

Mestna občina Celje
Komisija Mladi za Celje

ANALIZA VODE, KI JO PIJEMO V ŠOLI



Avtorica:

JANJA JELOVŠEK, 9. b

Mentorica:

Marjeta Gradišnik Mirt,
pred. učiteljica

Celje, 2015

Osnovna šola Ljubečna

ANALIZA VODE, KI JO PIJEMO V ŠOLI

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorica:

Janja Jalovšek, 9. b

Mentorica:

Marjeta Gradišnik Mirt,
pred. učiteljica

Jezikovni pregled:

Mateja Samastur, prof.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2015

VSEBINA

KAZALO SLIK, TABEL IN GRAFOV	3
POVZETEK.....	4
1 UVOD.....	5
1.1 NAMEN NALOGE	5
1.2 HIPOTEZE.....	5
1.3 METODE DE LA.....	5
2 VODA JE VIR ŽIVLJENJA	7
2.1 OSKRBA S PITNO VODO.....	7
2.2 IZBIRA VODE ZA ŽEJO	8
2.3 KAKOVOST PITNE VODE	9
2.4 KONTROLA KAKOVOSTI PITNE VODE	10
2.5 DOLOČANJE KAKOVOSTI VODE S ČEBULNIM TESTOM	11
2.6 ZANESLJIVOST ČEBULNEGA TESTA.....	11
2.7 KEMIJSKA ANALIZA VODE ¹	11
3 PRAKTIČNI DEL NALOGE.....	13
3.1 PRIPRAVA PRIPOMOČKOV ZA IZVAJANJE ČEBULNEGA TESTA.....	13
3.2 IZVEDBA POSTOPKA ČEBULNEGA TESTA	14
3.3 IZVEDBA KEMIJSKE ANALIZE VODE IZ ČEBULNEGA TESTA.....	15
3.4 REZULTATI	16
3.4.1 REZULTATI ČEBULNEGA TESTA.....	16
3.4.2 REZULTATI ŠOLSKE KEMIJSKE ANALIZE VODE	19
3.4.3 REZULTATI STROKOVNE ANALIZE IZ LABORATORIJA V CINKARNI CELJE.....	21
4 RAZPRAVA	21
4.1 POTRDITEV HIPOTEZ	23
5 ZAKLJUČEK.....	24
LITERATURA	25

KAZALO SLIK, TABEL IN GRAFOV

Slika 1: Šolski kovček za kemijsko analizo vode	6
Slika 2: Mikrobiološki parametri za kakovost pitne vode	9
Slika 3: Kemijski parametri za pitno vodo	10
Slika 4: Izbrani vzorci vode	13
Slika 5: Nastavitev poskusa čebulnega testa	14
Slika 6: Ocenjevanje masne koncentracije ionov v vzorcu vode s pomočjo barvnih lestvic..	15
Slika 7: Drugi dan čebulnega testa	17
Slika 8: Tretji dan čebulnega testa	18
Slika 9: Četrty dan čebulnega testa.....	18
Slika 10: Peti dan čebulnega testa	18
Slika 11: Zadnji dan čebulnega testa.....	19
Slika 12: Zgradba čebulice.....	22
Slika 13: Libigov zakon minimuma	23
Tabela 1: Zbirnik meritev dolžine koreninic pri čebulnem testu	16
Tabela 2: Zbirnik podatkov kemijske analize vode	19
Tabela 3: Kemijska analiza izbranih vzorcev vode, opravljena v laboratorijih Cinkarne Celje	21
Graf 1: Povprečna dolžina koreninic v izbranih vzorcih vode	17
Graf 2: Primerjava skupne vodne trdote v izbranih vzorcih vode	20
Graf 3: Primerjava masne koncentracije amonijevih ionov v izbranih vzorcih vode.....	20

POVZETEK

Namen raziskovalne naloge je bil s pomočjo čebulnega testa in kemijske analize vode ugotoviti, kakšna je kakovost vode, ki jo pijemo v šoli. Kot vzorce vode sem izbrala vodo iz pipe, vodo iz avtomata, vodo iz plastenke Dana in mineralno vodo. Kontrolni poskus je potekal v destilirani vodi. Čebulni test je pokazal, da so zelo dolge koreninice čebule pognale v vodi iz pipe, vodi iz avtomata in vodi iz plastenke Dana. Koreninice so se slabo razvijale v mineralni vodi. Nekoliko so v rasti zaostajale koreninice v destilirani vodi, saj ne vsebuje mineralov. Kemijska analiza je pokazala, da so koreninice v preiskovanih vzorcih vode, razen v mineralni vodi, bolj rastle zaradi nekoliko povečanih masnih koncentracij amonijevih in nitratnih ionov, ki pa ne presegajo priporočenih vrednosti.

S pomočjo rezultatov praktičnega dela raziskovalne naloge sem potrdila vse tri hipoteze. V šoli je vsa voda, ki jo pijemo, kakovostna, zato so čebulne koreninice rasle približno enako hitro v vseh izbranih vzorcih vode. Koreninice čebule so res rasle počasneje v destilirani vodi, saj ne vsebuje mineralov. Vse izbrane vrste vode glede parametrov in lastnosti, ki jih lahko določamo s kovčkom za analizo vode, kemijsko niso oporečne, kar je potrdila tudi laboratorijska analiza v Cinkarni Celje.

1 UVOD

Za izbrano temo raziskovalne naloge sem se odločila zato, ker na naši šoli in tudi doma pijemo oz. uporabljamo več različnih vrst vode. Primerjati sem hotela kakovosti vode s pomočjo čebulnega testa. Zanima me, kako te vode delujejo na rast čebulnih koreninic.

1.1 NAMEN NALOGE

Namen raziskovalne naloge je preveriti in primerjati kakovosti vode z rastjo koreninic čebulic vrste *Allium cepa*. Metoda je po vrsti rastline dobila ime čebulni test. Zanima me, katera voda, ki jo pijemo v šoli, je najprimernejša za rast koreninic. V šoli si učenci, ko smo žejni, postrežemo kar z vodo iz vodovoda, od koder je tudi moj prvi vzorec. Ko gremo na ekskurzije in športne dneve, nam v šolski kuhinji pripravijo vodo iz plastenke. To je moj drugi vzorec. V zbornici je tudi avtomat za vodo, od koder je tretji vzorec. Kot četrti vzorec sem vzela mineralno vodo Donat Mg, ki je v šoli ne pijemo za žejo. Imamo jo v šolskem laboratoriju kot primer trde vode in bo pri čebulnem testu služila za primerjavo. Za kontrolni poskus sem izbrala destilirano, bolj natančno deionizirano vodo iz trgovine. V nalogi sem želela ugotoviti, kako hitro bodo koreninice zrastle v posameznih vodi, ali kemijska sestava vode vpliva na rast čebulic in kakovost vode.

1.2 HIPOTEZE

V tej nalogi sem si zastavila naslednje hipoteze:

V šoli je vsa voda kakovostna, zato bodo čebulne koreninice rasle približno enako hitro v vseh izbranih vzorcih.

Verjetno bodo koreninice rasle počasneje v destilirani vodi, saj ne vsebuje mineralov.

Vse izbrane vrste vode glede parametrov in lastnosti, ki jih lahko določamo s kovčkom za analizo vode, kemijsko ne bodo oporečne.

1.3 METODE DELA

Raziskovalna naloga temelji na eksperimentalni metodi, ki je bila sestavljena iz dveh delov. Pred tem sem poiskala in preučila strokovno gradivo, ki mi je pomagalo pri razumevanju eksperimentalnega dela. Ko sem zbrala vse podatke, sem načrtovala pripomočke za delo in si jih tudi s pomočjo mentorice priskrbela. Sledila je izvedba eksperimentalnega dela, ki je temeljila na opazovanju sprememb in meritvah. Meritve in opažanja sem skrbno zabeležila v za ta namen pripravljeno beležko. Podatke sem uredila v pregledne tabele in jih prikazala v grafih. Iz grafov sem razbrala pomembne ugotovitve, ki so mi pomagale pri vrednotenju hipotez.

Prvi del eksperimenta je temeljil na čebulnem testu. Za poskus sem najprej izbrala 25 enako velikih čebulic vrste *Allium cepa*. V stojalo sem postavila 25 epruвет. V prvih pet epruвет sem nalila destilirano vodo, v drugih pet vodovodno vodo, v tretjih pet vodo iz avtomata, v četrth pet vodo iz plastenke, v zadnjih pet pa mineralno vodo (Donat). Na steklo epruветe sem označila vrsto vode in jih oštevilčila od 1 do 5, da ne bi pomešala vzorcev pri meritvah. Neodvisne spremenljivke so bile različne vrste vode, odvisne spremenljivke pa dolžina korenin čebule, ki so rasle v vodo. Kontrolni poskus je potekal v destilirani vodi. Nato sem vsak dan merila dolžine korenin in izračunala povprečno dolžino korenin v vsakem vzorcu vode. Meritve sem zabeležila v tabelo.

Enak poskus so nastavili tudi sošolci iz a-oddelka, zato smo lahko po končanem delu primerjali rezultate.

V drugem delu poskusa me je zanimalo, katere raztopljene snovi vsebujejo posamezne vrste vode, kar sem ugotavljala s kemijsko analizo s pomočjo reagentov, ki jih vsebuje kovček za analizo vode in prsti.



Slika 1: Šolski kovček za kemijsko analizo vode

(http://www.virles.si/modules/store/uploads/analiza_zemlje.png, 30.1.2015)

Reagenti iz kovčka so mi omogočili, da sem v vseh vrstah vzorcev vode lahko določila prisotnost nitratnih in nitritnih ionov, fosfatnih ionov, amonijevih ionov, pH vode in vodno trdoto. Po priloženih navodilih sem v za ta namen izdelane posodice nalila izbran vzorec vode do črte, dodala ustrezne reagente in spremembo barve vzorca primerjala z barvno lestvico. Iz ujemanja barve vzorca in ploskve na barvni lestvici sem grobo ocenila prisotnost posameznih ionov v vzorcih vode. Za kontrolo je moja mama naredila še kemijsko analizo za iste ione v laboratorijih Cinkarne Celje, kjer je zaposlena. Iz kemijske analize posameznih vzorcev vode sem sklepala, kateri ioni so vplivali na rast korenin čebule. Ugotovljene količine sem primerjala s podatki o dovoljenih vsebnostih ionov v pitni vodi. Primerjava je pokazala na primernost posameznih vzorcev vode za pitje.

Sledil je najtežji del naloge, v katerem je bilo potrebno zapisati vse ugotovitve v poročilo.

2 VODA JE VIR ŽIVLJENJA

Voda je vsepovsod. Najdemo jo v naravi, je sestavini del živih bitij, strnjena je v ledenike, teče v rekah, je v morjih, gorah in puščavah. Če na Zemlji ne bi bilo vode, ne bi bilo ne ljudi, ne živali, ne rastlin. V vodi živi tudi na milijone organizmov. 75 % našega telesa sestavlja voda. Potrebujemo jo za rast in razvoj. Služi kot pomembno topilo in transportno sredstvo. Zagotavlja stabilno okolje, saj ima veliko specifično toploto. Voda se kot snov vključuje v kemijske reakcije, ki potekajo v celicah ali pri njih nastaja. Voda je lahko tudi vodno okolje, v katerem živijo številna živa bitja. Brez nje bi preživeli le nekaj dni. (Javoršek, L., 2013, str. 22, 23)

Vodo potrebujejo vsa živa bitja! Ljudje potrebujemo vodo za pitje, pripravo hrane, osebno higieno in higieno doma, je dom vodnih organizmov, rastline jo potrebujejo za fotosintezo, rast in razvoj, daje energijo za pogon turbin (hidroelektrarne), strojev, mlinov, hladi reaktorje, raztaplja različne snovi, je prometna pot, spodbuja turizem in šport, uporabljajo jo v različnih industrijskih panogah. (Svetina, B., Novak, T., 2001, stran 105)

2.1 OSKRBA S PITNO VODO

Od vode smo odvisni pri vrsti naših dejavnosti. V Sloveniji je oskrba s pitno vodo dobra v primerjavi z manj razvitimi državami. V manj razvitih državah imajo vodnjake, iz katerih črpajo vodo ali pa jo z vedri prinesejo iz rek v domove. Ravno zaradi tega je voda velikokrat okužena in preko nje se širijo številne bolezni. V bolj razvitih državah pa imamo vodovod, ki nam pitno vodo pripelje v stanovanje, in kanalizacijski sistem, da nam umazano vodo umakne iz hiš. Vodovod je najboljši, a tudi zelo drag sistem transportiranja pitne vode.

Drago je tudi samo vzdrževanje že enkrat postavljenega vodovoda. Po približnih izračunih bi naj v enem letu po celem svetu porabili okoli 200 milijard dolarjev samo za vzdrževanje. Zaradi slabega vzdrževanja pa bi naj bilo izgubljeno približno 50 % pitne vode. Zaradi zelo velikih finančnih stroškov si nekatere države vodovoda sploh ne morejo privoščiti. (http://sl.wikipedia.org/wiki/Pitna_voda, 20. 12. 2014)

Zdi se nam samoumevno, da se lahko umivamo, pijemo in kuhamo s čisto vodo kadarkoli hočemo. A postopek, da voda sploh pride do naših stanovanj, je zapleten. Da je voda pitna jo morajo večkrat prečistiti, filtrirati, testirati in mora zadoščati vsem standardom.

Vodovodni sistem, ki Celje oskrbuje z vodo, je zasnovan krožno. S pomočjo gravitacije doteka v vodovodni sistem 180 l vode na sekundo iz vodnega zajetja v Vitanju in 85 l/s iz vrtine Toplica na Frankolovem. Preostalo potrebno količino pitne vode v obdobju pomanjkanja črpajo iz črpališča v Medlogu. Poleg navedenih vodnih virov je z vodnim sistemom povezanih še nekaj manjših, kot so Gabrovka, Žerovišče in vrtina v Laški vasi. Izvir Stenica skupaj z vrtino v neposredni bližini sodi med najkvalitetnejše in stabilne vodne vire, iz katerih se oskrbuje celjski vodovodni sistem. Voda iz zajetja teče preko manjšega usedalnika po cevovodu v čistilno napravo, locirano nizvodno od naselja Vitanje. Po obdelavi na čistilni napravi voda potuje do zbirne komore, kjer se združijo vsi trije vitanski

vodni viri. V zbirni komori se pred vstopom v vodovodno omrežje vrši avtomatsko kloriranje s plinskim klorom. Ponekod so vgrajene še naprave za UV-dezinfekcijo. S temi postopki je poskrbljeno za uničenje bakterij, virusov in parazitov v pitni vodi. (<http://www.vo-kacelje.si/dejavnosti/oskrba-s-pitno-vodo/26-podjetje/podjetje/150-vodovodni-sistem-celja-in-krajevni-vodovodni-sistemi>, 28. 12. 2014)

2.2 IZBIRA VODE ZA ŽEJO

Ljudje pogosteje pijemo ustekleničeno vodo kot vodovodno vodo. Ustekleničena voda je večinoma iz izvirov, vodovodna voda pa iz podtalnice.

Voda iz pip je zdrava, saj jo morajo velikokrat testirati in ustrezno prečistiti, da sploh lahko pride do naših stanovanj. Ustekleničena voda pa je manjkrat testirana, ampak ni nič manj zdrava. Tudi ni nobenih dokazov, da bi bila katera voda bolj zdrava. Če smo doma, je najbolje piti vodovodno vodo, saj je to bolj prijazno okolju. Ustekleničeno vodo kupimo v plastenki. Če že uporabljeno plastenko ne odvržemo pravilno, npr. v naravo in ne v smetnjak, onesnažujemo okolje, saj plastika potrebuje veliko časa, da se razgradi.

Če kupujemo ustekleničeno vodo, lahko plastenko večkrat uporabimo, saj si lahko vanjo natočimo tudi vodovodno vodo. Na izlete in potovanja pa vzamemo ustekleničeno vodo.

V šolah in drugih ustanovah imajo pogosto na razpolago vodo iz avtomatov (vodomatov). Tudi pri pitju vode iz vodomatov obstaja nekaj zadržkov, saj so v preteklosti v njej našli povečano število mikroorganizmov. Ugotovili so, da je voda v vodomatih sicer neoporečna, prisotnost mikroorganizmov pa je posledica slabega vzdrževanja aparatov. (<http://www.rtvsl.si/zdravje/novice/vode-iz-avtomatov-raje-ne-pijte/221143>, 28. 12. 2014)

Pogosto posegamo tudi po mineralnih vodah, ki jih lahko pijemo samostojno ali kot dodatek drugim pijačam. Naravne mineralne vode, med katere spada naravna mineralna voda Donat Mg, so podzemne vode s posebnimi stalnimi kemijskimi in fizikalnimi lastnostmi. Podzemni vir mora biti zaščiten pred kakršnimkoli onesnaževanjem. Izvir na površini mora biti zaščiten pred vdorom površinske vode. Vsaka mineralna voda ima lastnosti, ki izhajajo iz vsebnosti mineralnih snovi in ima lahko določene prehranske in fiziološke učinke na naše telo in zdravje. (<http://www.hujsanje.info/donat-mg-za-zdravje.html?gclid=CNCmroeQ68ICFcPMtAodt2wAjA>, 28. 12. 2014)

Priporočen dnevni vnos vode v naše telo s pijačo ali s hrano je okoli 3 litre. Količina zaužite vode je odvisna od telesne aktivnosti, zdravja in temperature okolja. S pomočjo izločal uravnavamo količino tekočin v telesu. (http://sl.wikipedia.org/wiki/Pitna_voda, 28. 12. 2014)

2.3 KAKOVOST PITNE VODE

Kakovost pitne vode ureja Pravilnik o pitni vodi (<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200419&stevilka=865>, 28. 12. 2014). Zdravstveno ustreznost in skladnost pitne vode s Pravilnikom o pitni vodi ugotavljamo z laboratorijskimi testi oz. kontrolami. Laboratorijske teste pitne vode izvajajo pooblašteni laboratoriji.

Pravilnik o pitni vodi določa mikrobiološke, kemične in indikatorske parametre ter njihove mejne vrednosti. Pomemben element v procesu nadzora sistema oskrbe s pitno predstavlja nadzorni sistem za daljinsko vodenje in nadzor objektov pitne vode. Sistem daljinskega vodenja ustreza najsodobnejšim standardom informacijske tehnologije in je optimalno izbran glede na potrebe vodovodnih sistemov. (<http://www.jp-prlekija.si/si/pitna-voda/nadzor-in-kakovost-pitne-vode>, 28. 11. 2014)

Zaposleni na vodovnem sistemu za "kritične" točke skrbijo, jih nadzorujejo in vse težave rešijo, saj nič ne sme vplivati na ustreznost vode. Delajo tudi tedenske laboratorijske kontrole, da preverijo, ali se je karkoli v vodi spremenilo.

Pravilnik o pitni vodi v svojem 3. členu navaja:

»Pitna voda je zdravstveno ustrezna, kadar:

1. ne vsebuje mikroorganizmov, parazitov in njihovih razvojnih oblik v številu, ki lahko predstavlja nevarnost za zdravje ljudi;
2. ne vsebuje snovi v koncentracijah, ki same ali skupaj z drugimi snovmi lahko predstavljajo nevarnost za zdravje ljudi;
3. je skladna z zahtevami, določenimi v delih A in B Priloge I, ki je sestavni del tega pravilnika.

Skladnost z mejnimi vrednostmi parametrov (v nadaljnjem besedilu: skladnost) je skladnost z zahtevami za mejne vrednosti parametrov iz priloge I, ki se po potrebi dopolni z dodatnimi parametri in njihovimi mejnimi vrednostmi.«

Priloga 1 Pravilnika o pitni vodi vsebuje dovoljene mejne vrednosti mikrobioloških in kemijskih vključkov. (<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200419&stevilka=865>, 18. 12. 2014)

DEL A	
Mikrobiološki parametri	
Splošne zahteve za pitno vodo	
Parameter	Mejna vrednost parametra (število/100 ml)
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	0
Enterokoki	0

Zahteve za vodo, namenjeno za pakiranje:	
Parameter	Mejna vrednost parametra
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	0/250 ml
Enterokoki	0/250 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0/250 ml
Število kolonij 22 °C	100/ml
Število kolonij 37 °C	20/ml

Slika 2: Mikrobiološki parametri za kakovost pitne vode

(<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200419&stevilka=865>, 18. 12. 2014).

DEL B
Kemijski parametri

Parameter	Mejna vrednost parametra	Enota	Opombe
Akrilamid	0,10	µg/l	Opomba 1
Antimon	5,0	µg/l	
Arzen	10	µg/l	
Baker	2,0	mg/l	Opomba 2
Benzen	1,0	µg/l	
Benzo(a)piren	0,010	µg/l	
Bor	1,0	mg/l	
Bromat	10	µg/l	Opomba 3
Cianid	50	µg/l	
1,2-dikloroetan	3,0	µg/l	
Epiklorohidrin	0,10	µg/l	Opomba 1
Fluorid	1,5	mg/l	
Kadmij	5,0	µg/l	
Krom	50	µg/l	
Nikelj	20	µg/l	Opomba 2
Nitrat	50	mg/l	Opomba 4
Nitrit	0,50	mg/l	Opomba 4
Pesticidi	0,10	µg/l	Opombi 5 in 6
Pesticidi – vsota	0,50	µg/l	Opombi 5 in 7
Policiklični aromatski ogljikovodiki	0,10	µg/l	Vsota koncentracij izbranih spojin, navedenih v Opombi 8
Selen	10	µg/l	
Svinec	10	µg/l	Opombi 2 in 9
Tetrakloroeten in Trikloroeten	10	µg/l	Vsota koncentracij izbranih parametrov
Trihalometani - vsota	100	µg/l	Vsota koncentracij izbranih spojin, navedenih v Opombi 10
Vinil klorid	0,50	ug/l	Opomba 1
Živo srebro	1,0	µg/l	

Slika 3: Kemijski parametri za pitno vodo

(<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200419&stevilka=865>, 18. 12. 2014).

2.4 KONTROLA KAKOVOSTI PITNE VODE

Kakovost vode je mogoče določiti na več načinov. Najboljša je seveda kemijska analiza, ki pove, kakšne so snovi v vodi. Kemijsko analizo vode morajo po zakonu opravljati vodna gospodarstva, lahko pa jo naroči tudi posameznik pri ustreznih laboratorijih. (<http://www.energijski-center.com/c-nasveti-testiranjevode.php>, 28. 12. 2014)

V sistemih za oskrbo s pitno vodo se izvajata dve obliki nadzora: notranji nadzor, ki ga izvaja nosilec dejavnosti (vodovod) oz. upravljavec in spremljanje (monitoring) pitne vode, ki ga zagotavlja Ministrstvo za zdravje. Upravljavec je izvajalec javne službe oskrbe s pitno vodo. O rezultatih notranjega nadzora mora uporabnike redno obveščati upravljavec. Rezultati monitoringa so dostopni pri upravljavcu in so objavljeni na njegovih spletnih straneh, saj bi naj upravljavec javnost redno obveščal o stanju in skrbel za ažurnost podatkov, ki so dostopni javnosti. Če upravljavec ni določen, izvaja omenjene obveznosti upravljavca lokalna skupnost. (http://www.bebetter.si/testiranje_vode_in_analize/, 28. 11. 2014)

2.5 DOLOČANJE KAKOVOSTI VODE S ČEBULNIM TESTOM

Peter Firbas, univ. dipl. biolog, je na spletni strani DZS VEDEŽ objavil zanimiv prispevek o čebulnem testu. Biološki test ALLIUM ali čebulni test po njegovem razkriva celoten vpliv na rast in razvoj živih celic ali organizmov. Zaznava celo prisotnost snovi v koncentracijah, ki so bistveno nižje od mejnih sposobnosti analitskih metod, ki so splošno v rabi. (<http://vedez.dzs.si/dokumenti/dokument.asp?id=644>, 28. 12. 2014)

Test poteka v dveh fazah. V prvi fazi kakovost vode določimo tako, da v kolikor bodo koreninice čebule v vodi manj zrastle v določenem času, je stopnja onesnaženosti vode s snovmi večja in obratno – v neonesnaženi vodi koreninice zrastejo v istem času neprimerno daljše. V drugi fazi s pomočjo mikroskopa v procesu mitoze na rastnih vršičkih koreninic čebule opazujemo poškodbe kromosomov. V raziskovalni nalogi sem uporabila le prvi del testa, za drugi del testa pa se nisem čutila dovolj usposobljena. Zato sem drugi del čebulnega testa nadomestila s kemijsko analizo izbranih vzorcev vode. Če bi na kakovost vode sklepala samo iz dolžine koreninic čebule, bi lahko prišla do pomanjkljivih ugotovitev. Magister Nikolaj Pečenko je v Naravoslovni solnici objavil zanimiv članek, kjer navaja, da je ugotovitev, da so koreninice daljše v neoporečni vodi sicer ustrezna, a velja samo za čebulo, saj različne snovi na rast njenih korenin učinkujejo povsem drugače kot na človeka in živali. Če povemo čisto preprosto – fosfatno gnojilo, ki pospeši rast korenin, človeku in živalim najverjetneje ne bo koristilo. (Mag. Nikolaj Pečenko, O poskusih in čebulnem testu, Naravoslovna solnica, letnik 14 / št. 3 / pomlad 2010)

2.6 ZANESLJIVOST ČEBULNEGA TESTA

Čebulni test ni najbolj zanesljiv vir, če preiskujemo, kaj vpliva na rast koreninic in kakšne snovi se nahajajo v vodi. Če ne vemo, katere so tiste snovi, ki povzročijo, da koreninice čebule v eni vodi rastejo bolje kot v drugi, na osnovi čebulnega testa ne moremo sklepati, da je ena voda za pitje boljša od druge. Sklepamo lahko le na to, da se kakovost voda na neki način razlikuje in da bi jo bilo verjetno koristno natančneje kemijsko analizirati. S čebulnim testom ne moremo odkriti, katera voda je boljša za pitje, saj s tem poskusom ne moremo ugotoviti, katera je pravzaprav tista snov, ki vpliva na rast čebulnih koreninic. Boljša rast koreninic ne pomeni nujno čistejše in za pitje primernejše vode. (Mag. Nikolaj Pečenko, O poskusih in čebulnem testu, Naravoslovna solnica, letnik 14 / št. 3 / pomlad 2010)

2.7 KEMIJSKA ANALIZA VODE¹

V šolah se pri kemijski analizi vode običajno odločimo za eno od dveh metod:

TITRIMETRIČNA METODA temelji na določanju koncentracije snovi s titracijo. Pri titraciji odmerjeni količini preiskovane vode iz birete dodajamo reaktant z znano koncentracijo. Konec titracije zaznamo po značilnem barvnem preskoku indikatorja oz. nastanku oborine. S pomočjo koncentracije in prostornine porabljenega reagenta lahko izračunamo neznano koncentracijo snovi v preiskovani vodi. Pri analiznih kovčkih je titrimetrija poenostavljena z

uporabo kapalk oz. brizgalk, štetjem dodanih kapljic in posledično odčitkom vrednosti v tabeli.

KALORIMETRIČNA METODA je analizna metoda, ki izkorišča lastnost obarvanih raztopin, da je njihova barvna intenziteta sorazmerna koncentraciji. Pri kalorimetrični analizi uporabimo kalorimeter, pri katerem primerjamo barvo raztopine z neznan koncentracijo. Poenostavljeno lahko primerjamo barvna polja na ustrezni barvni lestvici z uporabo komparatorja (primerjalnika) oz. indikatorskega lističa. Kot slepi vzorec uporabimo preiskovano vodo brez dodatkov. Obarvanost dosežemo z dodatkom ustreznih reagentov. Metode, ki jih uporabljamo pri takšni analizi, so primerne za predhodno oceno kvalitete vode in niso standardizirane.

Kemijsko analizo vode sem opravlja s pomočjo kovčka za kemijsko analizo vode in zemlje EcoLabBoxWinLabWindaus Labortechnik, ki je imel priložena navodila. Kovček omogoča merjenje vsebnost amonijevih ionov, nitratov, nitritov, fosfatov, pH vode in skupno trdoto vode. Povečana vsebnost amonijevih, nitratnih, nitritnih in fosfatnih ionov v naravnih vodah je lahko posledica pretirane uporabe mineralnih gnojil ali odplak iz bivalnih naselij. Karbonatna trdota vode predstavlja raztopljeni soli kalcijevega in magnezijevega hidrogenkarbonata, nekarbonatna pa še drugih ionov (železovih, sulfatnih, kloridnih ...).

Trdota vode se meri v nemških trdotnih stopinjah ($1^{\circ}\text{N} = 10 \text{ mg CaO/l}$ vode). Iz vrednosti lahko ocenimo naslednje lastnosti vode:

- $0\text{--}4^{\circ}\text{N}$ = zelo mehka voda
- $4\text{--}8^{\circ}\text{N}$ = mehka voda
- $8\text{--}12^{\circ}\text{N}$ = srednje trda voda
- $12\text{--}18^{\circ}\text{N}$ = dokaj trda voda
- $18\text{--}30^{\circ}\text{N}$ = trda voda
- nad 30°N = zelo trda voda.

Merimo lahko tudi pH vode. Kislost vode je odvisna od matične kamnine in snovi, ki so v njej raztopljeni. Naravne vode imajo pH med 6 in 8. Večje spremembe pH so lahko usodne za življenje v vodi.

¹http://www.naturesclassroom.si/09/pdf/problemskenalogepp/Problemska_naloga_Kemijska_analiza_vode_Darja_Hanselic_Irena%20Unuk.pdf, 28. 12. 2014

3 PRAKTIČNI DEL NALOGE

V praktičnem delu naloge sem izvajala eksperimentalno delo, ki je bilo sestavljeno iz čebulnega testa in kemijske analize vode. V nadaljevanju bom opisala svoje delo in rezultate meritev, ki sem jih dobila pri poskusih.

3.1 PRIPRAVA PRIPOMOČKOV ZA IZVAJANJE ČEBULNEGA TESTA

Najprej sem si pripravila potrebne pripomočke za čebuli test. Ker sem želela zagotoviti ponovljivost poskusov, sem pripravila večje število epruvet, 25 enako velikih čebulčkov, stojala za epruvete, alkoholni flomaster in različne vzorce vode. Za kontrolni poskus sem izbrala destilirano vodo. Vzorci vode, ki sem jih želela s čebulnim testom preučiti, so bili:

- vodovodna voda iz šole,
- voda iz plastenke Dana, ki jo imamo za šolsko malico na ekskurzijah,
- voda iz avtomata, ki je le v zbornici,
- mineralna voda Donat Mg.



Slika 4: Izbrani vzorci vode

3.2 IZVEDBA POSTOPKA ČEBULNEGA TESTA

Postopek čebulnega testa sem izvedla po navodilih, ki sem jih preučila na spletni strani Vedež (<http://vedez.dzs.si/dokumenti/dokument.asp?id=644>), ki je objavljen na spletnih straneh Državne založbe Slovenije.

Na mizo sem postavila stojala za epruvete. V stojala sem namestila 25 epruvet in jih označila s številkami od 1 do 5 ter imeni vzorcev vode. V petih epruvetah je bila enaka vrsta vode:

- v prvih petih epruvetah je bila destilirana voda;
- v drugih petih epruvetah je bila voda iz šolskega vodovoda;
- v tretjih petih epruvetah je bila voda iz plastenke;
- v naslednjih petih epruvetah je bila voda iz avtomata;
- v zadnjih petih epruvetah je bila mineralna voda.



Slika 5: Nastavitev poskusa čebulnega testa

Ko sem v vse epruvete razvrstila izbrane vrste vode, sem na ustje epruvet namestila čebulčke vrste *Allium cepa* L. Tako pripravljen poskus sem postavila na mirno mesto v kabinetu za naravoslovje.

Vsak dan ob istem času sem opravljala meritve dolžin koreninic čebulic. Meritve so potekale od ponedeljka, 11. 11. 2014, do naslednjega ponedeljka, 18. 11. 2014. Dolžine koreninic sem vpisala v tabelo, ki sem jo pripravila za zbiranje podatkov. Po vsaki meritvi sem izračunala povprečno dolžino koreninic čebule iz petih epruvet, v katerih je bila ista vrsta vode.

3.3 IZVEDBA KEMIJSKE ANALIZE VODE IZ ČEBULNEGA TESTA

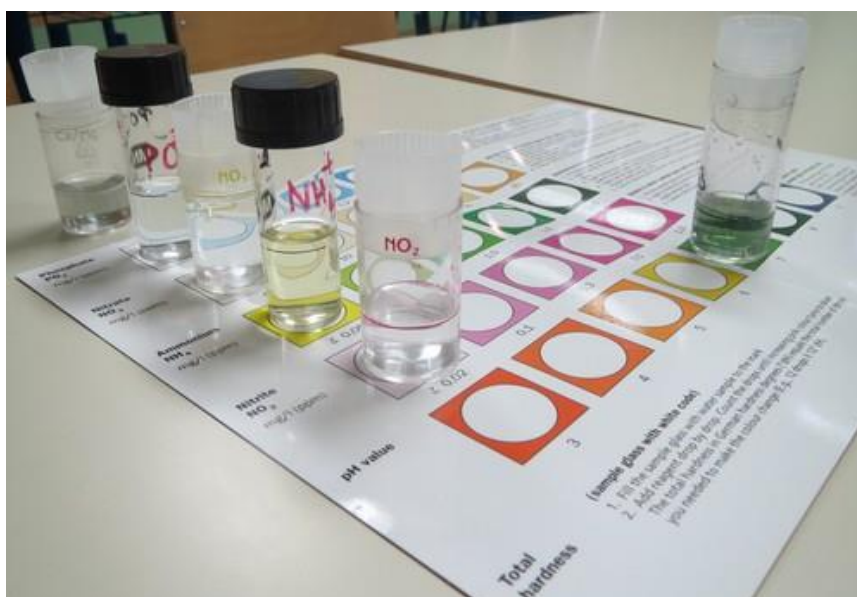
Ker se je dolžina koreninic čebulic v različnih vrstah vode razlikovala, sem sklepala, da je to posledica različne kemijske sestave vode. Zato sem s pomočjo reagentov iz kovčka za analizo vode in prsti izvedla eksperimente, s počjo katerih sem v preiskovanih vzorcih vode določila količino naslednjih ionov:

- amonijevih ionov,
- nitratnih ionov,
- nitritnih ionov in
- fosfatnih ionov.

S pomočjo priloženih reagentov sem določila pH izbranih vzorcev vode in skupno trdoto vode.

Postopki za določanje koncentracij posameznih ionov v vodi so bili prikazani v navodilih v kovčku za analizo vode. Po navadi je bilo potrebno v umirjeno posodico naliti vzorec vode do črte, potem pa dodajati ustrezne reagente, kot je zahtevalo navodilo. Pozorna sem morala biti na stresanje vzorca in čas delovanja reagenta. Npr.: ko sem dodala prvi reagent, sem morala počakati vsaj nekaj minut, da sem lahko dodala drugi reagent. To je bilo odvisno od navodil, ki so se za vsako vrsto ionov nekoliko razlikovala.

S pomočjo reagentov kovčka za analizo vode nisem dobila točnih količin amonijevih, nitratnih, nitritnih in fosfatnih ionov, saj sem s pomočjo priložene barvne podlage lahko ocenjevala le približne količine ionov. Imela sem možnost, da sem svoje ocene ionov primerjala z dejanskimi količinami, saj so v laboratorijih Cinkarne Celje izvedli natančne kemijske analize za izbrane vzorce vode.



Slika 6: Ocenjevanje masne koncentracije ionov v vzorcu vode s pomočjo barvnih lestvic

3.4 REZULTATI

V nadaljevanju bom predstavila rezultate meritev dolžine koreninic čebulčkov, ki so rastle v različnih vrstah vode. Rezultatom čebulnega testa bodo sledili še rezultati kemijske analize vode.

3.4.1 REZULTATI ČEBULNEGA TESTA

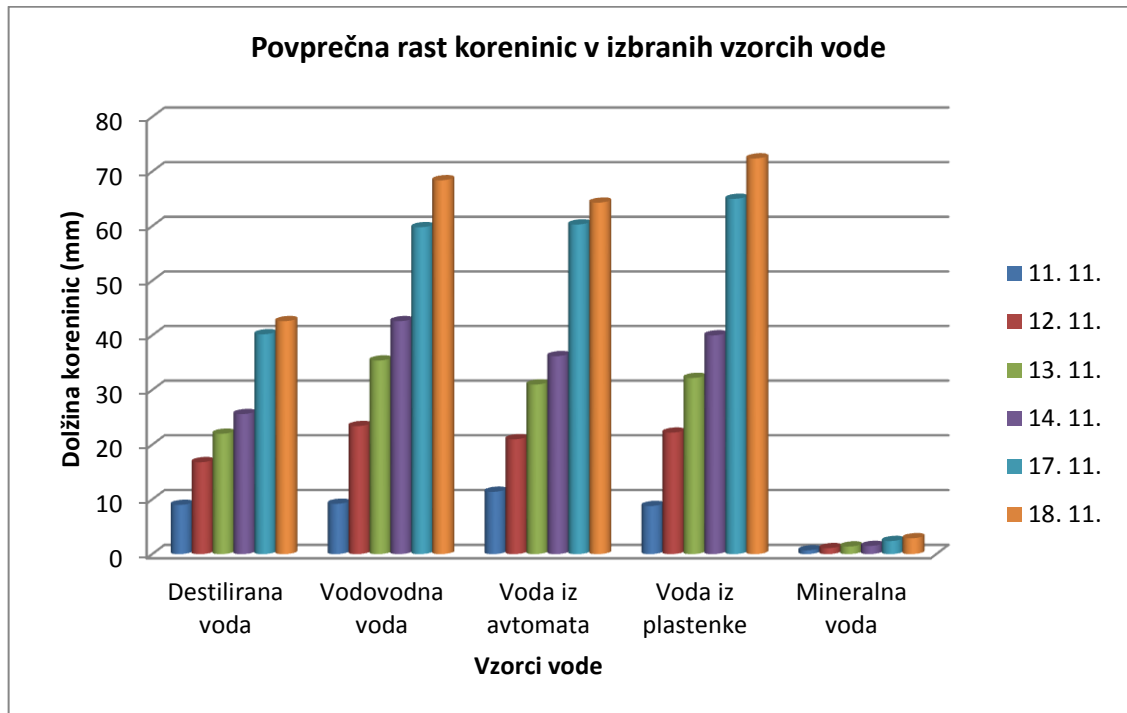
V tabeli 1 sem predstavila vse rezultate meritev dolžine koreninic čebule. Meritve so bile opravljene v času od 11. 11. 2014 do 18. 11. 2014.

Tabela 1: Zbirnik meritev dolžine koreninic pri čebulnem testu

		DOLŽINA KORENINIC (mm)					
		Datumi meritev					
Vrsta vode	Številka čebulčka	11. 11.	12. 11.	13. 11.	14. 11.	17. 11.	18. 11.
Destilirana voda	1	10	20	21	22	36	40
	2	9	18	23	30	49	50
	3	7	16	25	27	37	39
	4	9	13	20	23	26	28
	5	10	17	23	26	53	56
	Povprečje	9,0	16,8	22,0	25,6	40,2	42,6
Vodovodna voda	1	9	29	42	49	67	75
	2	10	25	39	50	69	78
	3	11	13	27	29	37	45
	4	9	25	43	54	75	84
	5	7	23	26	31	51	60
	Povprečje	9,2	23,4	35,4	42,6	59,8	68,4
Voda iz avtomata	1	15	17	25	25	gnitje	gnitje
	2	15	26	38	56	91	93
	3	14	25	31	35	54	65
	4	6	18	32	34	55	57
	5	7	19	29	30	41	42
	Povprečje	11,4	21,0	31,0	36,2	60,3	64,3
Voda iz plastenke	1	9	18	30	35	53	53
	2	9	19	28	30	64	74
	3	6	25	35	37	68	81
	4	13	23	25	34	46	55
	5	7	26	43	64	94	99
	Povprečje	8,8	22,2	32,2	40,0	65,0	72,4
Mineralna voda	1	1	2	3	3	8	9
	2	0,5	0,6	0,8	0,8	1	gnitje
	3	1	1,4	1,6	1,9	1,9	1,5
	4	0	0,3	0,5	0,5	0,3	0,2
	5	1	1,1	1,3	1,3	0,9	0,9
	Povprečje	0,7	1,1	1,4	1,5	2,4	2,9

Meritve so pokazale, da so koreninice čebulčkov najbolj rastle v vodi iz plastenke, vodovodni vodi in vodi iz avtomata. Tukaj so bile koreninice tudi najštevilčnejše. Vendar jih je bilo težko prešteti, ne da bi zmotili njihovo rast. Rast je nekoliko zaostajala v destilirani vodi. V mineralni vodi skoraj ni bilo rasti koreninic čebule. Prihajalo je do gnitja koreninic in čebulic.

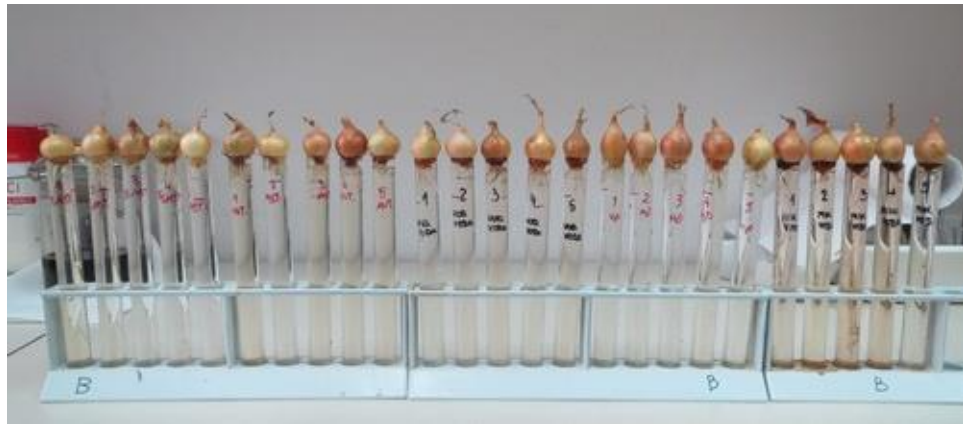
V grafu 1 sem prikazala, kako so se postopoma v enem tednu podaljševale koreninice čebule v izbranih vzorcih vode.



Graf 1: Povprečna dolžina koreninic v izbranih vzorcih vode



Slika 7: Drugi dan čebulnega testa



Slika 8: Tretji dan čebulnega testa



Slika 9: Četrty dan čebulnega testa



Slika 10: Peti dan čebulnega testa



Slika 11: Zadnji dan čebulnega testa

3.4.2 REZULTATI ŠOLSKE KEMIJSKE ANALIZE VODE

Kemijsko analizo vode sem opravila 12. 12. in 19. 12. 2014. Delo sem si razdelila na dva delovna dneva, saj so analize zahtevale natančno delo in določen čas postopka. Rezultate kemijske analize vode, ki sem jih opravljala v šoli s pomočjo kovčka za analizo vode, sem zbrala v tabeli 2.

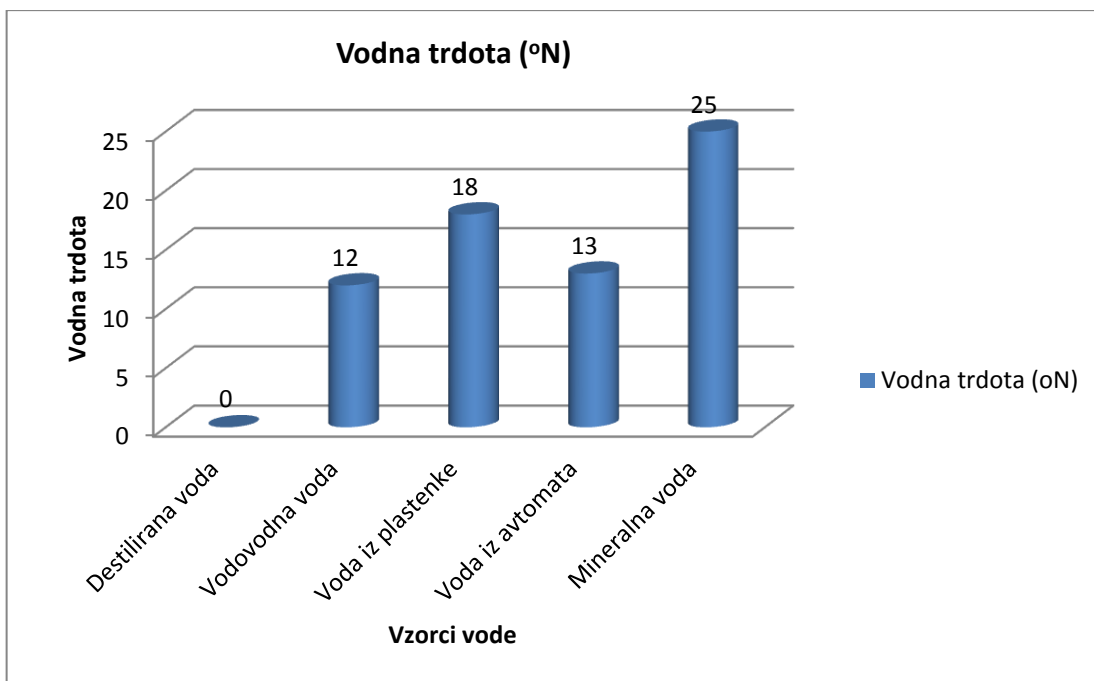
Tabela 2: Zbirnik podatkov kemijske analize vode

VZORCI VODE:	PREIZKOVANI VZORCI VODE:				
	Destilirana voda (mg/l)	Vodovodna voda (mg/l)	Voda iz plastenke* (mg/l)	Voda iz avtomata (mg/l)	Mineralna voda* (mg/l)
Ioni:					
Fosfatni ioni	0	0	0,1	0	0
Nitratni ioni	0	0	0	0	0
Amonijevi ioni	0	0,05	0,05	0,05	0
Nitritni ioni	0	0	0	0	0
Skupna trdota(^o d)	0	12	18	13	25
pH vode	7	7	7	7	8

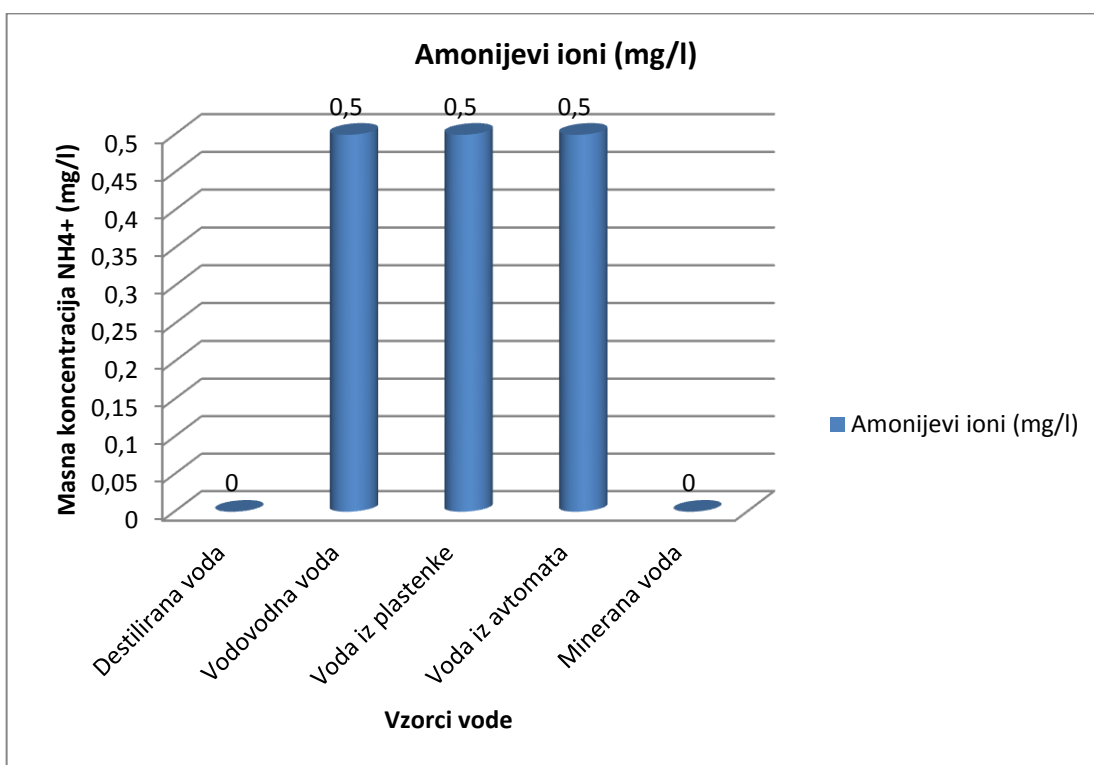
*Voda iz plastenke Dana

* Mineralna voda Donat Mg.

Iz rezultatov v tabeli 2 je razvidno, da so v vodovodni vodi, vodi iz plastenke Dana in vodi iz vodomata prisotni amonijevi ioni, ki so pospeševali rast koreninic. V vodi iz plastenke je bila minimalna količina fosfatnih ionov. Vse vrste vode, razen mineralne vode, so imele pH nevtralen (7). Mineralna voda je imela pH 8. Največjo skupno vodno trdoto je imela mineralna voda, po trdoti ji sledi voda iz plastenke, voda iz avtomata, voda iz vodovoda pa ima med preiskovanimi vzorci najmanjšo trdoto (12).



Graf 2: Primerjava skupne vodne trdote v izbranih vzorcih vode



Graf 3: Primerjava masne koncentracije amonijevih ionov v izbranih vzorcih vode

3.4.3 REZULTATI STROKOVNE ANALIZE IZ LABORATORIJA V CINKARNI CELJE

V mesecu januarju je bila v laboratorijih v Cinkarni Celje opravljena še ena kemijska analiza izbranih vzorcev vode zaradi kontrole v raziskovalni nalogi pridobljenih podatkov. Vse analize so bile narejene z lonskim izmenjevalcem, pH je bil določen z elektrodo za pH. Vodna trdota je bila določena s postopkom titracije s kompleksom EDTA III. Masna koncentracija amonijevih ionov ni bila določena zaradi večjih stroškov kemijske analize. Za ostale ione, pH vode in skupno trdoto so podatki prikazani v tabeli 3.

Tabela 3: Kemijska analiza izbranih vzorcev vode, opravljena v laboratorijih Cinkarne Celje

VZORCI VODE:	PREIZKOVANI VZORCI VODE:				
	Destilirana voda (mg/l)	Vodovodna voda (mg/l)	Voda iz plastenke* (mg/l)	Voda iz avtomata (mg/l)	Mineralna voda* (mg/l)
Ioni:					
Fosfatni ioni	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Nitratni ioni	0,1	3,77	2,71	0,1	0,1
Amonijevi ioni	-	-	-	-	-
Nitritni ioni	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Skupna trdota(^o d)	4	25	23	23	257
pH vode	6,33	7,51	7,66	7,36	7,47

*Voda iz plastenke Dana

* Mineralna voda Donat Mg

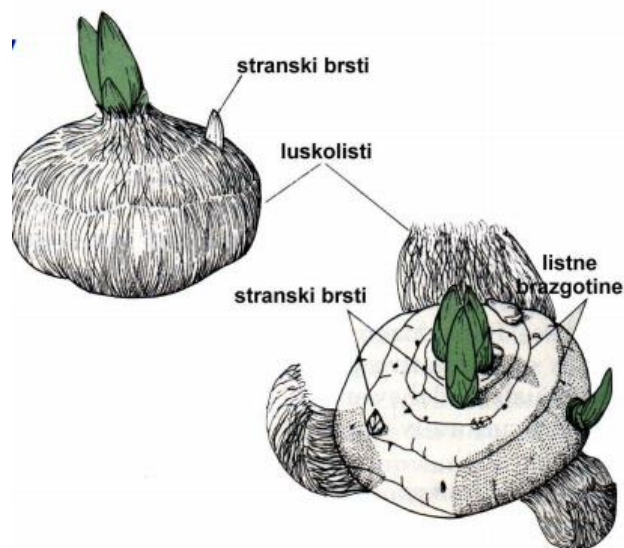
Kemijska analiza v laboratorijih CC je natančneje določila vsebnost nekaterih ionov. Predvsem sem bila presenečena nad večjo količino nitratnih ionov v vodah, ki jih pijemo v šoli. Vendar je njihova količina daleč pod dovoljeno vrednostjo, ki jo določa Pravilnik o pitni vodi, in znaša 50 mg/l vode. Vzorec šolske vodovodne vode je vseboval 3,77 mg nitratnih ionov na liter vode. Vsi vzorci so vsebovali 0,1 mg fosfatnih in nitritnih ionov na liter vode, kar je mnogo pod dovoljeno vrednostjo. Skupno trdoto vode so v laboratoriju CC določili višje, kot sem jo ocenila v svojih meritvah. Mineralna voda Donat Mg je imela vodno trdoto neverjetnih 257 °d.

4 RAZPRAVA

V tej raziskovalni nalogi sem s pomočjo čebulnega testa ugotovila, da so izbrane vrste vode primerne za rast čebulic. Koreninice so zelo hitro rastle v vodovodni vodi, vodi iz avtomata in vodi iz plastenke. Vodo za vodomat, ki stoji v zbornici, priskrbi podjetje Limaks d.o.o. Gre za vodo z imenom Izvir iz Radenske. Na raznih dnevih dejavnosti dobimo za malico naravno mineralno vodo Dana, ki se polni iz izvira Dana na Mirni. To so vrste voda, ki jih pijemo v šoli. Vodovodna voda prihaja iz vodnih zajetij Vitanje in Frankolovo. In če je čebulni test pokazatelj ustreznosti vode, lahko predvidevam, da je voda primerna za pitje. Če primerjam dolžino korenin v teh treh vzorcih vode, so bile najdaljše v vodi iz plastenke, sledi vodovodna voda in na koncu še voda iz avtomata. Spraševala sem se, kaj je prisotno v teh vrstah vode, da so koreninice rastle bolje kot v mineralni in destilirani vodi. Zato sem naredila še kemijsko analizo vode. Iz rezultatov kemijske analize sem ugotovila, da imajo vodovodna voda, voda iz plastenke in voda iz avtomata nekoliko povišano masno koncentracijo amonijevih ionov. Zanimiva ugotovitev je ta, da sem v vodi iz plastenke

opazila še rahlo povišano koncentracijo fosfatnih ionov. Morda je takšna kemijska sestava vode iz plastenke vplivala na to, da so v tej vodi zrastle najdaljše koreninice čebulic. Iz kemijske analize vseh vrst vode, ki so jo opravili v laboratorijih Cinkarne Celje lahko razberem, da so moja predvidevanja pravilna. Tudi ta analiza je potrdila povišane koncentracije nitratnih ionov v vodovodni vodi in vodi iz plastenke, v katerih so bile koreninice čebule v povprečju malce daljše kot v vodi iz avtomata, ki nitratov skoraj nima. V laboratorijih Cinkarne Celje mi žal niso mogli opraviti kemijske analize amonijevih ionov v izbranih vrstah vode, saj je cena kemijske analize prekoračila razpoložljiva finančna sredstva.

Sprva so koreninice v destilirani vodi rastle enak hitro kot koreninice čebulic v vodovodni vodi, vodi iz avtomata in vodi iz plastenke. Tretji dan sem opazila, da so začele koreninice v destilirani vodi rasti nekoliko počasneje. Rast koreninic v destilirani vodi je bil kontrolni poskus. Razmišljala sem, zakaj se je rast v destilirani vodi upočasnila. Da bi dobila odgovor na to vprašanje sem se vprašala, kaj pospešuje rast koreninic. S pomočjo strokovne literature in znanja pridobljenega v šoli sem ugotovila, da rast pospešujejo minerali, ki so raztopljeni v vodi. Tukaj gre za iste mineralne snovi, ki sem jih določala v vodi s pomočjo kemijske analize. Neposredni pospeševalci rasti koreninic so nitratni, fosfatni in amonijevi ioni. Ker teh ionov destilirana voda nima raztopljenih, lahko sklepam, da je to vzrok za zaostajanje rasti koreninic čebule. Če destilirana voda nima nič mineralov, kako je mogoče, da so koreninice sploh rastle? Odgovor lahko najdem v zgradbi čebulice. Čebulice so preobražena podzemna stebela. V svojih luskolistih imajo založne snovi, s pomočjo katerih v ugodnih pogojih poženejo koreninice.



Slika 12: Zgradba čebulice

(<http://botanika.biologija.org/zeleni-skrat/student/BSc-Bio/gradivo/Bio-P04-Steblo-izrocki.pdf>, 23.1.2015)

V mineralni vodi so koreninice rastle izjemno slabo. Prihajalo je celo do gnitja čebulic in koreninic. Zanimalo me je, kako je to mogoče, saj je mineralna voda znana kot voda, ki

odpravlja mnogo zdravstvenih težav in jo celo priporočajo za pitje. Ponovno sem odgovor na svoje vprašanje iskala v kemijski analizi vode. V mineralni vodi je bila minimalna količina fosfatnih, nitratnih in amonijevih ionov. Povedali so mi, da v laboratorijih CC manjše količine kot 0,1 mg/l ne morejo določiti. Imela je nekoliko povečan pH, ki je znašal 7,47, kar najbrž ni vzrok slabe rasti koreninic, saj so tudi druge vode imela pH višji od 7. Morda je na slabo rast vplivala velika vodna trdota mineralne vode Donat Mg. Ta je znašala 257 °d. Skupno vodno trdoto vode povzroča prisotnost kalcijevih, magnezijevih in hidrogen karbonatnih ionov. Z razpoložljivimi reagenti nisem mogla natančno ugotoviti, kaj je glavni vzrok zaostajanja rasti koreninic čebule v mineralni vodi. Ena od možnih razlag je Libigov zakon minimuma, ki pravi, da je rast rastline odvisna od tiste sestavine v vodi, ki je prisotna v najmanjši količini. V tem primeru so lahko mnogi potrebni minerali za rast prisotni v zadostnih količinah, vendar če ena od snovi manjka, le-ta zavira rast. Libigov zakon minimuma lepo predstavlja čeber z različno dolgimi deščicami, kar prikazuje spodnja slika.



Slika 13: Libigov zakon minimuma

(http://www.schaumann-bioenergy.eu/cps/bioenergy/ds_img/liebigisches_fass.jpg, 22. 1. 2015)

4.1 POTRDI TEV HIPOTEZ

V tej nalogi sem si zastavila naslednje hipoteze:

V prvi hipotezi sem domnevala, da je vsa voda, ki jo pijemo v šoli, kakovostna, zato bodo čebulne koreninice rasle približno enako hitro v vseh izbranih vzorcih. To hipotezo lahko potrdim, saj so v vodi, ki jo pijemo v šoli, koreninice čebule rastle približno enako hitro. Tako si lahko mirno nalijemo vodo iz pipe ali na športnem dnevu popijemo ustekleničeno vodo iz plastenke. Tudi voda iz avtomata, ki je nameščen v zbornici šole, je ustrezne kakovosti. Mineralna voda Donat Mg pa v šoli ni na voljo za žejo. Pijemo jo le ob posebnih priložnostih ali zdravstvenih težavah, pa še to v manjših količinah.

V drugi hipotezi sem predpostavljala, da bodo koreninice rasle počasneje v destilirani vodi, saj ne vsebuje mineralov. Tudi to hipotezo lahko potrdim, saj so koreninice čebule rastle

počasneje kot v ostalih vzorcih vode. Pri tem je izvzet vzorec mineralne vode, kjer koreninice skoraj niso rastle. Vendar mineralne vode v šoli ne pijemo za žejo.

Potrdim lahko tudi tretjo hipotezo, v kateri sem domnevala, da vse izbrane vrste vode glede parametrov in lastnosti, ki jih lahko določamo s kovčkom za analizo vode, kemijsko ne bodo oporečne.

5 ZAKLJUČEK

V mnogih medijih lahko preberemo, da pitne vode primanjkuje, saj je ta onesnažena ali strnjena v ledenikih. To je velik problem, saj vsa živa bitja potrebujemo vodo. Vodo uporabljamo za različne namene– ko smo žejni, za hrano, higieno, energijo ...

Ravno zaradi tega sem se odločila za to raziskovalno nalogo, da bi s pomočjo čebulnega testa in kemijske analize vode ugotovila, katera voda je kakovostna in katera ni.

Raziskovanje je bilo zelo zanimivo, saj se ob tem zelo veliko naučiš. Ugotovila sem, da je vsa voda, ki jo pijemo v šoli dobre kakovosti, saj so koreninice uspešno rastle v vseh izbranih vzorcih vode, ki jo lahko pijemo v šoli. Največkrat si učenci postrežemo z vodo iz pipe. Izogibamo se preveliki uporabi vode iz plastenk, ker s umetnimi masami obremenjujemo okolje. V svoji nalogi sem dokazala, da je voda iz vodovoda dobre kakovosti, ne nazadnje sem to dokazala tudi s kemijsko analizo vode. Kemijska analiza vode, ki sem jo opravila v šoli, sicer ne zajema vseh parametrov kakovosti, vendar v šoli zaupamo kontroli kakovosti vode, ki jo izvaja Zavod za zdravstveno varstvo Celje. Ta strokovna analiza zajema fizikalno-kemijske in mikrobiološke lastnosti pitne vode.

V raziskovalni nalogi, ki sem jo opravljala, nisem imela večjih tehničnih težav. Če bi eksperiment še enkrat ponavljala, bi vključila v rezultate čebulnega testa še število koreninic, ki so zrastle iz posamezne čebulice. Tako bi lahko še dodatno primerjala kakovost izbranih vzorcev vode, saj domnevam, da bi v kvalitetnejših vodah čebulice razvile večje število koreninic. Če bi imela na voljo zelo dober mikroskop s vsaj 1000-kratno povečavo, bi lahko opazovala celice koreninskih vršičkov med celično delitvijo. Morda bi pri koreninicah, ki so se razvijale iz čebulic v mineralni vodi, odkrila kakšne nepravilnosti. Koreninske vršičke sem pod mikroskopom opazovala, vendar kakšnih posebnosti v celicah rastnega vršička ni bilo opaziti, zato nisem raziskovala v to smer. Menim, da imam za oceno nepravilnosti pri delitvi celic rastnega vršička koreninic čebule malo premalo znanja in izkušenj.

Hvaležna sem osebju laboratorija Cinkarne Celje, ki mi je omogočilo natančnejšo kemijsko analizo izbranih vzorcev vode. Delo v laboratoriju mi je bilo zelo všeč, zato sem vesela, da sem tudi sama pridobila nekaj eksperimentalnih veščin, ko sem opravljala šolsko kemijsko analizo vode.

LITERATURA

Pisni viri:

Javoršek, L., 2013. Razišči skrivnosti živega, učbenik za biologijo v 9. razredu, Podsmreka, Pipinova knjiga.

Svetina, B., Novak, T., 2001. Ekologija, Ljubljana, DZS.

Pečenko, N., 2010. O poskusih in čebulnem testu, Naravoslovna solnica, letnik 14 / št. 3.

Spletni viri:

Vodovod, kanalizacija, Čisto vodo nazaj k naravi. Najdeno 28. 12. 2014 na spletnem naslovu <http://www.vo-ka-celje.si/dejavnosti/oskrba-s-pitno-vodo/26-podjetje/podjetje/150-vodovodni-sistem-celja-in-krajevni-vodovodni-sistemi>.

Pan-vin, d.o.o., Prehrana rastlin. Najdeno 22. 1. 2015 na spletnem naslovu http://www.schaumann-bioenergy.eu/cps/bioenergy/ds_img/liebigisches_fass.jpg.

Vilhar, B., Splošna botanika. Najdeno 23. 1. 2015 na spletnem naslovu <http://botanika.biologija.org/zeleni-skrat/student/BSc-Bio/gradivo/Bio-P04-Steblo-izrocki.pdf>.

Unuk, I., Hanželič, D., Učilnica v naravi, Kemijska analiza vode. Najdeno 28. 12. 2014 na spletnem naslovu http://www.naturesclassroom.si/09/pdf/problemskenalogepp/Problemska_naloga_Kemijska_analiza_vode_Darja_Hanselic_Irena%20Unuk.pdf.

DZS, Vedež, Firbas, P., Kakšno vodo pijemo. Najdeno 28. 12. 2014 na spletnem naslovu <http://vedez.dzs.si/dokumenti/dokument.asp?id=644>.

Bodi boljši, d.o.o., Testiranje vode in analize. Najdeno 28. 11. 2014 na spletnem naslovu http://www.bebetter.si/testiranje_vode_in_analize/.

Energetski center, nasveti: Testiranje vode. Najdeno 28. 12. 2014 na spletnem naslovu <http://www.energijski-center.com/c-nasveti-testiranjevode.php>.

Uradni list Republike Slovenije, Pravilnik o pitni vodi. Najdeno 28. 12. 2014 na spletnem naslovu <http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200419&stevilka=865>.

Javno podjetje Prlekije. Nadzor in kakovost pitne vode. Najdeno 28. 11. 2014 na spletnem naslovu <http://www.jp-prlekija.si/si/pitna-voda/nadzor-in-kakovost-pitne-vode>.

Pitna voda, wikipedija. Najdeno 28. 12. 2014 na spletnem naslovu http://sl.wikipedia.org/wiki/Pitna_voda.

Donat Mg za zdravje, hujšanje info. Najdeno 28. 12. 2014 na spletnem naslovu <http://www.hujsanje.info/donat-mg-za-zdravje.html?gclid=CNCmroeQ68ICFcPMtAodt2wAjA>.

Prvi interaktivni medijski portal, Voda iz avtomatov. Najdeno 28. 12. 2014 na spletnem naslovu <http://www.rtv slo.si/zdravje/novice/vode-iz-avtomatov-raje-ne-pijte/221143>.

Virles, učila in učni pripomočki za šolo in izobraževanje, kovček za kemijsko analizo vode in prsti. Najdeno 30. 1. 2015 na spletnem naslovu http://www.virles.si/modules/store/uploads/analiza_zemlje.png.

Ustni viri:

Marjana Verdev, laboratorijskih tehnik (pogovor je potekal (kraj in datum).