drugi načini čiščenja vode. Eden od takšnih je tudi čistilnik pitne vode na osnovi reverzne osmoze. Ta učinkovito odstrani praktično vse kontaminante v vodi, prav tako minerale in soli. Princip delovanja je takšen, da se s povečanim pritiskom vode omogoči le pretok molekule vode skozi membrano. Ker je premer luknjic v membrani samo 0,0001 - 0,001 mikrona, skozenj priteče samo molekula H₂O in zelo drobni minerali. Bakterije, virusi, težke kovine, pesticide, nitrati, nitriti, kemični elementi in nečistoče, pa se odplavijo v odtok (Vrste čistilnih sistemov ..., 2011).

Kakovost vodnih filtrov je odvisna od upoštevanja navodil: menjava filtra, razkuževanje itn. Filter se čez čas izrabi in njegov učinek upade. Če ne zamenjamo filtra, kot nam predpisujejo navodila, je velika verjetnost, da se bodo namnožile bakterije.

2.2.1 BRITA filter

Vodovodna voda, sicer varna za pitje, lahko vsebuje snovi, ki vplivajo na vonj in okus vode, kot so klor, organske nečistoče in določeni pesticidi. BRITA filtri zmanjšujejo vsebnost teh snovi in tudi težkih kovin, npr. svinec ter baker. Topli in hladni napitki, pripravljene s filtrirano vodo, so zato boljšega okusa in lepšega izgleda. BRITA je idealna za uporabo pri kuhanju in pripravi hrane. Zmanjša tudi trdoto vode, ki povzroča vodni kamen na gospodinjskih aparatih npr. grelnikih (BRITA filtri, 2011).



Slika 2: Vrček z BRITA filtrom (BRITA filtri, 2011).

Za BRITA filter je značilna 4-stopenjska filtracija:

Korak 1: Intenzivna predfiltracija - voda teče skozi fino mrežico za predfiltracijo.

Korak 2: Filtracija z ionskim izmenjevalcem - ionski izmenjevalec zmanjša vsebnost apnenca (karbonatna trdota), aluminija in nekaterih težkih kovin (kot so svinec in baker).

Korak 3: Filtracija z aktivnim ogljem - aktivno oglje bistveno zmanjša vsebnost snovi, ki vplivajo na vonj in okus vode, kot so klor in organske nečistoče ter pesticidi.

Korak 4: Intenzivna končna filtracija - posebna fina mrežica preprečuje sprostitve delcev (BRITA filtri, 2011).

2.2.2 *Vodna fontana*

Vodno fontano uporabljamo večinoma na javnih mestih. Na voljo nam je topla in hladna voda. Vodna fontana deluje tako kot ostali filtri za gospodinjstva, samo da omogoča večjo količino pretočene vode. Pri čiščenju vode filtri odstranijo tudi klor, ki se nahaja v vodi.



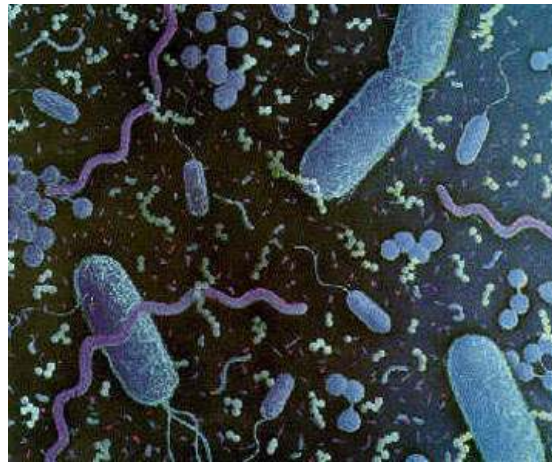
Slika 3: Vodna fontana (Vodna fontana, 2011).

S pomočjo mehanskih filtrov v vodni fontani lahko iz vode odstranimo pesek, rjo in blato. Manjša je pora na mehanskemu filtru, manjše delce bomo lahko odstranili. Mehanski filtri lahko imajo pore z velikostjo od 0,5 do 50 mikronov. Klor iz vode odstranijo s pomočjo ogljenega filtra, ki nase veže raztopljene kemične spojine, ki se pojavljajo v vodi. Menjava ogljenega filtrskega vložka se priporoča vsakih 6 mesecev. O življenjski dobi filtrskih vložkov je težko govoriti, ker je ta odvisna od kvalitete vstopne vode. Bolj je ta čista, daljša je življenjska doba in obratno. Ob uporabi ogljenih filtrskih vložkov se mikroorganizmi nabirajo na filtru in tam ostanejo živi. Poleg tega pa se še razmnožujejo, saj je oglje organska snov in predstavlja hrano mikroorganizmom. Vodne fontane nam omogočajo tudi uporabo mikrobiološkega filtrskega vložka, pri katerem ostanejo mikroorganizmi na filtru pritrjeni, in ker je na osnovnem materialu nanos baktericida, nimajo hrane in tam tudi odmrejo (Vodna fontana, 2011).

2.3 BAKTERIJE

Bakterije (znanstveno ime *Bacteria*) so velika skupina enoceličnih in večinoma mikroskopskih živih organizmov, z razmeroma preprosto celično strukturo brez celičnega jedra in brez organelov, kot so mitohondriji ali kloroplasti. Bakterije so prokarionti, za razliko od organizmov s kompleksnejšimi celicami, imenovanimi evkarionti. Izraz »bakterija« se včasih uporablja za vse prokarionte, drugič pa le za evbakterije (Bakterije, 2011).

Bakterije so mikroskopsko drobni enoceličarji s trdno membrano. To so najmanjša živa bitja, velika samo nekaj mikrometrov. Poznamo tri osnovne oblike: krogljice (koke), ravne paličice (bacile) in spiralno zavite (vibrione, spirile in spirohete) (Likar, 1961).



Slika 4: Bakterija (Bakterija, 2011).

Bakterij je med vsemi organizmi največ. Najdemo jih tako v zemlji, vodi in zraku ter v simbiozi z drugimi organizmi. Številni patogeni so bakterije. Večina med njimi je zelo majhnih in merijo v dolžino 0,5–5 μm ; obstajajo pa tudi orjaške bakterije, kot sta *Thiomargarita namibiensis* in *Epulopiscium fishelsoni*, ki zraseta v dolžino do 0,5 mm. Praviloma imajo celično steno, tako kot rastline in glive, vendar pa z zelo različno sestavo peptidoglikanov. Številne se premikajo z bičkom, ki pa se po strukturi razlikuje od bičkov drugih skupin (Sušnik, 1991).

2.3.1 Odkritje bakterij

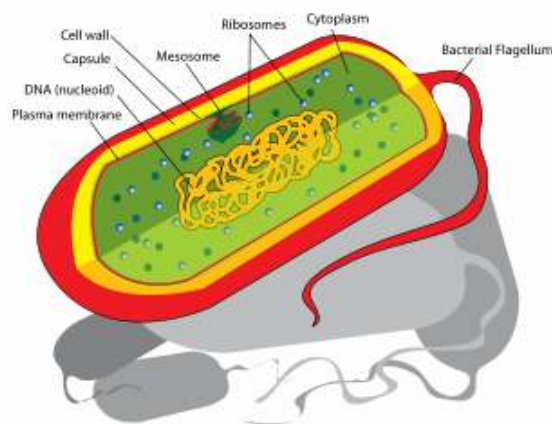
Ljudje bistrega uma so že v davni zgodovini pisali, da kužne bolezni povzročajo živa bitja. *Varroin Columello* naj bi v 1. stoletju našega štetja začel opisovati nevidna živa bitja »animaila minuta« (Likar, 1961).

Poglavitnega pomena za odkrivanje bakterij so bile povečevalne leče. Nastanek mikroskopa nekateri opisujejo, kot začetek mikrobiologije (Likar, 1961). Zgodovina mikrobiologije sega v ne tako davno leto 1676, ko je Anton van Leeuwenhoek prvič opazoval bakterije (Mihelič s sod., 2004).

Po Ehrenbrgovi zaslugi so poimenovali bakterije po grški besedi »bakterijon« s pomanjševalnico »baktron«. Beseda pomeni paličasto in dokazuje, da so znanstveniki najprej opazili bakterij pod mikroskopom v obliki palčke. Na začetku so bakterije uvrščali med živali, pozneje pa jih je botanik Schwann uvrstil med rastline (Likar, 1961).

2.3.2 Zgradba bakterijske celice

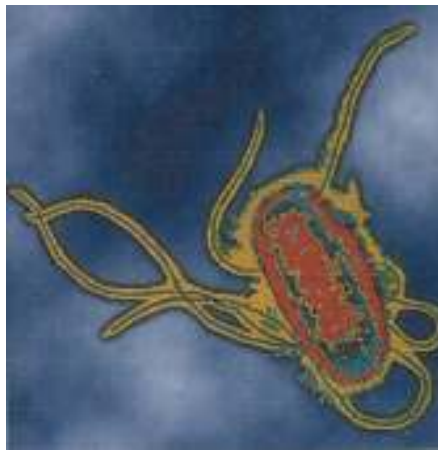
Osnova je citoplazma, v kateri je organizirana jedrna snov, barvila in razni vključki. Citoplazma je obdana z mrenico, ta pa še z bakterijsko steno. Citoplazmatska mrenica je tanka plast lipoproteina, ki ima nekatere dihalne encime (funkcija mitohondrija) in ureja propustnost bakterije. Celična stena je iz beljakovin, lipidov in sladkorjev. Mnoge bakterije so v določeni razvojni dobi porasle z bički, ki jim omogočajo gibanje. Nekatere bakterije obdaja debela želatinasta plast, kapsula (Likar, 1961).



Slika 5: Zgradba bakterijske celice (Prokariontska celica, 2011).

2.3.3 Razmnoževanje bakterij

Kadar bakterija zraste do kritične velikosti, se jedrna snov deli, napravi se pregrada, ki razcepi citoplazmo. Nekatere bakterije ostanejo po delitvi povezane v rahle kolonije. V ugodnih razmerah bakterije hitro rastejo in se ponovno delijo čez kake pol ure, v izrednih primerih še prej. Tako bi lahko nastalo iz ene same bakterije že v 15 do 30 urah 1 trilijon bakterij. Do takšnega razmnoževanja ne pride, ker jim zmanjka hrane ali pa se poslabšajo življenjske razmere (Sušnik, 1991).



Slika 6: Razmnoževanje bakterij (Razmnoževanje bakterij, 2011).

2.3.4 Pomen bakterij za človeka

Za človeka imajo bakterije velik pomen. Številni saprofiti razkrajajo mrtve organizme in tako vračajo zemlji anorganske snovi. Poznamo človeku koristne bakterije in nevarne bakterije (Sušnik, 1991).

Nevarne bakterije povzročajo bolezni rastlin, živali in ljudi. Bakterije takrat prizadenejo celice in tkiva. Bakterije se hitro namnožijo in povzročajo epidemije. Največjo epidemijo je povzročila bakterija kuge. Nevarne bakterije se največkrat namnožijo na gostitelju. Namnožijo se tudi v hrani, kateri poteče rok uporabe. Najznačilnejša predstavnika nevarnih bakterij sta povzročitelja borelioze in tetanusa (Sušnik, 1991).

Največkrat se ne zavedamo, da so določene bakterije za ljudi koristne. Bakterije nam pomagajo pri razgradnji organskih snovi, pomagajo pri prebavi celuloze, pri proizvodnji hrane (jogurt, mlečni namazi, kislo zelje), dušikove bakterije vežejo dušik iz zraka in bogatijo

tla z dušikovimi spojinami. Koristne bakterije so pomembne pri obnavljanju narave, saj razkrajajo organske snovi, ter pomagajo pri pridobivanju določenih antibiotikov (Sušnik, 1991).

2.3.5 Bakteriološka gojišča

Gojišča za bakterije so različna mešanica hranilnih snovi, ki jih potrebujemo za gojenje mikroorganizmov. Sestavimo jih tako, da jih prilagodimo potrebam posameznih bakterij. Glavne sestavine gojišč so voda, peptoni, mesna voda (juha), mesni ekstrakti, kvasni ekstrakti, anorganske snovi, agar in ogljikovi hidrati.

Glede na vsebovanost agarja ločimo trdnost gojišča:

- tekoča gojišča (tem ne dodamo agarja),
- poltekoča gojišča (tem dodamo od 0,1-0,5% agarja),
- trdna gojišča (dodamo 1-2% agarja); globoki agar, poševni agar, gojišča v petrijevki.

Glede na sestavo poznamo:

- naravna gojišča (mleko, kri, krvni serum),
- polsintetična gojišča (kombiniramo naravne snovi in sintetične),
- sintetična gojišča (tu poznamo kemično sestavo gojišč).

Glede na uporabnost ločimo:

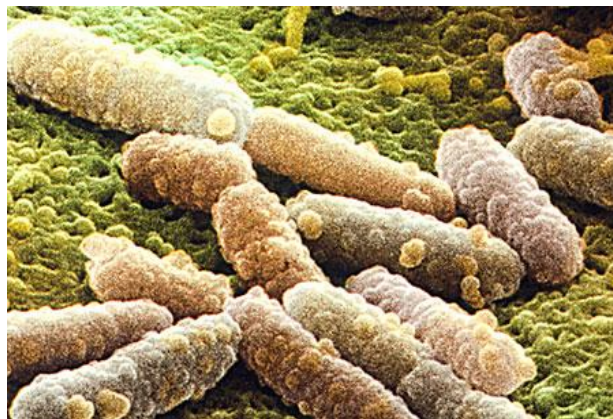
- Osnovna gojišča (tekoča ali trda): peptonska voda, navadni bujon, navadni agar, želatina in mleko,
- Obogatena gojišča (če osnovnim dodamo kri, krvni serum...),
- Bogatitvena gojišča (tekoča gojišča, ki pospešujejo razvoj posameznih vrst bakterij, ki smo jih izolirali),
- Diferencialna gojišča (vsebuje snovi, ki omogočajo, da kolonije ene vrste razlikujemo od drugih),
- Selektivna gojišča (zavirajo razvoj enih in pospešujejo razvoj tistih, ki jih želimo izolirati),
- Gojišča za ugotavljanje biokemičnih lastnosti bakterij (pri njihovi identifikaciji vsebuje različne dodatke, ki jih bakterije presnavljajo).

2.4 ZAKONSKE OSNOVE

V Sloveniji z zakonodajo in učinkovitim nadzorom poskušamo zagotoviti zdravstveno neoporečno vodo. Nadzor zajema tudi mikrobiološko kontrolo pitne vode. Pitna voda je živilo in zato mora izpolnjevati pogoje določene z Zakonom o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živali – ZUZIS. Na podlagi tega zakona je izdan Pravilnik o pitni vodi, v katerem so navedeni tudi mikrobiološki parametri. V vzorcih se pregledujejo naslednji parametri:

- **ENTEROKOKI:** bakterije so prisotne v črevesju oz. blatu ljudi in živali. Upoštevamo jih kot fekalne indikatorje. V vodi se ohranijo dlje časa kot *E. coli*, zato njihovo prisotnost v vodi, v katerih bakterij nismo ugotovili, ocenjujemo kot starejše fekalno onesnaženje. Po Pravilniku o pitni vodi (Ur. l. RS št. 19/04, 35/04) je mejna vrednost za enterokoke v pitni vodi 0/100 ml (Pravilnik o pitni vodi).
- **ESCHERICHIA COLI:** bakterije, ki so vedno prisotne v človeškem in živalskem blatu (feces) v velikem številu ter posledično v odplakah in vodah, ki so onesnažene s fekalijami (človeka, domačih in divjih živali, uporaba v poljedelstvu). Prisotnost *E. coli* v pitni vodi zanesljivo dokazuje, da je bila voda fekalno onesnažena. Mejna vrednost za *E. coli* v pitni vodi je 0/100 ml (Pravilnik o pitni vodi).
- **KOLIFORMNE BAKTERIJE:** skupina različnih bakterij, ki jih najdemo ne samo v blatu, ampak tudi v okolju. Preizkus je uporaben za presojo onesnaževanja z večjimi količinami organskih in anorganskih snovi iz okolja, ustreznosti priprave vode, onesnaženja po pripravi vode, poškodovanosti ali napak v omrežju ipd. Mejna vrednost za koliformne bakterije je: 0/100 ml (Pravilnik o pitni vodi).
- **PSEUDOMONAS AERUGINOSA:** Bakterije, ki so na splošno prisotne v okolju. V vlažnem okolju lahko tvorijo biofilme in so zelo odporne na dodana dezinfekcijska sredstva. Njihovo ugotavljanje je smiselno za ocenitev splošnega higienskega stanja vodovodnega sistema oz. možnost preživetja in razmnoževanje bakterij. Rutinsko jih iščemo v vodi namenjeni za pakiranje. Mejna vrednost za *P. aeruginosa* v vodi namenjeni za pakiranje je: 0/250 ml (Pravilnik o pitni vodi).

- Število kolonij pri 22°C je parameter, v katerega so vključene bakterije, ki so lahko v vodi prisotne kot normalna flora. Potrebno je poznati število teh bakterij in biti pozoren na spremembe v tem številu.
- Število kolonij pri 37°C je parameter, ki je uporaben pri ugotavljanju ustreznosti postopkov priprave vode in pokaže neželene spremembe v kvaliteti vode. V tej skupini so lahko tudi bakterije, ki povzročajo zdravstvene težave.



Slika 7: *Escherichia coli* (Top 10 ..., 2011).

3 METODE DELA

3.1 TESTIRANJE OKUSA VODE

V tri različne velike steklene vrče sem nalila vodo. Vsak vrč sem posebej označila. V vrče sem nalila vodovodno vodo, vodo iz filtra BRITA in vodo iz vodne fontane. Filter BRITA sem najprej oprala in vanj natočila vodo. Počakala sem, da filter prečisti vodo. Vse tri vrče sem pustila v učilnici, da so imele vse tri vode enako temperaturo. Vrče sem označila z tremi različnimi znaki, da jih učenci ne bi prepoznali. Okus sem testirala s 30-mi naključno izbranimi učenci. Vsakemu sem natočila 3 kozarce vode; in sicer vodovodno vodo, vodo iz BRITA filtra in vodo iz vodne fontane. Vsakega sem vprašala v katerem kozarcu je vodovodna voda in zakaj misli tako.



Slika 8: Testiranje okusa vode iz različnih virov (Foto: P. Cvikl).

3.2 MIKROBIOLOŠKA ANALIZA BRISOV

Pri mikrobiološki analizi vode sam potrebovala pomoč Laboratorija za sanitarno mikrobiologijo Zavoda za zdravstveno varstvo Celje. Vodja laboratorija mi je razložila postopek odvzema brisov in mi dala vse potrebne pripomočke. Pripomočki so bili: palčka za odzemanje brisov ter epruveta s tekočim gelom za shranjevanje odvzetih vzorcev.

Vsi pripomočki so bili sterilni. Najprej sem določila koliko vzorcev bom vzela in od kje bom odvzela brise. Odvzela sem 6 brisov, in sicer:

- 1 – vodovodna pipa v šolskem stranišču,
- 2, 3 – vodna fontana v šoli,
- 4 – vodna fontana v lekarni takoj po čiščenju,
- 5 – BRITA filter brez predhodnega čiščenja,
- 6 – BRITA filter s predhodnim spiranjem.

Vzorke brisov sem vzela na iztokih vseh omenjenih virov. Najprej sem pustila vodo teči nekaj sekund, nato pa s palčko obrisala po delu, kjer priteče voda. Palčko sem takoj za tem zaprla v sterilno epruveto z gelom in na epruveto zapisala številko odvzemnega mesta in datum.

Odvzete vzorce sem še isti dan odnesla na Zavod za zdravstveno varstvo Celje, kjer so nato opravili mikrobiološko analizo po standardni metodi.



Slika 9: Jemanje brisov na ustju, ob iztoku vode (Foto: S. Pustinek).

3.3 MIKROBIOLOŠKA ANALIZA VZORCEV VODE

V 4 plastenke, ki sem jih dobila na Zavodu za zdravstveno varstvo Celje, sem nalila vodo iz različnih virov. Vzorec 1 je predstavljal vodovodno vodo, vzorec 2 vodo iz vodne fontane v šoli, vzorec 3 vodo iz BRITA filtra in vzorec 4 vodo iz vodne fontane v lekarni. Voda je tekla v plastenko po sredini ustnika, da se ne bi v vodi naselile bakterije iz okolice. Nato sem vzorce še isti dan odnesla na Zavod za zdravstveno varstvo Celje. Tam so opravili mikrobiološke raziskave po predpisanem standardiziranem postopku.



Slika 10: Jemanje vzorcev vode iz vodne fontane (Foto: S. Pustinek).

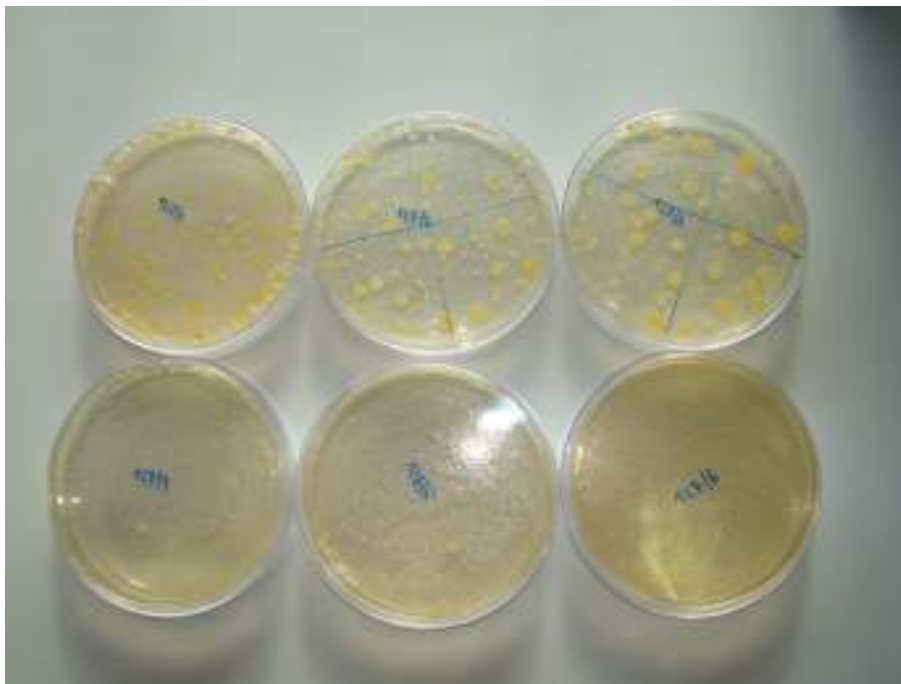
V vzorcih vode se *Escherichia coli* in koliformne bakterije določajo na osnovi membranske filtracije. Skozi membranski filter se prefiltrira vzorec na selektivno trdo gojišče. Bakterije ne pridejo skozi pore in se zadržijo na površini filtra skozi katerega direktno črpajo hranila iz gojišča tekom inkubacije. Po inkubaciji so na filtru vidne porasle kolonije značilnih morfoloških oblik in barv. Kot rezultat dobimo število enot, ki tvorijo kolonije v količini prefiltriranega vzorca. Na enak način določamo tudi enterokoke, le da na koncu naredimo še potrditveni test, kjer dejansko potrdimo vse sumljive kolonije. Za potrditveni test se uporablja trdo gojišče v petrijevkah. Tudi metoda za ugotavljanje prisotnosti bakterije *Pseudomonas aeruginosa* je enaka, razlika je le v gojiščih in pogojih inkubacije ter potrditvenih testih.

Določanje števila kolonij pri 22°C in pri 36°C temelji na principu preštevanja enot, ki tvorijo kolonije oz. so porasle v agarju. V petrijevke se nalije določen volumen vzorca in najkasneje

v 15-ih minutah prelije z agarjem ter dobro vendar pazljivo premeša. Ko se agar strdi, se plošče določen čas inkubirajo pri ustreznih temperaturah. Rezultat se izraža kot število kolonij v ml.



Slika 11: Rast bakterij na krvnem agarju (Foto: A. Trupej).



Slika 12: Štetje bakterij (Foto: A. Trupej).



Slika 13: Pripomoček za cepljenje bakterij (Foto: A. Trupej).

3.4 BIOLOŠKA ANALIZA VZORCEV VODE

Pri biološki analizi sem testirala rast vodne kaše in korenin čebulice. Najprej sem kupila vodno kašo in čebulice. Vato sem namočila z vodo iz vodnega filtra, vodo iz vodne fontane ter vodovodno vodo. Na navlažene vate sem natrosila 10 - 20 semen vodne kaše. Počakala sem, da semena vodne kaše vzkalijo. Kalitev je trajala 5 dni. Skrbeti sem morala, da so bile vate ves čas dovolj navlažene. Po kalitvi sem vodno kašo slikala in izmerila njeno višino. Pri testu rasti korenin čebulic pa sem potreboval epruveto in tri čebulice. V vsako epruveto sem nalila vodo iz vodnega filtra, vodo iz vodne fontane in vodovodno vodo. Čebulice sem namestila v epruvete polne vode, tako da se je čebulica dotikala vode. Rast korenin čebulic sem spremljala 5 dni. Po petih dneh sem poslikala rast čebulic, ter zmerila njihove korenine.



Slika 14: Priprava petrijevk za rast vodne kreše na vodah iz različnih virov (Foto: A. Trupej).



Slika 15: Priprava epruvel za rast koreninic čebulice v vodah iz različnih virov (Foto: A. Trupej).

4 REZULTATI

4.1 REZULTATI TESTIRANJA OKUSA VODE

Pri 30-ih učencih sem testirala okus vode iz različnih virov, in sicer vodovodno vodo, vodo iz BRITA filtra in vodo iz vodne fontane. Vodo sem učencem nalivala v kozarce iz posebej označenih vrčev. Pred tem so vrči nekaj časa stali v učilnici, da so imele vse tri vode enako, sobno temperaturo. Naključno izbrane učence sem prosila, da mi s pomočjo okušanja in vonjanja povedo, v katerem kozarcu je vodovodna voda. Povedala sem jim tudi, da je v enem kozarcu voda direktno iz vodovodnega omrežja, v ostalih dveh kozarcih pa voda iz izbranih vodnih filtrov.

13 učencev (43 %) je pravilno odgovorilo, kje je vodovodna voda. Svojo ugotovitev so utemeljili s tem, da ima voda poseben okus, da ima okus po mineralih in da ima okus po ceveh, po katerih se voda pretaka. Nekateri so celo omenili, da ima vodovodna voda sladek oz. grenek okus ter, da je toplejša od ostalih dveh vod.

Ostalih 17 učencev (57 %) se jih je napačno odločilo. 37 % jih je bilo mnenja, da je vodovodna voda v kozarcu, kjer je bila dejansko voda iz BRITA filtra, 20 % pa je bilo mnenja, da je vodovodna voda v kozarcu, kjer je bila voda iz vodne fontane. Tudi ti učenci so svoje odgovore utemljevali predvsem na podlagi izkušenj z okusom.

Posebej zanimiv je bil učenec, ki je takoj povedal, v katerem kozarcu je vodovodna voda in to komentiral s tem, da sam spiže ogromno vode, zato takoj loči med različnimi niansami v okusu različnih vod. Morda je dandanes res premalo posameznikov, ki bi pili vodo in ne le sladke pijače, ki jih je ogromno na policah trgovin.

4.2 MIKROBIOLOŠKI REZULTATI BRISOV

Brise različnih vodnih virov, ki sem jih odvzela s pomočjo posebnih palčk, so v Laboratoriju za sanitarno mikrobiologijo Zavoda za zdravstveno varstvo Celje ustrezno pripravili za nadaljnjo analizo. Kot rezultat so dobili direktno število enot, ki tvorijo kolonije (CFU) v 1 ml vzorca. Metoda je sestavljena iz dveh delov, in sicer iz predhodnega testa, kjer poteka filtracija, nasajanje in inkubacija pri ustrezni temperaturi in iz drugega dela, to je

potrditvenega testa. Vse sumljive kolonije je namreč s pomočjo drugega dela testa potrebno potrditi.

Tabela 1: Rezultati analize brisov.

Št. vzorca	Št. kolonij CFU/ml	Ostali izolati
1	>300	1. <i>Staphylococcus epidemidis</i> 2. <i>Staphylococcus warneri</i> 3. <i>Sphingomonas paucimobilis</i>
2	>300	1. <i>Bacillus Cereus</i> 2. <i>Sphingomonas paucimobilis</i> 3. <i>Delftia Acidovorans</i> 4. <i>Cornynebacterium aquaticum</i> 5. <i>Acinetobacter baumannii</i> 6. <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> 7. <i>Brevundimonas diminuta</i>
3	>300	1. <i>Bacillus Cereus</i> 2. <i>Sphingomonas paucimobilis</i> 3. <i>Delftia Acidovorans</i> 4. <i>Cornynebacterium aquaticum</i> 5. <i>Acinetobacter baumannii</i> 6. <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> 7. <i>Brevundimonas diminuta</i>
4	>300	Ne
5	>300	1. <i>Bacillus Cereus</i> 2. <i>Staphylococcus epidemidis</i> 3. <i>Cornynebacterium aquaticum</i> 4. <i>Brevundimonas diminuta</i>
6	>300	1. <i>Bacillus spp.</i> 2. <i>Cornynebacterium aquaticum</i> 3. <i>Brevundimonas diminuta</i>

LEGENDA:

- 1 – vodovodna voda
- 2 – vodna fontana v šoli
- 3 – vodna fontana v šoli
- 4 – vodna fontana v lekarni (takoj po čiščenju)
- 5 – BRITA filter – brez čiščenja
- 6 – BRITA filter – po predhodnem spiranju

Mikrobiološki rezultati so pokazali, da se v brisih vodnih virov pojavljajo vrste bakterij, ki niso škodljive za ljudi. V vseh vzorcih je bilo število kolonij večje kot 300.



Slika 16: Odvzeti vzorci brisov pripravljeni za analizo (Foto: A. Trupej).

4.3 MIKROBIOLOŠKI REZULTATI VZORCEV VODE

Po metodi membranske filtracije iz vode izolirajo bakterije, ki jih nato namnožijo na agarju. Sledi štetje kolonij in cepitev na krvni agar. S to metodo so v Laboratoriju za sanitarno mikrobiologijo Zavoda za zdravstveno varstvo Celje določili prisotnost štirih izbranih mikroorganizmov v vodi in število kolonij pri 22°C in 36°C. Kot določa Pravilnik o pitni vodi, je lahko število kolonij do 100 na ml pri obeh temperaturah.



Slika 17: Membranska filtracija vzorcev vode (Foto: A. Trupej).

Tabela 2: Število kolonij in izbranih bakterij na 1 ml vzorca.

Parameter	Vzorec 1	Vzorec 2	Vzorec 3	Vzorec 4
<i>Escherichia coli</i>	Ni najdeno	Ni najdeno	Ni najdeno	Ni najdeno
Koliformne bakterije	Ni najdeno	Ni najdeno	Ni najdeno	Ni najdeno
Enterokoki	Ni najdeno	Ni najdeno	Ni najdeno	Ni najdeno
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ni najdeno	Ni najdeno	Ni najdeno	Ni najdeno
Število kolonij pri 36°C	Ni najdeno	200	18	160
Število kolonij pri 22°C	Ni najdeno 1 ocenjeno št.	>300	17	41

LEGENDA:

Vzorec 1 – vodovodna voda

Vzorec 2 – vodna fontana – šola

Vzorec 3 – BRITA filter

Vzorec 4 – vodna fontana - lekarna

Iz tabele 1 je razvidno, da nobene od določenih bakterij ni bilo v vzorcih. V vodovodni vodi prav tako ni bilo nobene kolonije, le pri 22°C je bilo ocenjeno, da je prisotna 1 kolonija. Tudi v vzorcu vode iz BRITA filtra, ki je bil zamenjan teden dni pred odvzemom vzorcev, je število kolonij dokaj nizko. Zaskrbljujoč je vzorec vode iz vodne fontane, kjer je število kolonij pri obeh temperaturah inkubacije nad dovoljeno mejo. Omenjeni filter je bil zamenjan 14 dni pred odvzemom vzorcev. Pomembno je tudi poudariti, da ga ne uporabljamo pogosto, medtem ko se vodna fontana v lekarni (vzorec 4) pogosteje uporablja in tudi vsakodnevno čisti.

4.4 REZULTATI BIOLOŠKE ANALIZE VZORCEV VODE

Semena vodne kreše sem dala kaliti na namočeno podlago. Pripravila sem tri petrijevke in vsako namočila z vodo iz drugega vira – vodovodno vodo, vodo iz BRITA filtra in vodo iz vodne fontane. Po 5-ih dneh sem kaleče rastlinice primerjala med seboj in jih izmerila. Vodna kreša, ki je kalila v vodovodni vodi, je zrastle komaj 0,5 cm. Njena semena niso pognala niti enega lističa. Barva stebela je bila blede zelena. Kreša na vzorcu vode iz vodovodne fontane je

zrasla točno 1 cm. Njeno steblo je bilo svetlo zeleno in pognalo je že majhne zelene lističe. Najbolj je uspela kalitev na vzorcu vode iz BRITA vodnega filtra. Steblo je bilo veliko 1,5 cm. Njegova barva je bila živo zelena in lističi prav tako. Rezultati kalitve so vidni na sliki 6.



Slika 18: Rezultati rasti vodne kreše na vodi iz različnih virov (Foto: A. Trupej).

Rast koreninic čebule sem spremljala pet dni. Peti dan sem izmerila dolžine koreninic. V vzorcu iz vodovodne vode so koreninice zrasle 3,2 cm in so bile gosto povezane. Iz vzorca vodne fontane je bila rast koreninic najdaljša, in sicer 3,5 cm. V vzorcu vode iz BRITA filtra so koreninice zrasle le za 2,4 cm. Rezultati rasti koreninic so vidni na sliki 7.



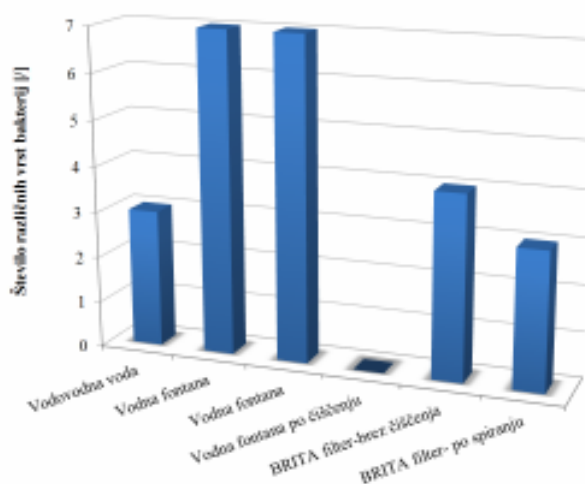
Slika 19: Rezultati rasti korenin čebulice v vodi iz različnih virov (Foto: A. Trupej).

5 DISKUSIJA

Vsi vodni filtri delujejo bodisi na podlagi kemijskega, fizikalnega ali biološkega čiščenja vode. Filtri, ki se uporabljajo v gospodinjstvih in so namenjeni široki uporabi, delujejo le na principu fizikalnega ali kemijskega čiščenja, največkrat pa s kombinacijo obojega. S pomočjo fizikalnega oz. mehanskega čiščenja se iz vode odstranijo predvsem večje nečistoče, kot so pesek, ostanki vodnega kamna, ki se lahko odlušči s cevi ipd. Pri kemijskem čiščenju gre največkrat za čiščenje s pomočjo aktivnega oglja. Aktivno oglje ima zaradi svoje velike površine izredno dobro sposobnost absorpcije različnih snovi, med drugim tudi težkih kovin, soli, virusov, bakterij ipd.

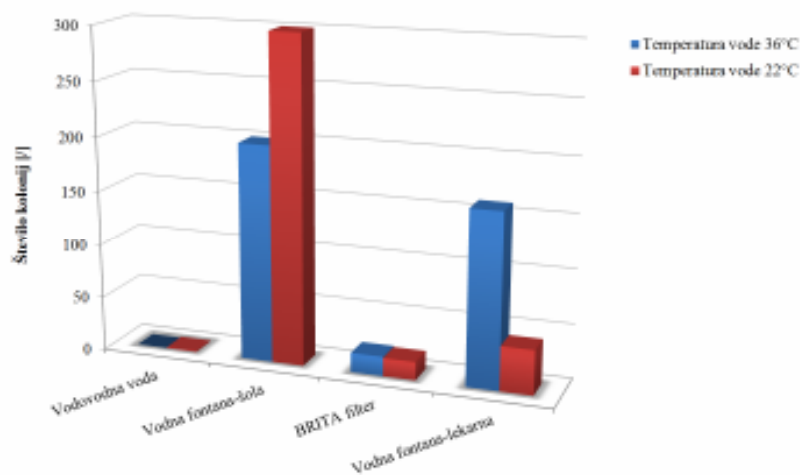
Vendar pa moramo vedeti, da vodovodna voda že v osnovi ne bi smela vsebovati vseh teh škodljivih primesi, saj jo redno kontrolirajo in tudi klorirajo, s čimer onemogočijo razvoj bakterij in drugih mikroorganizmov. Veliko težavo pri vodnih filterih vidim ravno v tem, da prečiščujejo vodo, ki je že dovolj dobra za pitje. Voda se v teh filterih zadržuje in zaradi nenehne prisotnosti vlage in sobne temperature so vodni filtri idealno okolje za rast bakterij.

Za preverjanje prisotnosti bakterij v filterih ali v filtrirani vodi sem vzela vzorce vode in brise ob iztoku iz vodnega filtra. Vse vzorce sem vzela s pomočjo sterilnih vatiranih palčk, ki sem jih zaprla v sterilne epruvete. Vzorce vode sem nalila v sterilne plastenke. Veliko pozornost sem posvečala natančnemu jemanju vzorcev, da ne bi z morebitnim nepravilnim ravnanjem v vzorce vnesla mikroorganizme iz okolice.



Graf 1: Število različnih vrst bakterij v vzetih vzorcih brisov.

Iz grafa 1 je razvidno, da v brisu z vodne fontane, ki je bila pred tem očiščena, ni prisotnih bakterij. V vseh ostalih brisih so prisotne bakterije, ki se sicer nahajajo v našem okolju in niso škodljive za zdravje ljudi. Lahko bi trdila ravno nasprotno. Za zdravega človeka je prisotnost bakterij na koži in v okolju celo koristna. Znanstveniki opozarjajo, da preveč sterilno okolje lahko vodi do razvoja alergij ali drugih bolezni, saj se človeško telo ni navajeno braniti pred temi mikroorganizmi in zato ne razvija imunskega sistema. Poudariti moram tudi, da je lahko kljub temu, da sem bila zelo previdna pri odvzemu brisov, prišlo do vnosa bakterij iz okolja. Na to me še posebej opozarja rezultat brisa z vodovodne pipe, kjer je bila dokazana prisotnost stafilokokov, ki so lahko tudi v ozračju, izdihanem zraku, na rokah ipd.



Graf 2: Število kolonij v vzorcih vode pri 36°C in 22°C.

Iz grafa 2 lahko vidimo, da je bilo v vodovodni vodi, ki sem jo odvzela direktno iz pipe na naši šoli, najmanj kolonij, tako pri 22°C, kot pri 36°C. Takšen rezultat je v skladu z mojimi hipotezami, saj vem, da vodo klorirajo, s čimer jo dezinficirajo. Zaskrbljujoč se mi zdi rezultat testiranja vode iz vodne fontane na naši šoli. Po Pravilniku o pitni vodi je dovoljeno do 100 kolonij na 1 ml vzorca. V vzorcu iz vodne fontane v šoli je bilo teh kolonij nad dovoljeno mejo pravilnika, pri obeh temperaturah gojenja. Razlog je verjetno v tem, da učenci ne uporabljajo veliko vodne fontane in je bil filter dalj časa neuporabljen. Zadnja menjava filtra je bila opravljena 14 dni pred mojim testiranjem. Kljub temu, da v lekarni vodno fontano večkrat na dan prečistijo, je bila v vzorcu, inkubiranem pri 36°C, povečana količina bakterijskih kolonij. Rezultati mikrobiološkega testiranja vode iz BRITA filtra so v mejah normale. Ta filter je bil zamenjan en teden pred odvzemanjem vzorcev.

Iz zgornjih rezultatov lahko povzamem, da je še vedno najbolje, če pijemo vodovodno vodo. Mogoče je smiselno, da vodo pred pitjem nalijemo v kozarec, ki ga pustimo stati nekaj minut, da se izloči klor.

Eden od možnih pokazateljev ustreznosti vode je tudi rast rastlin v testirani vodi. Za test sem izbrala semena vodne kreše, ki dovolj hitro kalijo. Semena so najbolje kalila na podlagi, namočeni z vodo iz BRITA filtra, najslabše pa na podlagi, namočeni z vodovodno vodo. Takšen rezultat sem tudi pričakovala, saj proizvajalec BRITA filtra na svoji spletni strani (www.BRITA.net) navaja, da voda iz omenjenega filtra pripomore k boljši rasti rastlin.

V vodah iz izbranih virov sem preverjala tudi rast korenin čebulic. V primerjavi z rezultati rasti vodne kreše, so si bili rezultati rasti korenin čebulic popolnoma nasprotujoči. V vzorcu z vodo iz BRITA filtra so namreč zrasle najkrajše korenine, najdaljše pa v vzorcu z vodo iz vodne fontane.

Ker so si rezultati tako nasprotujoči, na njihovi osnovi ne morem delati zaključkov o vplivu filtrov na rast rastlin ali celo o ustreznosti filtrov. Oba poskusa bi bilo potrebno ponoviti in za vsak vzorec vode narediti več vzporednih testov. Tako bi morebiti na podlagi povprečij v rasti korenin čebulic in povprečju v rasti vodne kreše lahko delala primerjave in zaključke. Na rast rastlin namreč lahko vpliva več dejavnikov. Eden od teh so pogoji za rast, pri čemer sem skrbela, da so imele vse testne rastline enake pogoje, le vode so bile iz različnih virov, medtem ko je bila toplota, svetloba in količina vode za vse enaka. Na rast lahko vpliva tudi kvaliteta semena, kaljivost semena, genska osnova ipd. Z večimi ponovitvami poskusa oz. večjim številom testnih rastlin, bi vpliv ostalih dejavnikov zmanjšala na minimum.

Zelo pomemben pokazatelj kvalitete pitne vode je lahko tudi vsebnost mineralov. Dobro bi bilo, če bi lahko med sabo primerjala tudi kemijske analize vod iz izbranih vodnih filtrov. Kemijska analiza je tista, ki bi jo lahko primerjala z rezultati biološke analize in povzela kakšne pomembne zaključke tudi za zdravje ljudi. Vendar pa kemijske analize sama ne morem delati in bi mi jo morali narediti v enem od ustreznih laboratorijev.

Vsakemu od nas se zdi samoumevno, da smo dnevno preskrbljeni z zdravo pitno vodo. Zaradi onesnaževanja okolja bo postala voda zelo dragocena dobrina. Že danes je na svetu precej predelov, kjer voda ni pitna ali pa je celo primanjkuje. Zato lahko predvidevam, da bodo filtri v prihodnosti zelo pomemben del našega vsakdana. Vprašanje je le, na kakšen način in v kolikšnem obsegu bomo filtrirali vodo. Mogoče se bomo usmerili celo nazaj v preteklost, ko so pomorščaki dodajali srebro v vodo in ostale pijače, da so ostale dalj časa pitne. Mogoče pa bomo razvili kakšne nove metode, ki jih danes še sploh ne poznamo.

6 ZAKLJUČEK

Že naši predniki so se zavedali pomena čiste vode in so razvijali različne sisteme za odstranjevanje nečistoč v pitni vodi. Razvijanje vodnih filtrov in njihovo izpopolnjevanje je tudi za današnjega človeka zelo pomembno, še večji pomen pa bo verjetno imelo v prihodnosti.

Vendar pa je dobro vedeti, da je naša vodovodna voda dovolj kvalitetna, da je ni potrebno še dodatno filtrirati. Klor, ki je v vodi in za mnoge ljudi predstavlja moteč dejavnik, je pomemben za preprečevanje razvoja mikroorganizmov. Preprosto se ga lahko znebimo, če pustimo vodo, nalito v kozarec, stati nekaj minut. Minerale, ki so v vodovodni vodi, pa naše telo potrebuje za normalno delovanje, saj bi v nasprotnem primeru lahko pili destilirano vodo. Res pa je, da lahko ti minerali okvarijo kakšen gospodinjski aparat, npr. likalnik ter grelce v pralnem in pomivalnem stroju, zato je odstranjevanje mineralov iz vode bolj pomembno za čim daljše delovanje gospodinjskih aparatov, kot pa za zdravje ljudi.

Za konec bi lahko zapisala le, da bomo odlično skrbeli za svoje zdravje, če si bomo čim večkrat nalili čisto vodovodno vodo in v njej uživali, dokler še ni preveč onesnažena.

7 POVZETEK

Voda je že od samega začetka življenja na Zemlji najbolj pomemben vir za preživetje. Dokazano je, da človek zdrži le nekaj dni brez vode. Povečana onesnaženost vode nam v našem stoletju predstavlja velike težave. Bakterije, ki se namnožijo v onesnaženi vodi, so lahko smrtno nevarne za vsa živa bitja. Prinesejo nam lahko črevesne ali druge kužne bolezni. Večina sveta ima že tako onesnaženo vodo, da jo morajo prekuhavati ali celo kupovati v plastenkah. Industrija je začela v skrbi za človeško življenje razvijati posebne vodne filtre, ki nam vodo prečistijo. Odstranijo nam težke kovine in minerale, ki so ujeti v vodi in nam lahko škodujejo. Na tržišču se pojavljajo različni vodni filtri. Njihove cene se med sabo precej razlikujejo, povezane pa so predvsem z njihovo uporabnostjo in kakovostjo.

Namen moje raziskovalne naloge je bil, da preverim uporabnost in kakovost vodnih filtrov. Osnovno vprašanje je bilo, ali se v filtrih za vodo namnožijo bakterije. Zanimalo me je, ali vodni filtri vplivajo na sam okus vode.

Brise in vzorce vode sem vzela iz pipe in vodne fontane na naši šoli ter iz kupljenega vodnega filtra BRITA. Brise sem vzela iz ustnika, kjer je meja med zrakom in shranjeno vodo, vzorce pa sem nalila v posebne plastenke. Mikrobiološko raziskavo vzorcev in brisov sem opravila na Zavodu za zdravstveno varstvo v Celju, kjer so mi pomagali gojiti bakterije iz vzorcev in jih določiti. Pri biološki analizi vode iz treh različnih virov, in sicer iz vodne fontane, BRITA filtra in vodovodnega omrežja, sem preizkusila rast vodne kreše in rast koreninic čebule. Pri preverjanju okusa vode sem testirala 30 učencev. Vsak je moral poskusiti vodo iz vodne fontane, BRITA filtra in vodovodno vodo.

Rezultati mikrobiološke analize vode so pokazali, da se v vzetih vzorcih niso namnožile nevarne bakterije, ki bi povzročale bolezni. Najmanj kolonij se je razvilo v vzorcih vodovodne vode, največ pa v vzorcu vode, odvzete iz vodne fontane. Pri vzorcu iz vodne fontane je bilo število kolonij, sicer nenevarnih bakterij, nad dovoljeno mejo, ki jo določa Pravilnik o pitni vodi. Tudi v vzorcih brisov ni bilo prisotnih patogenih bakterij. Rezultati rasti vodne kreše in rasti koreninic čebule so si bili nasprotujoči, zato na podlagi teh rezultatov ne morem sklepati o primernosti uporabe vodnih filtrov. Rezultati okušanja vode so pokazali, da vodni filtri ne spremenijo bistveno okusa vode, saj je le 43 % preizkuševalcev pravilno ugotovilo, v katerem kozarcu je vodovodna voda.

Na podlagi rezultatov lahko zaključim, da vodni filtri ne vplivajo na okus vode. Pozorni moramo biti le na pravilno in pravočasno čiščenje filtrov, da se v njih ne namnožijo bakterije. Pomembno je, da se filter ves čas uporablja in se na ta način spira. Zavedati se moramo, da živimo v okolju, kjer pitna voda še ni onesnažena in je dovolj dobra, če ne še boljša tista, ki jo pijemo iz vodovodnega omrežja.

8 ZAHVALA

Za uspešno izdelano raziskovalno nalogo bi se zahvalila svoji mentorici Suzani Pustinek in somentorici mag. Aniti Povše za pomoč in usmeritve pri raziskovanju. Posebej bi se zahvalila mag. Tjaši Žohar Čretnik, dr. med. vodji laboratorija za medicinsko mikrobiologijo na Zavodu za zdravstveno varstvo Celje in vsem njenim sodelavcem, ki so mi podrobneje predstavili in razložili postopke mikrobiološke analize. Za pomoč pri izdelavi seminarske naloge se zahvaljujem tudi svoji družini.

9 LITERATURA

- ~ Bacillus cereus
<http://atlas.medmicro.info/index.php?jazyk=en&sekce=1&podsekce=1> (1.3.2011).
- ~ Bakterije
sl.wikipedia.org/wiki/bakterije (23.2.2011).
- ~ Barvanje po Gramu
http://sl.wikipedia.org/wiki/barvanje_po_gramu (15.1.2011).
- ~ BRITA filtri
http://www.BRITA.net/si/jugs_details.html?l=30&p_id=1361&cat= (3.2.2011).
- ~ Likar, M. 1961. Bakterije. Ljubljana, Mladinska knjiga, Ljubljana.
- ~ Likar, M. 1987. Leksikon - Mikrobiologija. Ljubljana Cankarjeva založba, Ljubljana.
- ~ Mihelič B. , Pintar D. 2004. Biologija 8. Učbenik za 8. razred devetletke. Založba Rokus, Ljubljana.
- ~ Pitna voda skozi zgodovino
http://www.rvk-jp.si/pitna_voda_skozi_zgodovino (1.3.2011).
- ~ Pravilnik o pitni vodi. Uradni list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006, 25/2009.
- ~ Prokariotska celica
<http://www.zdravstvena.info> (3.2.2011).
- ~ Sušnik F. 1991. Biološki sistemi-rastlinski sistem. Organizacijske oblike življenja. Državna založba Slovenije, Ljubljana.
- ~ Top 10 most dangerous germs
<http://akorra.com/2010/10/13/top-10-most-dangerous-germs/> (12.2.2011).
- ~ Uporaba srebra
http://www.kovine.si/index.php?option=com_content&view=article&id=1559:5-uporaba-srebra&catid=14:abc-investiranja-v-fizino-zlato-in-srebro (12.2.2011).
- ~ Vidič, I. 1989. Mikrobiologija in imunologija-splošni del.
- ~ Vodna fontana
www.htz.si (4.3.2011).
- ~ Vrste čistilnih sistemov in filtrov za pitno vodo
<http://www.aquakristal.com> (15.1.2011).
- ~ Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili – ZUZIS. Uradni list RS št. 52/2000, 42/2002, 47/2004.
- ~ Zgodovina vodnih filtrov
<http://sl.wikipedia.org> (4.12.2010).